

## PREFZIONE

In questo manuale ho cercato di mettere le cose piu' importanti che conosco, tutto cio' e' il frutto della mia personale continua ricerca e passione per il lavoro che svolgo.

Naturalmente un riconoscimento particolare va a tutti gli amici che mi hanno insegnato il mestiere ai quali sarò sempre grato per i consigli che mi hanno saputo trasmettere.

In primo luogo un ringraziamento a chi mi ha regalato le basi e mi ha redarguito per bene con piu' di qualche grido in cantiere ed in particolare, per il lavoro in cantiere:

Gibertoni Uber. Valgonio Giulio, Erio Monti, Renzo Malaguti, Carmine Fiorillo, Vito Occhi, Magatelli Silverio, Giovanni Minella, Emiliano Negrini.

Per le attrezzature ed i consigli tecnici:

Piazzi Alcide, Silvio Verdelli, Stefano Govoni, Giancarlo Bavutti, Lorenzino Drago, Paolo Precivalle.

Le Imprese direttamente o indirettamente:

Palimodena, Else, Vipp, Alpi-Deco, Trevi, Soletanche-Bachy ICOS, Rodio. Bauer.

Non e' mia intenzione dimenticare nessuno, sono stati tanti, quelli da cui ho imparato qualcosa ed a cui chiedo consigli tutt'ora. Anche l'umilta' fa parte del mio bagaglio di esperienza.

Chi erroneamente crede di sapere gia' tutto ... ancora non ha capito proprio un cazzo di niente.

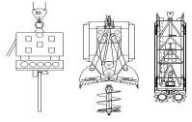
La tecnica e la tecnologia camminano sempre in avanti ed e' giusto che sia cosi' ma uno sguardo al passato ed alle basi elementari del nostro lavoro non fa mai male, ed e' giusto riconoscere i meriti e le esperienze di tutti ed esserne grati.

Tutto questo per chi ha voglia di imparare un mestiere da tzigano come il nostro, lavoro che ha sempre tanti imprevisti e che "forse" attraverso la conoscenza si possono prevedere ed evitare.

E' possibile trovare cose ripetute varie volte ... Mettiamola cosi: se sono ripetute spesso sono senz'altro importanti da sapere ed e' meglio ripetersi che dimenticare di averle dette.

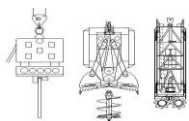
Buona lettura

**Francesco Artosi**



## INDICE:

La bibbia dei diaframmi - Ing. <b>Giuseppe Botto</b>	pag 4 / 16
I cordoli guida	pag 17 / 18
Controlli sui fanghi di perforazione e sostentamento degli scavi	pag 19 / 21
La benna mordente a funi e l'utilizzazione dei manipolatori (Liebherr)	pag 22 / 26
Attenzione alla partenza	pag 27 / 30
Sistema DGH - Bauer	pag 31 / 33
I due problemi principali nello scavo dei pannelli	pag 34
I sistemi di scavo	pag 35 / 39
La verticalita' ed il suo recupero	pag 40 / 43
Mantenimento dell'utensile	pag 44
Dissabbiaggio e getto dei moduli di muro a pannelli	pag 45 / 53
Controlli nell'esecuzione del diaframma	pag 54 / 64
Sistema di correzione a pattini Soletanche - Bachy	pag 65 / 70
Sistemi per scalzare la cassaforma del giunto	pag 71 / 74
Sistema Soilmec	pag 75 / 76
Taralog - Jean Lutz	pag 77 / 78
Fluidi di perforazione - Specifiche tecniche	pag 79 / 94
Scelta delle pompe per fanghi (tratto da edizioni PEI)	pag 95 / 97
Diaframmi con la fresa Bauer (Italiano)	pag 98 / 118
Alcune aziende del settore.	pag 119



## LA "BIBBIA" DEI DIAFRAMMI (ING. GIUSEPPE BOTTO)

### 1) DEFINIZIONE DI UN DIAFRAMMA

Uno dei problemi, abbastanza frequenti e non sempre di facile soluzione che l'ingegneria delle fondazioni è chiamata ad affrontare è l'intercettazione o l'isolamento di falde sotterranee in terreni immersi.

Queste opere d'intercettazione (schermi) possono essere di vario tipo, e la loro scelta è condizionata dalle caratteristiche del terreno e dalla natura della struttura principale.

I sistemi generalmente più usati sono i seguenti:

**A)** Schermo d'iniezioni cementizie o chimiche **B)** Palancolati di contenimento (in acciaio, calcestruzzo, o legno) **C)** Diaframmi gettati in opera di calcestruzzo o altri materiali

Con diaframma (o paratia) s'intende quindi un particolare tipo di schermo sotterraneo impermeabile. Esso è realizzato in calcestruzzo o altri materiali gettati in sito, previo idoneo scavo del terreno cui il calcestruzzo si sostituisce. Sostanzialmente esso è un setto impermeabile verticale di spessore ridotto, rispetto alla sua estensione in profondità, che in molti casi può essere notevole. Nel caso di diaframmi in c.a. a lui sono affidate anche funzioni statiche, anzi nel tempo queste ultime hanno in sostanza assunto un ruolo predominante.

### 2) Cenni generali sull'applicazione dei diaframmi in c.a.

Come sopra accennato il diaframma in c.a. è una struttura del tutto simile ad un muro in cemento armato che al posto di estendersi in elevazione si sviluppa in profondità e del quale assume anche le funzioni.

Le sue applicazioni quindi sono:

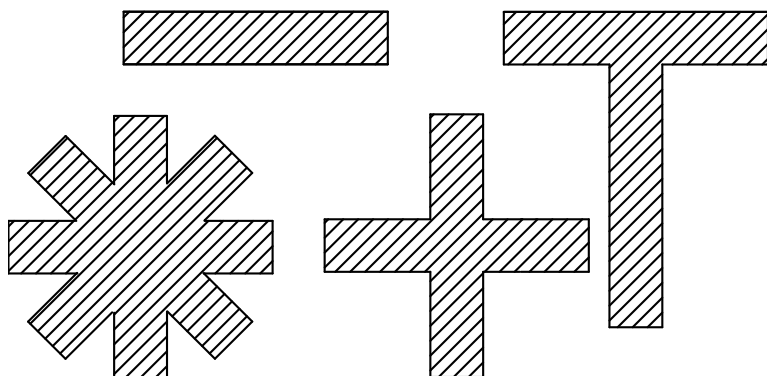
- A)** Schermo impermeabile per intercettazione di falde sotterranee per esempio: taglione in profondità d'opere di sbarramento, cintura perimetrale a scavi profondi ecc.  
**B)** Opere di sostegno per es.: muro di sostegno di pareti a protezione di scavi, difesa al piede di argini o scapate, muro di contenimento di banchine o moli ecc.  
**C)** Elementi portanti per fondazioni indirette per es.: singoli pannelli a sezione rettangolare, croce, T o a stella, usati in alternativa ai pali.

### 3) Dimensioni e forme correnti

Il diaframma in c.a. è nato dalla necessità di migliorare la tura allora esistente usata in alternativa al palancolato metallico, costoso e non sempre utilizzabile. Questa tura era una struttura discontinua per lo più costituita da uno schermo di pali accostati, generalmente in legno o calcestruzzo, di scarsa affidabilità soprattutto per quanto riguarda la tenuta idraulica.

Il diaframma invece essendo realizzato da una struttura continua formata da elementi verticali monolitici a sezione per lo più rettangolare, contigui e opportunamente giuntati fra loro è in grado di offrire una sicura garanzia di impermeabilità.

Le forme e le dimensioni più in uso sono le seguenti:



#### A) Diaframmi lineari

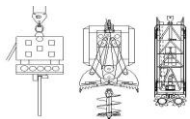
Sono una serie di elementi contigui a sezione rettangolare (chiamati pannelli) il cui lato più breve (spessore) è compreso generalmente tra i 50 e i 120 cm. Il lato più lungo varia da 2 a 6 metri.

#### B) Diaframmi a T

Sono costituiti da elementi di sezione a forma di T di spessore generalmente non superiore al metro. La dimensione dell'ala si aggira intorno ai 3 metri, mentre il gambo è di lunghezza variabile, comunque in genere ha le stesse dimensioni dell'ala.

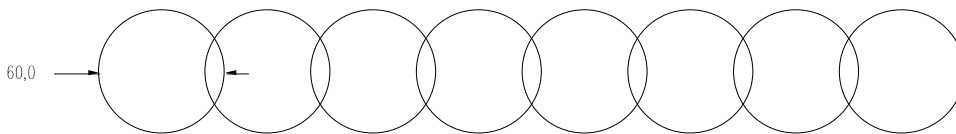
#### C) Diaframmi a stella e a croce

Sono essenzialmente utilizzati come elementi portanti in sostituzione di pali, per essi valgono le stesse dimensioni indicate per gli elementi a T.



#### D) Diaframmi a pali

Si usano ancora, e solo in casi particolari, diaframmi costituiti da una serie di elementi cilindrici o simili compenetranti tra loro. Questi tipi di diaframma sono stati quelli che hanno dato l'avvio al nascere di nuove tecnologie nell'esecuzione di ture sotterranee impermeabili portando in seguito alla realizzazione degli attuali diaframmi. Generalmente questi diaframmi sono costituiti da pali in c.a. aventi, il più delle volte, un diametro di 60 cm e intersecandosi tra loro migliorano il collegamento tra palo e palo agli effetti di una maggiore tenuta idraulica.



#### 4) CARICHI

Come già detto al diaframma in c.a. sono stati affidati nel tempo oltre che funzioni di schermo impermeabile anche funzioni statiche essendo risultato che esso, nonostante il particolare ambiente nel quale viene realizzato il getto, si comporta come una normale struttura in c.a.

Normalmente i carichi verticali applicati non debbono indurre nel calcestruzzo sollecitazioni per compressione superiori a  $40 \square 50 \text{ Kg/cm}^2$ .

Queste strutture sono in grado di sopportare sollecitazioni flessionali e taglianti di entità tale che le tensioni ideali non eccedono  $80 \square \square \square 90 \text{ Kg/cm}^2$ . A titolo indicativo riassumiamo qui sotto una tabella dei carichi che possono essere applicati ad un metro corrente di diaframma lineare in funzione dello spessore e dell'armatura.

Spessore (cm)		60	80	100	120
Armatura ( $\text{Kg/m}^2$ )	60	65	70	75	
Carico verticale (ton)	30	35	45	55	
Momento flettente (ton x MT)	60	80	110	145	

Nel caso di diaframmi a T, aumenta, come è intuibile, la capacità di sopportare momenti flettenti più elevati ; per esempio, pannelli di 80 cm di spessore a T con ala da 3,50 mt ,sono stati in grado di sopportare  $400 \pm 420 \text{ ton}$ . per metro.

#### 5) Terreni nei quali i diaframmi sono realizzati e fasi esecutive

Salvo casi particolari, i diaframmi sono richiesti per realizzare schermi impermeabili o opere di sostegno e molto più frequentemente sono chiamati a svolgere entrambe le funzioni. I terreni che richiedono il loro impiego sono quindi generalmente costituiti da formazioni permeabili, quasi sempre di natura alluvionale, o di scarsa stabilità o spingenti (per esempio argille). Tutti questi terreni però devono possedere determinati requisiti, in assenza dei quali non è possibile costruire i diaframmi attraverso di essi, a meno di non ricorrere a interventi preventivi costosi ed a volte di esito incerto.

I terreni quindi devono essere:

**A).** Di facile scavo terreni con trovanti o blocchi rocciosi non sono quindi indicati. **B).** A tenuta di fango bentonitico usato per sostenere le pareti dello scavo in fase di esecuzione, terreni elastici, alluvioni grossolane prive di elementi fini, zone interessate da canalizzazioni sotterranee non preventivamente occluse, non permettono quindi l'esecuzione di diaframmi.

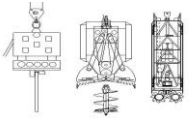
**C).** Terreni di consistenza non inferiore a determinati valori ( $R_p \square \square \square \text{ Kg / cm}^2$ ) in particolare i terreni fangosi richiedono un attento studio preliminare delle loro caratteristiche prima di decidere la costruzione di un diaframma in essi. Per la costruzione dei diaframmi sono state messe a punto varie tecnologie, comunque tutte quante hanno in comune le seguenti fasi esecutive:

**1ª Fase)** Scavo del terreno in profondità a sezione obbligata. Per stabilizzare le pareti dello scavo viene utilizzato un fango generalmente a base di bentonite, con il quale si mantiene costantemente colmo lo scavo in corso. Si realizza cioè lo scavo del terreno e la sua immediata sostituzione con fanghi stabilizzanti

**2ª Fase)** Posa in opera a scavo ultimato di armature in tondino di ferro già assemblate fuori opera in apposite gabbie, e degli eventuali casseri recuperabili a getto ultimato per la formazione dei giunti.

**3ª Fase)** Getto dello scavo di calcestruzzo generalmente con il sistema "contractor". In questa fase si effettua la totale sostituzione del fango stabilizzante di perforazione con il calcestruzzo. Il calcestruzzo in tal modo si sostituisce al fango bentonitico e successivamente a presa avvenuta costituisce assieme all'armatura in ferro, il diaframma in c.a.

Praticamente le varie tecnologie esecutive dei diaframmi, messe a punto nel tempo, variano tra loro per il sistema usato per effettuare lo scavo che deve essere stabile, a sezione obbligata ed a pareti verticali, e così pure non si differenziano nelle fasi di posa in opera delle armature e getto del calcestruzzo. Ci soffermeremo quindi sui vari metodi di scavo utilizzati a partire dai primi, fino ad arrivare a quelli attualmente in uso, illustrando in particolare le fasi 2 e 3.



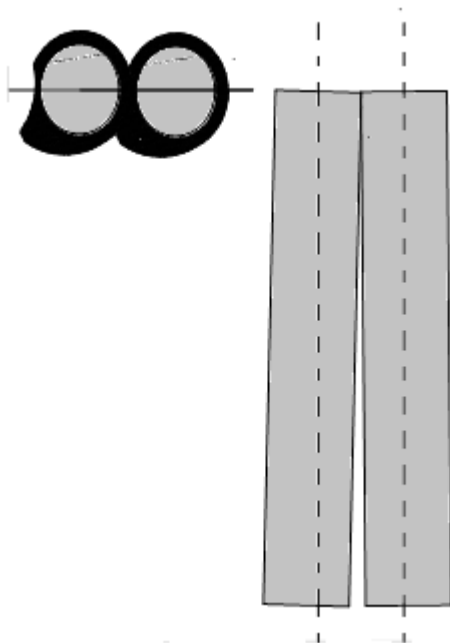
## 6) TECNICHE ESECUTIVE

### Brevi cenni storici

L'inizio della moderna tecnologia dei diaframmi può essere fissato nell'anno 1950 quando l'impresa di fondazioni ICOS si aggiudicò l'appalto per la costruzione di un diaframma a pali secanti in c.a. attraverso l'alveo del fiume Volturno a Venafro nei pressi di Caserta.

In questa occasione, per la prima volta in un'opera idraulica venne utilizzato, durante l'esecuzione dei pali di una tura, il sistema di perforazione senza rivestimento dello scavo con l'impiego di fanghi bentonitici stabilizzanti già utilizzato lungamente nel campo delle trivellazioni petrolifere. Tutti i successivi perfezionamenti e le innovazioni che hanno portato agli attuali diaframmi a pannelli presero l'avvio da questa prima applicazione.

### Paratia a pali secanti



Questo tipo di diaframma rappresenta il coronamento di una lunga serie di tentativi precedenti volti alla ricerca di un miglioramento della classica tura a pali accostati ( $\varnothing 420 \pm 500$ ) la quale non era in grado di garantire la tenuta idraulica richiesta. Infatti la zona di tangenza dei pali, anche perfettamente verticali era comunque di così esigua consistenza da non formare un valido schermo al passaggio dell'acqua; inoltre, poiché la perforazione tubata il più delle volte devia dalla verticale, in profondità i pali divergono fra loro rendendo la tura discontinua e permeabile. Vennero perciò escogitati vari sistemi per migliorare la zona di tangenza dei pali. In pratica si cercò di rendere i pali compenetranti sia ponendo in opera in un preforo tubato un prefabbricato sagomato, sia impiegando nell'esecuzione delle perforazioni, colonne di rivestimento non più a sezione circolare ma di particolare forma con lunette in modo da realizzare quel maggior contatto o incastro dei pali tra loro. Tutti questi sistemi trovarono però un ostacolo insormontabile nell'impossibilità pratica di mantenere la verticalità ai prefori eseguiti, per cui in profondità si verificavano gli stessi inconvenienti di distacco degli elementi incastro dei pali tra loro. Tutti questi sistemi trovarono però un ostacolo insormontabile nell'impossibilità pratica di mantenere la verticalità ai prefori eseguiti, per cui in profondità si verificavano gli stessi inconvenienti di distacco degli elementi già registrate nelle ture dei pali tangenti. Questi metodi ormai caduti in disuso sono citati per evidenziare quella che fu la sostanziale innovazione nella tecnica esecutiva apportata dalla ICOS nel lontano 1950 cioè

l'introduzione di un sistema di perforazione non più tubato che permise l'esecuzione di fori verticali. Il diaframma venne così realizzato:

**a)** I pali erano secanti tra loro, il diametro di 60 cm e con interasse di 50 cm e la paratia veniva realizzata in due fasi.

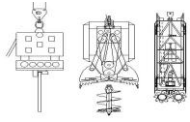
Nella prima fase si eseguiva un certo numero di pali isolati, con interasse doppio di quello sopra indicato SERIE DISPARI. Nella seconda fase si eseguivano i pali intermedi che si incastravano nei pali della prima serie scalpellando e asportando il calcestruzzo dei pali laterali SERIE PARI.

**b)** Il sistema di perforazione adottato era quello a percussione canadese con aste cave, senza rivestimento del foro e con impiego di fanghi stabilizzanti bentonitici in circolazione diretta. Con questo sistema si ottenne una paratia a pali compenetranti e quindi vi fu un notevole miglioramento del giunto fra palo e palo ed inoltre sicuramente impermeabile per tutta la sua profondità data la sicura verticalità dei pali. Ritengo opportuno illustrare per quali motivi il sistema di perforazione sopraccitato permise di eseguire fori verticali non ottenibili con la perforazione tubata e inoltre che il problema della verticalità dei vari elementi che costituiscono un diaframma è sempre attuale in quanto la tenuta di una paratia si realizza solamente se gli elementi che la compongono rimangono complanari tra loro per tutta la sua estensione. La perforazione tubata è difficilmente verticale per i seguenti motivi:

**1)** Difficoltà ad iniziare la perforazione con la colonna di rivestimento perfettamente verticale, con i mezzi comunemente usati.

**2)** Deviazione della colonna di rivestimento durante la perforazione per difetto di omogeneità del terreno.

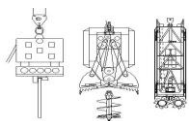
Nel caso poi delle costruzioni di ture per la presenza laterale o di un palo già gettato il cui fusto ovviamente presenta irregolarità a volte anche notevoli o di una colonna già infissa questa disuniformità si accentua.



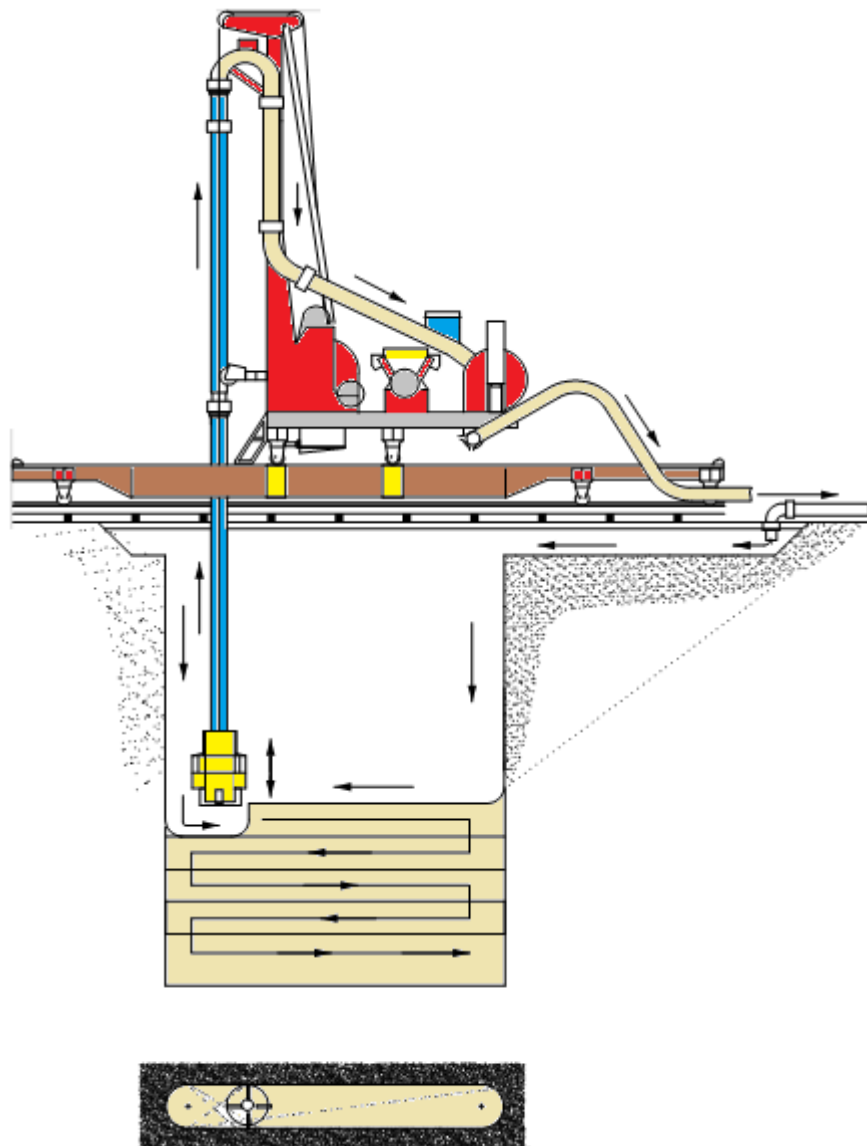
Al sistema adottato dalla **ICOS** si abbinarono due tecniche (percussione e perforazione non rivestita) che assicurano la verticalità dei fori anche in condizioni di terreno non uniforme, e soprattutto nelle difficili condizioni che si incontrano durante la perforazione dei pali della seconda fase che dovevano farsi strada nel calcestruzzo dei pali laterali dove si dovevano incastrare. La perforazione a percussione si avvale di un pesante scalpello a lama tagliente che viene lasciato liberamente cadere sul fondo del foro, esercitando così un'energica azione di frantumazione del terreno.

In tal modo è ovvio che lo scalpello non viene influenzato da fattori devianti durante il suo moto di caduta e si mantiene sicuramente su un allineamento verticale durante la perforazione essendo oggetto alla sola forza di gravità. Nei sistemi precedentemente usati una tubazione di rivestimento seguiva la perforazione proteggendola man mano che essa veniva eseguita, in tal modo però lo scalpello o qualsiasi altro attrezzo di scavo a percussione era costretto ad agire lungo l'asse del tubo di rivestimento che non sempre per le ragioni sopracitate, coincideva con la verticale, per cui l'impiego della percussione in queste condizioni non poteva dare sufficienti garanzie di verticalità. L'abbinamento invece delle due tecniche (percussione e perforazione non rivestita) permette allo scalpello di non essere più condizionato dalla tubazione di rivestimento e di eseguire quindi delle perforazioni verticali. I detriti di risulta della perforazione sono portati in superficie dagli stessi fanghi stabilizzanti che, pompatisi al fondo del foro attraverso le aste cave di perforazione trascinano nel loro moto ascensionale i detriti alla bocca del foro e conseguentemente separati per mezzo di un vibro vagli; reintegrano continuamente il fluido di perforazione.

Il sistema di circolazione dei fanghi è lo stesso utilizzato nelle perforazioni petrolifere, tuttavia non vi sono le medesime condizioni, infatti in queste ultime il diametro dei fori è di dimensioni molto limitato, generalmente non superiore a 10" e le potenze delle pompe di circolazione molto elevate con notevoli velocità ascensionali dei fanghi; ne deriva che il trasporto alla superficie dei detriti si effettua agevolmente e che la viscosità dei fanghi può essere contenuta entro limiti ragionevoli a tutto vantaggio sia della loro depurazione indispensabile al loro riutilizzo che della loro minore potenza necessaria al loro pompaggio.



### DIAFRAMMI A CIRCOLAZIONE DI FANGHI ROVESCIA



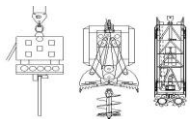
#### Sistema a percussione RODIO

La RODIO S.p.A. fu la prima ad impiegare verso la fine del 1953 la circolazione rovescia, prima utilizzata per la perforazione di pozzi di grande diametro, unitamente al sistema a percussione per eseguire un diaframma a pannelli. Infatti la prima realizzazione venne realizzata a Bondeno sul Po quale opera di presa di uno scolmatore di piena collegato con il fiume Reno. L'attrezzo scavante a percussione è formato da una pesante campana a bordi taglienti e munito di lame radiali, di diametro pari allo spessore del diaframma da eseguire azionato a mezzo di un argano con funi a caduta libera e coassiale ad una batteria di aste cave da  $6'' \pm 8''$  collegata ad una pompa draga aspirante che effettua la circolazione dei fanghi e porta in superficie i detriti. Lo scavo viene realizzato per strati orizzontali di 40-50 cm lungo tutta la lunghezza del singolo pannello, facendo scorrere avanti e indietro lungo l'asse orizzontale del diaframma tutta l'attrezzatura del di perforazione che è installata su un carrello semovente a rotaie. Il sistema ha elevate doti di affidabilità, infatti possiede tutti i vantaggi offerti dalla percussione è in grado cioè di eseguire scavi perfettamente verticali in terreni difficili alluvionali anche con trovanti o morene.

Con la circolazione rovescia inoltre si utilizzano fanghi a bassa viscosità, facilmente e continuamente depurati dai detriti in vasche di decantazione, per cui il getto del calcestruzzo avviene nelle migliori condizioni.

I punti deboli del sistema sono invece: apparato di circolazione dei fanghi, che essendo realizzato con una pompa centrifuga aspirante, presenta notevoli problemi di esercizio.(necessità di una perfetta tenuta del circuito

in depressione, continuo controllo durante la perforazione del rapporto solido liquido nei fanghi ecc.) Necessità di disporre di operatori altamente specializzati per le difficoltà operative e di gestione di una attrezzatura così complessa; impianto di circolazione dei fanghi reflui oneroso per le notevoli portate in gioco (100 – 200 litri/sec.) bassa produttività rispetto agli attuali sistemi a benna. Tali tipi di attrezzature furono messi a punto in modo pressoché analogo anche da altre imprese: ELSE, FONDISA, TITANIA ecc. che utilizzavano sistemi a rotoperussione per lo scavo della paratia, conservando però tutti i pregi e i difetti sopracitati di tali attrezzature che sono stati abbandonati man mano da tutte le imprese per il loro alto costo di funzionamento. Un sistema ancora in uso per particolari condizioni ed esigenze di cantiere è il sistema a frese multiple THONE BORING consistente in una pesante struttura sommersa la quale supporta una serie di piccole frese ad asse verticale, messe in diretta circolazione da motori idraulici, che viene calata nello scavo man mano che esso si approfondisce. Le frese sono disposte in modo da coprire completamente l'area corrispondente ad un pannello (generalmente 2,50 – 3,00 metri). I detriti vengono portati in superficie con una circolazione rovescia di fanghi realizzata con una pompa draga posta in superficie. La depurazione dei fanghi prima di essere rimessi in circolo nello scavo viene effettuata generalmente tramite un vibro vagli (dissabbiatore centrifugo). Questo sistema di perforazione è molto valido e permette una elevata produttività specifica ma la complessità di accantieramento e di gestione delle attrezzature riducono notevolmente la produzione media. Inoltre esso richiede un notevole impiego di mano d'opera non compatibile in aree dove il costo di quest'ultima è elevato. Limitatamente ai cantieri con terreni molto duri si utilizzano anche attrezzi che basano il loro funzionamento sul principio delle frese da roccia per lo scavo dei tunnel

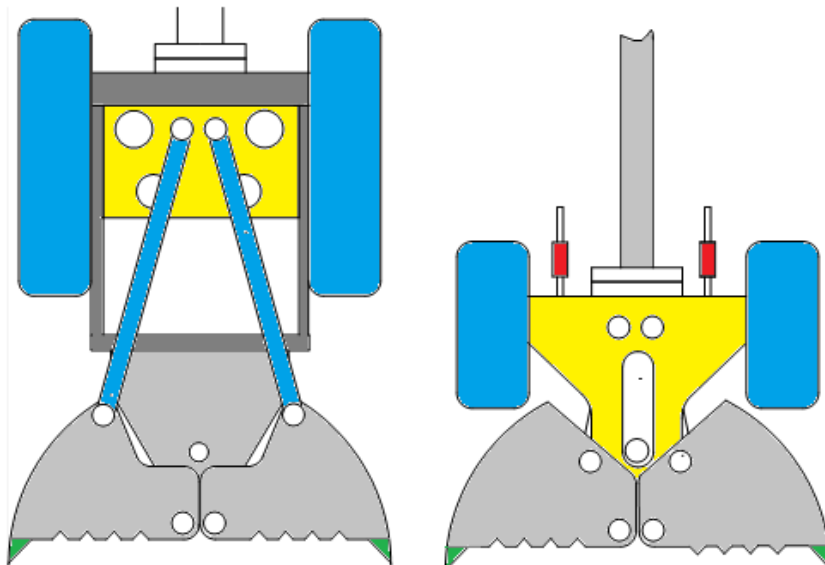


## DIAFRAMMI ESEGUITI IN AMBIENTE DI FANGHI STATICI

Parallelamente ai sistemi di scavo con fanghi in circolazione rovescia si misero a punto altri sistemi, dove lo scavo viene realizzato con benne mordenti o raschianti ed il fango viene utilizzato solo come mezzo per stabilizzare le pareti della trincea.

Mentre il sistema a benna raschiante è praticamente caduto in disuso i sistemi a benne mordenti bivalve si sono invece affermati e sono quelli generalmente impiegati oggi; essi si possono classificare così:

### A) Benna con sospensione a fune



Con questo sistema la benna è manovrata per le operazioni di calaggio e sollevamento da una fune metallica, azionata da argani a caduta libera o normali posti su escavatori o gru cingolati. Solitamente queste benne sono molto robuste e pesano fino a 6 – 7 tonnellate sia perché la verticalità dello scavo è affidata alla sola gravità e sia perché molte volte le benne vengono usate anche come scalpello quando i terreni sono particolarmente duri. La sospensione a fune richiede particolari accorgimenti con impiego di funi anti girevoli, che impediscono la rotazione della benna e la conseguente deviazione dello scavo dal piano verticale. La chiusura delle valve può essere effettuata in tre differenti modi:

#### 1) Chiusura a fune

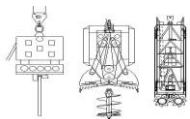
In questo caso una seconda fune comandata da un argano montato sulla gru aziona la chiusura della benna per mezzo di un gioco a taglie; questa seconda fune serve pure per il sollevamento della benna a valve chiuse. Questo sistema presenta i seguenti svantaggi: tempo di chiusura delle valve molto lento. Il tiro della fune esercita durante la fase di chiusura delle valve una trazione verso l'alto della benna alleggerendola e riducendone di conseguenza la potenza di scavo. Presenta invece il notevole vantaggio di mantenere automaticamente la benna in posizione verticale anche durante la fase di chiusura delle valve garantendo così la massima verticalità della trincea.

#### 2) Chiusura idraulica

Le valve vengono azionate da uno o due pistoni idraulici comandati da una pompa esterna e con il sincronismo in chiusura delle valve ormai raggiunto dai vari costruttori si ha una maggior rapidità di funzionamento e una maggior potenza di chiusura delle valve stessi.

Svantaggi del sistema: I tubi idraulici che portano l'olio in pressione sono comunque una complicazione, essi sono generalmente avvolti su raccoglitori a tamburo girevoli a molle multiple e nei modelli odierni a motori idraulici che in alcuni casi pongono dei problemi, difficoltà a mantenere la verticalità dello scavo, infatti tutte le benne bivalve durante la fase di chiusura sono soggette ad uno spostamento verso l'alto, questo comportamento è spiegato dal fatto che i taglienti delle valve penetrando nel terreno descrivono una traiettoria differente da quella circolare.

**L'operatore deve avere l'avvertenza di tenere leggermente in tiro con la fune di sollevamento della benna durante la fase di chiusura altrimenti avviene che questa si appoggia ad una delle due pareti inclinandosi e dando così inizio ad una deviazione dello scavo che si accentuerà sempre più con l'approfondimento dello stesso.**



### 3) Chiusura elettro idraulica

In questo caso la benna ha incorporato un motore elettrico azionante una centralina idraulica che a sua volta alimenta i pistoni di apertura e chiusura delle valvole. Un cavo elettrico alimenta dalla superficie il motore e trasmette inoltre gli impulsi alle varie elettrovalvole che comandano i movimenti dei pistoni. Questo sistema rispetto al precedente ha il vantaggio di sostituire i due tubi flessibili di alimentazione dell'olio in pressione con un solo cavo elettrico. Ha però lo svantaggio di avere una minore potenza, per il resto valgono le stesse considerazioni fatte in merito alla benna idraulica.

### B) Benne solidali con asta rigida di manovra (Kelly)

Negli ultimi decenni sono stati introdotti in sostituzione della fune di manovra un'asta rigida (kelly) al piede della quale è fissata solidamente la benna di scavo. Questo kelly scorre entro una robusta guida montata su una gru cingolata e tenuta in posizione verticale da una serie di martinetti idraulici. In questo caso la verticalità dello scavo non è più solamente affidata alla gravità ma dipende soprattutto dal posizionamento corretto del kelly la cui verticalità dovrebbe essere soggetta a un continuo controllo durante lo scavo. Sono stati messi a punto dai diversi costruttori dei sistemi di controllo in cabina più o meno efficienti e addirittura ha preso piede sempre più l'uso del kelly telescopico montato su una tavola rotante a 90 e 180° la quale permette il posizionamento dell'asta anche in posizioni difficoltose, vicino ad angoli di muri o fondazioni eseguite in precedenza questo sistema presenta indubbi vantaggi rispetto ai sistemi a fune:

**A)** Permette l'impiego di benne con comando idraulico senza gli inconvenienti prima descritti propri delle benne a funzionamento idraulico o elettro idraulico in quanto durante la fase di chiusura delle valve la benna viene tenuta nella corretta posizione dal kelly e non può quindi appoggiarsi su una delle pareti dello scavo; e bisogna dire che è senza dubbio questo il maggior vantaggio offerto da questo sistema.

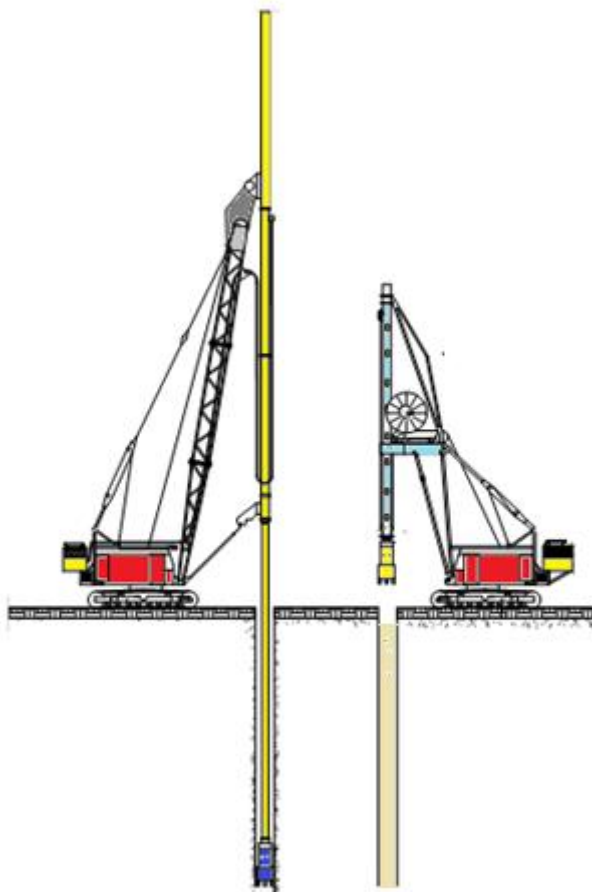
**B)** Assicura una notevole velocità di scavo sia perché i tempi di manovra vengono ridotti infatti è molto più difficoltoso manovrare una pesante benna sospesa ad una fune e quindi soggetta ad oscillazioni durante le operazioni di rotazione dell'escavatore nel carico e scarico, nel centraggio dei muretti che una benna solidale ad un'asta rigida, sia perché il complesso benna kelly è molto pesante e quindi le valve hanno una notevole penetrazione nel terreno.

**C)** Viene completamente eliminato il pericolo di rotazione della benna sul proprio asse verticale che con la sospensione a fune è sempre presente. Questo sistema però, esige, come sopra detto, una particolare attenzione dell'operatore per garantire la verticalità dei pannelli inoltre ha una limitazione nelle profondità raggiungibili (max 40 – 45 MT.) per evidenti motivi di ordine meccanico e costruttivo dell'attrezzatura. Sarebbe inoltre indispensabile impiegare una gru sovradimensionata in modo da mantenere la guida del kelly in posizione verticale durante tutte le operazioni di scavo; se la gru è al limite della prestazione il sistema che tiene in posizione la guida dell'asta durante le operazioni di sollevamento del complesso benna-kelly tende ad inclinarsi in avanti portando fuori dalla

verticale l'attrezzatura; inoltre il tiro per il sollevamento che generalmente è applicato al piede dell'asta diventa eccentrico e ne esalta la deviazione. Ne consegue che la verticalità dello scavo è sempre più compromessa. Per ovviare a quest'ultimo inconveniente alcuni costruttori ultimamente hanno spostato il punto di attacco del tiro di sollevamento il più possibile verso l'alto.

### CONSIDERAZIONI

Pensiamo di avere illustrato anche se velocemente i sistemi di scavo più significativi usati per la costruzione dei diaframmi a pannelli. Dobbiamo dire che ormai i sistemi a benna, soprattutto quelli a benne guidate hanno praticamente soppiantato tutti gli altri metodi per la loro semplicità e rapidità di scavo. Tali sistemi di scavo però richiedono una maggiore cura nelle operazioni di controllo e depurazione dei fanghi prima del getto del pannello. L'incidenza nei costi globali dell'esecuzione di un diaframma dovuta a questi interventi su i fanghi diventa perciò proporzionalmente più alta, per cui molte volte le imprese esecutrici specializzate cercano di evitarne l'esecuzione o di eseguirle in modo affrettato ed incompleto, agevolati anche dal fatto che in pratica da parte dei committenti, quasi sempre imprese generali non vengono effettuati sufficienti controlli in questo senso.



## GIUNTI

Nel caso di diaframmi a pali secanti il giunto tra i vari elementi attigui è realizzato direttamente durante lo scavo e quindi non richiede interventi successivi. La sua buon'esecuzione è perciò strettamente legata al sistema ed alla cura con cui è eseguita la perforazione.

Nel caso invece dei diaframmi a pannelli l'esecuzione dei giunti, tra l'altro di numero ridotto rispetto a quello dei diaframmi a pali, richiede particolari accorgimenti.

Un buon giunto deve impedire il passaggio dell'acqua, occorre quindi che garantisca:

- 1) Un contatto contiguo per tutta la sua altezza tra i pannelli adiacenti.
- 2) Che il calcestruzzo in prossimità del giunto sia di buona qualità e non abbia inclusioni di sabbia e bentonite o altre impurità.
- 3) Che il cake di bentonite nei pannelli in corrispondenza del giunto non abbia uno spessore eccessivo (non superiore a qualche millimetro)

Per soddisfare la prima condizione si ricorre all'impiego di speciali cassetture recuperabili, o a distruzione. Questi casseri vengono posti in opera nello scavo ultimato e per tutta la profondità prima del calaggio di eventuali gabbie di armatura ed in corrispondenza di quella estremità dello scavo che verrà poi a contatto con l'elemento del diaframma adiacente il cui scavo è ancora da eseguire. Tale cassero che sarà poi recuperato a presa del getto iniziata, fa in modo che il calcestruzzo di quest'elemento presenti in corrispondenza del successivo pannello con il quale verrà in contatto, una superficie liscia, verticale e conformata in modo tale da aumentare il percorso dei filetti fluidi che tentassero di passare attraverso il giunto.

A nostro avviso ha poca importanza la forma del cassero. In generale ogni impresa specializzata utilizza casseri di propria concezione e realizzati anche non perdendo di vista il problema del costo operativo. Di estrema importanza sono invece sia la corretta messa in opera del cassero che il suo recupero; comportandosi come le cassetture rampanti, essi infatti vengono recuperati tirando verso l'alto man mano che il getto sale nel pannello e come tali richiedono particolari attenzioni al fine di evitare strappi o collassi nel calcestruzzo o l'incollamento del cassero alle pareti. I tempi e le modalità di recupero devono perciò essere determinati di volta in volta in cantiere e sono legati alle caratteristiche del calcestruzzo, del terreno e di tutte le condizioni ambientali che possono influire sui tempi di presa, è bene che il recupero sia effettuato, con martinetti idraulici invece che con un tiro a fune con taglie, meno controllabili; generalmente si deve in ogni modo evitare un tiro a strappi è inoltre necessario che il cassero sia posto in opera in posizione verticale e mantenuto in tale assetto durante il getto.

Se la parete dello scavo alla quale il cassero si appoggia è verticale non vi sono problemi, quando però questa condizione non si verifica è molto difficile, anche se il cassero è posto in modo corretto mantenerlo nel suo giusto assetto poiché, per effetto dell'azione del calcestruzzo, che è necessariamente molto fluido, il cassero si deforma o si appoggia alla parete inclinandosi.

A parte ogni considerazione sulla qualità finale del giunto, il recupero del cassero diventa difficoltoso ed a volte impossibile.

L'operatore in questi casi è generalmente portato ad anticipare i tempi di recupero, con il pericolo di smottamenti del calcestruzzo non ancora sufficientemente indurito. Da parte di parecchie D.L. si ricorre nell'errore opposto di ritardare in modo irragionevole il recupero dei casseri, nella convinzione errata di avere un giunto migliore. E' in ogni modo intuibile che più il cassero è robusto più aumenta la sua affidabilità. Si può ottenere una buona qualità del calcestruzzo in corrispondenza del giunto, (rispetto alla seconda condizione) impiegando calcestruzzo con caratteristiche adeguate, eseguendo correttamente tutti quegli interventi necessari a garantire prima del getto, fanghi con caratteristiche appropriate e nel caso dei diaframmi in c.a. impiegando un'armatura concepita, in modo tale da non ostacolare l'afflusso di calcestruzzo nella zona del giunto. Per limitare poi lo spessore del cake di bentonite nel giunto occorre tenere sotto controllo le caratteristiche dei fanghi anche durante la perforazione. La pulizia meccanica con appositi attrezzi raschia giunti del calcestruzzo nel pannello a contatto di quello da gettare, eseguita a scavo ultimato è una buona pratica ma può risultare inutile se il giunto non è verticale o se i pannelli non sono perfettamente complanari. Ultimamente viene sempre più spesso utilizzato il giunto a distruzione tipo MILANO.

La cassetture è formata da un tubo di plastica ad alta resistenza di circa 200 mm di diametro, fermato in modo semplice all'estremità dell'armatura, che appoggia alla parete dello scavo; Il tubo è distrutto come sopra descritto a scavo ultimato con l'ausilio di un pesante scalpello appositamente conformato. Anche per questo tipo di giunto, valgono le regole sopracitate e inoltre il tubo si può deformare molto più facilmente, data la spinta del calcestruzzo dando origine a problemi di scalpellata poiché l'attrezzo fatica oltremodo a penetrare nel cassero stesso.

## 8 FANGHI DI SOSTENTAMENTO

### A) Scopi e caratteristiche

Ormai sui fanghi di perforazione esiste una bibliografia estesa perciò dedicheremo a quest'argomento solo qualche cenno.

Come già detto uno scavo può mantenersi stabile se viene colmato da un fango costituito da una miscela colloidale d'acqua e argilla. Generalmente si utilizza la bentonite che è una particolare argilla, la quale si presta in modo specifico alla formazione di fanghi colloidali.

Le bentoniti vengono commercializzate, allo stato di polvere finissima in sacchi da 25 o 50 kg o sfusa.

**Una buona bentonite deve avere le seguenti caratteristiche:**

- Residui al vaglio da 10.000 maglie/cm <sup>2</sup>	3 %
- Limite di liquidità	400
- Tenore d'umidità	15 %
- Viscosità marsh 1500/1000 della sospensione al 6% in acqua distillata	40"
- Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore	2 %
- Acqua separata per pressofiltrazione di 450 cc della sospensione al 6 % in 30 minuti <sup>1</sup> alla pressione di 7 kg/cm <sup>2</sup>	18 cm <sup>3</sup>
- pH dell'acqua filtrata	7
- Spessore del "cake" sul filtro della filtropressa	2,5 mm

**Essa va miscelata con acqua dolce nel rapporto di 50-60 kg di bentonite per 1000 lt d'acqua**

Il fango prodotto va tenuto a maturare per almeno 24 ore prima del suo impiego, per dare modo alla bentonite di idratarsi completamente. In molte specifiche tecniche s'indicano le caratteristiche principali che devono avere i fanghi prima dell'uso esse sono le seguenti:

- Peso specifico non superiore a 1,08 t/m<sup>3</sup>
- Viscosità marsh compresa tra 37-38" a 55"

Non sono d'accordo nel fissare, come generalmente si usa, il limite superiore del fango, sarei piuttosto del parere di fissare il limite inferiore di sotto al quale un fango cessa d'essere tale.

Durante il corso dello scavo, il fango è inevitabilmente inquinato dai detriti scavati, che determinano anche variazioni notevoli della sua composizione. Vi sono alterazioni chimiche del pH, di composizione; alla bentonite come mezzo disperso si aggiunge alle parti più fini del terreno che il fango incorpora a causa della sua viscosità. Mentre le parti grossolane del terreno sono separate dai fanghi già durante lo scavo, la sabbia ed i finissimi non sono eliminabili che a scavo ultimato, si usano due sistemi:

- 1) Sostituzione completa dei fanghi con altri già depurati e rigenerati con l'apporto di fanghi freschi.
- 2) Trattamento alla bocca dello scavo dei fanghi freschi e loro rigenerazione.

IL primo sistema è il più rapido, ma richiede una centrale per il trattamento e la rigenerazione dei fanghi che è possibile realizzare in cantiere solo se la quantità di diaframmi da eseguire supera certi valori (15.000-20.000 mq).

Il secondo sistema ovviamente è più lento e quindi incide sul tempo complessivo necessario per la costruzione del diaframma, però richiede meno spese d'impianto generale dei fanghi, ed è quindi utilizzato nei cantieri minori.

In ogni caso le attrezzature impiegate per la rigenerazione dei fanghi sono le stesse.

Si usa inoltre fissare dei valori massimi delle caratteristiche che i fanghi devono avere, durante la perforazione e prima dell'esecuzione del getto. Essi sono per lo più i seguenti:

- Peso specifico durante la perforazione non superiore a 1,25 t/m<sup>3</sup>
- Prima dell'inizio delle operazioni di getto non superiore a 1,15 t/m<sup>3</sup>
- Contenuto di sabbia non superiore al 5-6 % del volume.

Sono però contrario, ad una generalizzazione dei valori massimi accettabili; prendendo in considerazione per esempio, il peso del volume, quando s'incontrano terreni fini, il finissimo che può avere dimensioni pari, se non inferiori, a quella della miscela idratata della bentonite, entra a far parte integrante del fango perciò è in pratica impossibile separarlo dalla bentonite stessa. In questo caso il peso del volume può superare i limiti fissati, senza però che sia alterata la funzionalità del fango.

A volte succede che il capocantiere per mantenere il peso del volume entro determinati limiti, diluisca il fango con acqua, riportando il peso del volume al valore richiesto degradando però il fango, che perderà così buona parte delle sue proprietà colloidali. Lo stesso dicasi per le altre caratteristiche perciò, mi permetto di rivolgere un invito a quanti, sono preposti a stabilire i valori delle caratteristiche di un fango, perché tengano conto di volta in volta, nel definirli, del terreno attraverso il quale il diaframma è scavato. Penso, invece, che i valori di sabbia debbano essere abbassati al 3-4% ma che pure per loro, non si scenda al di sotto del 1-1,5% essendo ormai stato dimostrato, che un fango impoverito delle sue parti solide non risponde più al compito al quale è chiamato.

### B) Confezionamento dei fanghi bentonitici

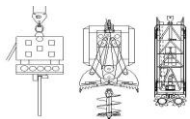
Il fango si ottiene miscelando la bentonite in polvere con acqua, con dosaggio a volume o a peso, con l'ausilio d'appositi mescolatori colloidali manuali o automatici a volte integrati da pompe centrifughe. I tempi di miscelazione non devono essere troppo brevi, e in altre parole non inferiori a 3', ma neppure troppo lunghi. Molte bentoniti sono confezionate additivandole con carbosimetilcellulosa che non sopporta un'eccessiva miscelazione, quindi la viscosità di un fango, raggiunge un optimum in un determinato tempo di miscelazione e poi decresce.

Sarebbe quindi buona norma eseguire, all'inizio del cantiere una serie di prove pratiche per determinare il miglior tempo di miscelazione.

### C) Controllo delle caratteristiche dei fanghi

In cantiere dovrebbero essere a disposizione le attrezzature per il controllo delle caratteristiche dei fanghi, che in genere sono le seguenti:

- Bilancia Baroid: per il peso del volume
- Cono di Marsh: per la viscosità del fango
- Sabbimetro Baroid: per il contenuto di sabbia
- Cartine reagenti: per il controllo del pH dell'acqua
- La filtro pressa per il controllo dell'acqua libera che potrebbe essere richiesta solo per cantieri di una certa importanza, con impianto per la produzione e rigenerazione dei fanghi centralizzati.



### Centrale di produzione dei fanghi bentonitici

Una centrale razionale deve disporre di almeno quattro vasche per lo stoccaggio e il trattamento dei fanghi.

Due vasche servono alternativamente come deposito dei fanghi freschi, nel senso che un contenitore raccoglie il fango prodotto durante la giornata e l'altro il fango prodotto il giorno precedente e alimenta il cantiere.

La capacità di queste vasche deve essere pari a 1,5 volte il volume del fango mediamente utilizzato in una giornata lavorativa.

Un'altra vasca, deve raccogliere il fango di recupero dai getti e anch'essa, deve avere una capacità corrispondente a 1,5 volte dei pannelli prodotti giornalmente. Nella quarta vasca confluiscono e sono miscelati fra loro i fanghi di recupero (che sono stati dissabbiati ed eventualmente additivati con correttivi atti a riportare il valore del pH nei valori stabiliti) e le bentoniti fresche. Da questa vasca il fango è poi inviato ai punti d'utilizzo. Questa vasca deve contenere una quantità di fanghi pari al volume necessario allo scavo dei pannelli prodotti. Le caratteristiche sopra richieste sono quelle di una centrale di confezionamento e rigenerazione dei fanghi che viene per lo più stoccata in cantieri, come prima detto, di una certa dimensione. Negli altri casi l'impianto si riduce ad un semplice mescolatore ed ad un massimo di due vasche di raccolta del fango; una per la produzione dello scavo in corso ed un'altra per il recupero dei fanghi provenienti dal getto del pannello.

### Dissabbiaggio dei fanghi

**E' un'operazione che si deve considerare indispensabile se si vuole riutilizzare un fango.**

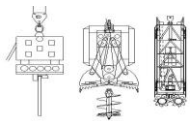
Com'è ovvio alla fine di uno scavo il fango di perforazione è inquinato dalle parti di terreno che rimangono in sospensione in lui.

Mentre la separazione del finissimo è in concreto impossibile se non diluendone la concentrazione con l'aggiunta di fango fresco, quella della sabbia è ormai realizzabile con relativa facilità, usando appositi dissabbiatori a ciclone che nelle dimensioni correnti sono in grado di dissabbiare circa 100 m<sup>3</sup> di fango/ora.

Generalmente alla fine di uno scavo il contenuto di sabbia raggiunge valori variabili dal 10 al 15% in volume; con questi dissabbiatori a ciclone si può ridurre tranquillamente il tenore di sabbia al 3-4%.

Il basso contenuto di sabbia in un fango, durante il getto è fondamentale per la sua buona riuscita, infatti, il fango a contatto con il calcestruzzo in corso di getto oltre ad avere un più alto contenuto di sabbia per il naturale effetto della decantazione, è inquinato dalla calce libera dovuta alla presa del cemento che provoca la sua flocculazione con un conseguente abnorme incremento della viscosità.

**In pratica se il tenore in sabbia nel fango è elevato, la consistenza di un fango flocculato è simile a quella del calcestruzzo con il qual è a contatto, perciò è inevitabile che parte di questo fango sia inglobato nel getto soprattutto ai lati del pannello in corrispondenza dei giunti**



## 9 ARMATURE

**Devono essere dimensionate tenendo conto del particolare ambiente nel quale esse sono collocate e delle norme del getto.**

**Soprattutto non bisogna che i progettisti esigano da questa tecnologia esecutiva quanto ottenibile con altre tecnologie ben differenti.** Infatti, la realizzazione di una struttura in c.a. all'aperto dove l'operatore può controllare l'esatta posizione dei ferri, la corretta esecuzione del getto, intervenire dove è necessario tempestivamente, è ben diversa da quella di una struttura gettata in una trincea sotterranea dove non è possibile praticare durante la sua esecuzione alcun controllo ed intervento correttivo diretto.

Le armature quindi devono permettere l'agevole passaggio del calcestruzzo attraverso i ferri soprattutto nelle zone di sovrapposizione dove è ancora più necessario che l'armatura sia ben annegata in lui.

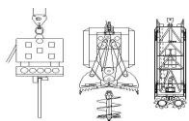
Inoltre la normale risalita del calcestruzzo nel pannello non deve essere ostacolata in corrispondenza dei giunti, a questo scopo si raccomanda di tenere le staffature trasversali distanti dal giunto stesso. Di almeno 6 cm per parte dell'armatura in modo che il cemento abbia la possibilità di passare agevolmente.

I progettisti rinuncino quindi a forzature, la struttura deve essere dimensionata correttamente, senza volere ad ogni costo, incrementare le prestazioni del pannello armandolo oltre ogni limite. Purtroppo in questa fase le voci degli esecutori ai quali saranno imposte l'esecuzione e la responsabilità della buona riuscita dei diaframmi sono pressoché inascoltate.

Un altro grosso problema, non ancora risolto in modo soddisfacente è il centraggio delle gabbie nello scavo e di conseguenza la garanzia di un corretto copriferro che raccomandiamo non sia mai inferiore ai 6cm teorici.

I centratori più usati sono dei rulli prefabbricati in calcestruzzo del diametro di 12-18 cm e dello spessore di 5-10 cm forati e infilati nelle staffe orizzontali delle gabbie d'armatura. Essi sono posti ad intervalli di 3-5 metri in coppie contrapposte in modo da guidare la gabbia durante il suo calaggio nello scavo. Si ottiene così un centraggio circa perfetto; le pareti dello scavo sono ovviamente irregolari, e se una serie di rulli viene a trovarsi in una zona, dove, la parete dello scavo si protende verso l'esterno è possibile che durante il getto, la gabbia sia spostata lateralmente e lo spessore del copriferro in altre zone ridotto. Un altro inconveniente dovuto all'impiego dei rulli è rappresentato dal fatto che essi, rotolando durante il calaggio della gabbia lungo la parete dello scavo, si ricoprono di uno strato di fanghiglia formata da terreno e cake bentonitico. Successivamente, durante il getto, vengono a crearsi nel corpo della struttura delle inclusioni di materiale fangoso proprio in corrispondenza di questi rulli. Si è tentato di eliminare quest'inconveniente, usando pattini al posto dei rulli, senza ottenere in ogni caso apprezzabili miglioramenti, poiché l'inclusione di terriccio avviene in questo caso al di sotto dei pattini.

Dobbiamo però aggiungere la considerazione che i diaframmi realizzati ormai da lungo tempo (circa 40 anni or sono se non di più) in ambienti non favorevoli, per opere marittime e certamente non con le cure e le tecnologie attualmente impiegate, svolgono ancora egregiamente il loro compito e non sembra che abbiano subito danni nel tempo. In effetti, queste inclusioni sono più impermeabili del calcestruzzo, la bentonite in loro contenute, combinandosi con la calce libera del cemento diventa in concreto insolubile, anche alla presenza d'ambiente alcalino, quindi si può pensare che l'armatura sia sufficientemente protetta nel tempo. Concludendo se queste inclusioni non sono molto diffuse, e di piccole dimensioni, il modo di funzionare della struttura non è compromessa.

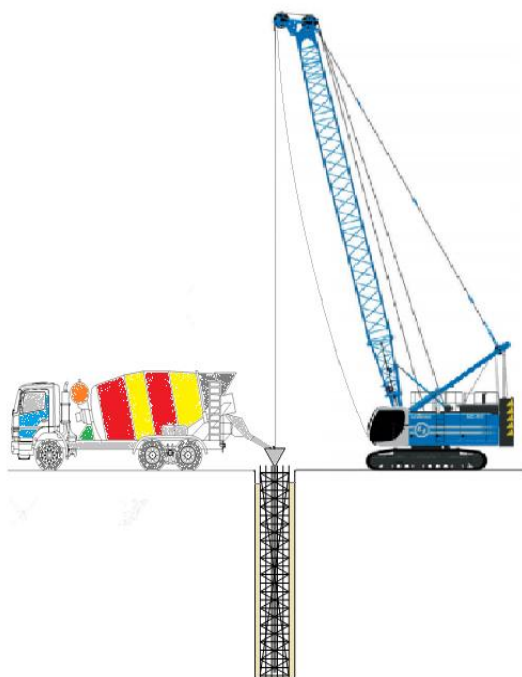


## 10).GETTO

Il sistema più usato è quello noto con la denominazione **"CONTRACTOR"**.

Esso consiste nel porre in opera il calcestruzzo preconfezionato e premiscelato attraverso un tubo convogliatore munito alla sommità di una tramoggia (imbuto) d'alimentazione ed avente la bocca di scarico preventivamente già immersa nella massa di bentonite.

Usualmente questa colonna, costituita da elementi giuntati tra loro mediante filettatura, ha un diametro compreso tra 200 e 250 mm. La tramoggia d'alimentazione ha dimensioni limitate e la sua capacità, generalmente inferiore a  $\frac{1}{2}$  m<sup>3</sup>. Il complesso tramoggia colonna è poi sospeso ad una fune comandata da un mezzo di sollevamento. Questo sistema richiede però il **rispetto assoluto d'alcune semplici norme**. Per prima cosa occorre che le pareti del tubo siano di buono spessore, per evitare ammaccature o deformazioni; inoltre i giunti devono **essere sicuramente stagni**, con filettatura robusta e di facile pulizia (evitare filetti triangolari). Bisogna che il sistema di sollevamento sia efficiente, a caduta libera e dimensionata in modo da poter muovere non solo il peso della colonna ma anche quello del calcestruzzo in lei contenuto, qualora per un insorgente tappo, questi non riesca più a defluire. Per seconda cosa occorre durante l'esecuzione del getto prestare attenzione alle seguenti norme:

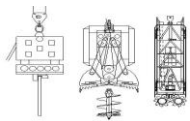


**A)** L'inizio del getto è l'operazione più delicata, si deve intanto isolare il primo calcestruzzo dal fango del pannello con un tampone isolante; può essere di carta (utilizzando i sacchetti di bentonite o del cemento) se ben fatto. Si possono anche usare argille espanse. Il migliore è quello costituito da uno strato di palline di polistirolo espanso, inserito nel tubo di getto tra il fango ed il primo calcestruzzo. Le palline di polistirolo hanno il vantaggio di galleggiare sulla bentonite, di formare un buon setto isolante e di disperdersi senza alcun danno terminata la sua funzione, nella massa di calcestruzzo. Manovrando con cura la colonna da getto bisogna impedire il dilavamento del primo calcestruzzo che si pone a cumulo in fondo allo scavo e che deve permettere l'innesco del rifluimento del primo cemento. Occorre inoltre disporre all'inizio del getto di un volume con calcestruzzo pari a quello del volume del tubo getto e di almeno 3-4 metri di pannello, perché il moto di rifluimento possa avvenire. Non è infrequente che il livello del calcestruzzo nella colonna getto si disponga per effetto dinamico e per differenza dei relativi pesi specifici, ad una quota più bassa di quella del fango esistente nella trincea. Se all'interno dello scavo non esiste un'adeguata massa di calcestruzzo, questi può essere irrimediabilmente dilavato da un ritorno nel tubo di getto del fango presente

**B)** Durante il getto è necessario che il rifornimento del calcestruzzo avvenga con regolarità ed un ritmo di almeno 20-25 m<sup>3</sup>/ora. Un rifornimento discontinuo e troppo lento riduce la lavorabilità e pregiudica il regolare deflusso, provocando a volte il temuto "tappo" nella colonna. Quest'inconveniente può richiedere per essere eliminato, l'estrazione della

batteria dei tubi dal getto. La successiva ripresa del getto, così ottenuta è sempre un'operazione che presenta notevoli incognite e pone una seria ipoteca sulla buona riuscita del pannello.

**Il tubo deve inoltre essere sempre immerso per una profondità variabile da due a sei metri nella massa di calcestruzzo già gettato;** profondità minori ovviamente possono essere dannose per il pericolo di dilavamento. Tuttavia anche valori eccessivi d'immersione sono altrettanto dannosi, per il formarsi di vie preferenziali di risalita attraverso la massa del calcestruzzo, localizzate in una ristretta zona **anulare perimetrale alla colonna da getto**. Le conseguenze più deprecabili sono la formazione di sacche nel calcestruzzo di materiale sabbioso misto a fango flocculato. E', infatti, una convinzione errata, che il primo calcestruzzo immerso in un pannello risalga fino alla superficie dello scavo e che si comporti come un liquido sia pure denso e viscoso quanto si voglia. Prove di cantiere con calcestruzzo di differente colore, e di laboratorio, su modelli hanno dimostrato un comportamento del tutto differente; se questa distribuzione viene alterata è facile intuire come possano formarsi le tanto temute sacche di materiale fangoso e di beton dilavato. **Qualora le dimensioni longitudinali di un pannello superino i 4-5 metri** o questi abbia una particolare forma planimetrica (es. pannelli a T o a L) è consigliabile ricorrere all'impiego di due colonne getto. Occorre però, rispettare alcune regole fondamentali, se non si vuole incorrere nel grave inconveniente d'inclusioni di materiale fangoso nella zona a contatto dei due getti. L'alimentazione bisogna che avvenga contemporaneamente, (per es. usando due betoniere) e il calcestruzzo sia particolarmente fluido (slump = 18-20 cm) In questo caso è bene prevedere l'utilizzo d'additivi che n'aumentino la lavorabilità senza incrementare troppo il rapporto acqua-cemento.



## 11) ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE - PRODUTTIVITÀ E COSTI

Lo scavo di un diaframma deve essere preceduto, dall'esecuzione di una trincea, (cordolo guida) della profondità variabile da 80 a 120 cm. e dello spessore di 20 – 30 cm. Essa deve avere le pareti protette con calcestruzzo, leggermente armato che dovrebbe essere gettato contro terra, in modo da realizzare un buon collegamento con il terreno.

La scelta delle attrezzature di scavo deve essere fatta in base alla natura del terreno da attraversare, delle condizioni di spazio disponibile ed alle caratteristiche geometriche dei pannelli da eseguire. Attualmente, in considerazione del grado di perfezionamento, d'affidabilità, e di potenza delle attrezzature dello scavo disponibili, lo scavo di un diaframma di per sé non rappresenta l'anello più debole della catena delle operazioni necessarie all'esecuzione di un pannello. Altrettanto vale per la posa in opera delle armature, dei casseri dei giunti e della batteria di getto.

Le due operazioni invece che ancora oggi sono difficilmente programmabili e sono soggette ad imprevisti, sono quelle di rigenerazione dei fanghi a scavo ultimato e del recupero dei casseri del giunto.

**Ricordiamo che prima del getto si debbono riportare entro i limiti richiesti le caratteristiche dei fanghi di sostentamento alterati durante lo scavo.** Il fango o è sostituito con bentonite fresca o dissabbiato e corretto in sito. L'attrezzatura per eseguire queste operazioni non è mai generalmente dimensionata e scelta in modo adeguato. Si devono pompare dal fondo dello scavo fanghi a volte notevolmente abrasivi, con conseguenti e frequenti arresti per guasti o inadeguatezza nelle dimensioni delle pompe.

Bisogna evitare che quest'operazione di per sé molto banale, diventi ogni volta un'incognita che può alterare il ritmo produttivo del cantiere e nei casi peggiori, provocare il franamento delle pareti dello scavo. E', infatti, noto che la stabilità delle pareti dello scavo in certi terreni dipende anche dal tempo durante il quale esse rimangono aperte.

Il recupero dei casseri di giunto è per eccellenza sempre un'operazione piena d'imprevisti. Un ritardo nelle forniture del calcestruzzo, un errore di dosaggio all'impianto di betonaggio, condizioni di temperature variate, qualità del cemento leggermente differenti, possono da sole o in concomitanza bloccare improvvisamente l'estrazione dei casseri del giunto che, nei casi più sfavorevoli, potranno essere recuperati solamente molto più tardi, non essendo possibile arrestare le operazioni di getto, che deve in ogni modo, una volta iniziato essere ultimato.

Oltre quindi a portare in cantiere, attrezzature per l'estrazione dei casseri sovradimensionate bisogna avere l'avvertenza di tenere in cantiere una serie a disposizione per un impiego tempestivo. Inoltre nel dimensionare i cordoli guida bisogna tenere conto del fatto che devono sopportare anche la reazione dei martinetti per l'estrazione dei casseri.

Un cantiere di diaframmi deve disporre oltre che delle attrezzature di scavo di un'organizzazione per il carico ed allontanamento dei detriti, di un impianto per lo stoccaggio dei fanghi e il loro dissabbiaggio, di un'attrezzatura per la posa delle gabbie, il calaggio e l'estrazione dei casseri nei giunti e per il movimento della batteria dei tubi getto (si può utilizzare la stessa gru).

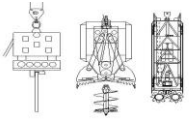
Per quanto riguarda la produzione e la velocità di scavo, sono strettamente legate alla natura del terreno e possono avere i valori seguenti: Considerando pannelli di spessore compreso tra 60 – 80 cm che sono normalmente i più comuni la velocità può variare da 40 – 50 mq/ora in terreni facili (limo sabbiosi) a 0,5 – 1,00 mq/ora nei terreni difficili. Da questi dati risulta che nel primo caso l'incidenza delle altre lavorazioni; infatti, i tempi di rigenerazione dei fanghi, il calaggio delle gabbie, la posa e l'estrazione dei casseri del giunto e quello del getto sono notevolmente più lunghe di quelle dello scavo. Infatti, la produzione delle paratie finite non supera il valore medio di 15 mq/ora, anche nei casi più favorevoli. E' evidente che ormai la produttività di un cantiere in questi casi (che sono i più frequenti) dipende da tutte le operazioni che una volta, quando i mezzi di scavo non erano così perfezionati, erano considerate secondarie e ininfluenti. Da ciò si nota facilmente che un lavoro di grosse dimensioni consente un'organizzazione più razionale ed efficiente del cantiere, e quindi costi finali sono notevolmente più ridotti.

## 12) TOLLERANZE CONTROLLI E SPECIFICHE

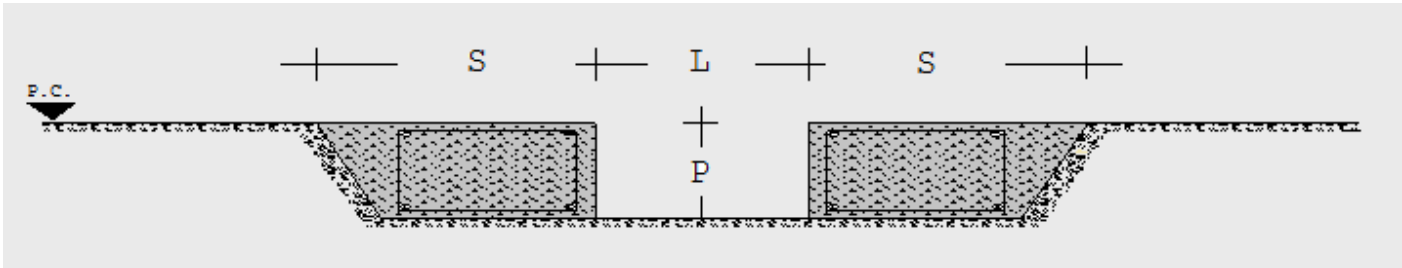
Le principali tolleranze da tenere sotto controllo sono:

**A).** Verticalità: deviazioni nell'ordine dell'1 – 1,25 % devono essere accettate.

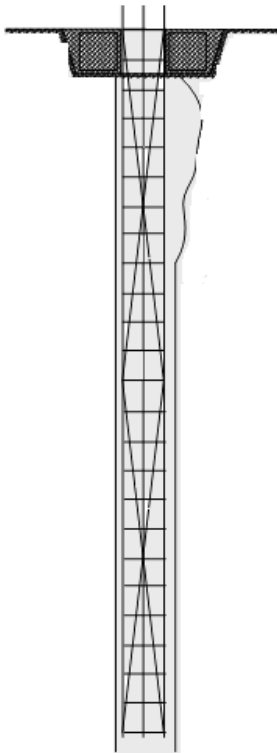
**B)** Maggior consumo di calcestruzzo: dipende dalla natura del terreno attraversato e dalla forma planimetrica del pannello, in terreni fini, sabbiosi o ghiaiosi (con inerte di dimensioni max 5 – 8 cm) per pannelli rettangolari è bene prevedere un consumo extra del 8 – 10 %.



## CORDOLI GUIDA



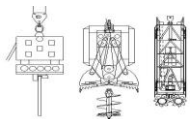
L'importanza nella costruzione dei cordoli guida è fondamentale per una buona esecuzione delle operazioni di scavo e posa in opera delle armature e le successive operazioni di getto dei pannelli ed eventuale estrazione delle colonne forma (palancole – tubi forma) ecc.



Il cordolo guida serve inoltre a mantenere il carico di fango all'interno del pannello durante l'esecuzione dello scavo e per tale motivo risulta molto importante che si appoggi su una buona superficie.

E' consigliato il getto contro terra nella parte esterna della guida che non lascerà passare il fluido di perforazione durante lo scarico della benna; nel caso contrario il movimento della benna e del fango di scavo potrebbe creare dei franamenti di terreno sotto al cordolo che verranno a creare con il getto di calcestruzzo dei veri e propri bulbi di cemento in eccedenza.

Risulta chiaro che tali eccedenze nella realizzazione dell'interrato successivo dovranno essere eliminate con dispersione di tempo, manodopera e attrezzature.



### CORDOLI GUIDA PER LAVORAZIONE CON LA FRESA

Dato l'elevato peso dell'attrezzatura e la pressione che esercita al suolo, i cordoli guida devono essere costruiti prima dello scavo del diaframma; essi provvedono a:

Assicurare l'allineamento corretto della pre escavazione.

La stabilità della trincea superiore, che potrebbe essere colpita dalla fresa, ed altro materiale o attrezzature adiacenti alla trincea.

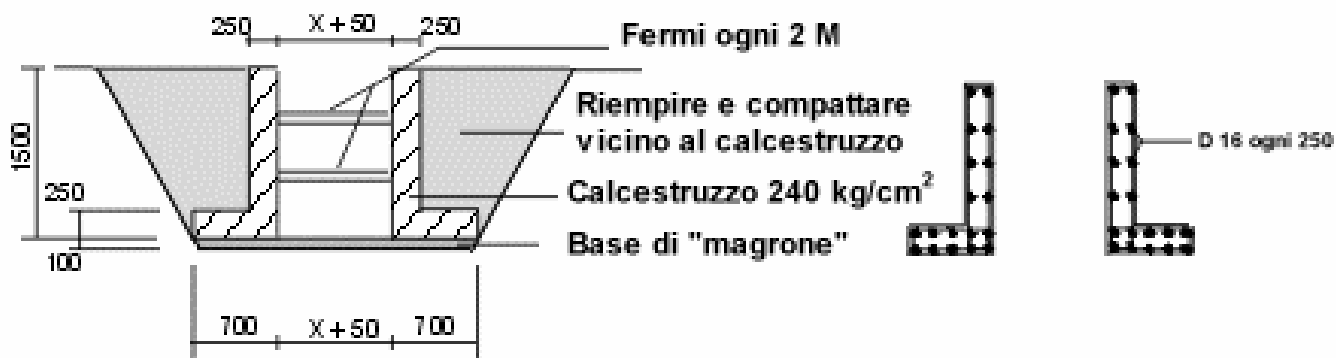
Protezione contro l'instabilità degli strati più alti di terreno causata dal lavaggio costante e dalla fluttuazione dei livelli di fango bentonitico durante l'escavazione.

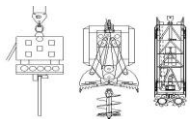
Prevenire il crollo, della cima, a causa dei carichi d'attrezzatura vicini alla trincea.

Sostenere i carichi verticali imposti dalle gabbie di armatura che sono sospese sulla cima del muro di guida.

I muri di guida sono normalmente costruiti con un'appropriata armatura e gettati in situ con calcestruzzo.

Le dimensioni tipiche sono mostrate sotto:





### MISURA DEL CONTENUTO IN SABBIA DEL FANGO

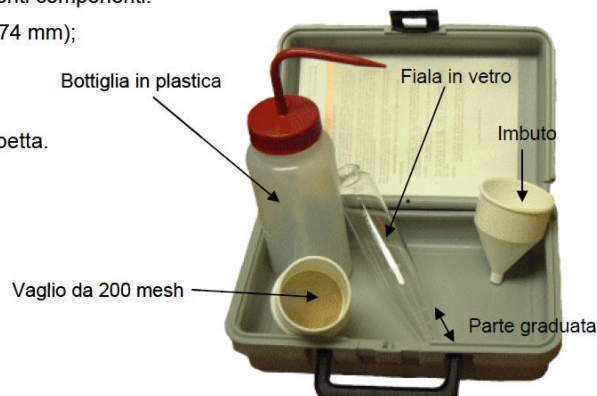
Riferimento normativo: American Petroleum Institute (A.P.I.) – “Recommended Practice for Field Testing Water-Based Drilling Fluids”, 3<sup>rd</sup> edition, 1 November 2003

#### TESTO / DESCRIZIONE

Il “SAND CONTENT KIT” è un insieme di strumenti che consente di determinare il contenuto in sabbia di un fango di perforazione, fornendone il valore percentuale (in volume) presente.

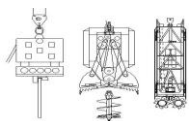
L'esecuzione della misura necessita i seguenti componenti:

- o un piccolo vaglio da 200 mesh ( $\Phi \geq 0,74$  mm);
- o un piccolo imbuto in plastica;
- o una fiala in vetro graduata;
- o una bottiglia in plastica con tappo e pipetta.



#### ESECUZIONE DELLA MISURA

1. assicurarsi che tutte le parti del “kit” siano pulite ed asciutte;
2. riempire la fiala in vetro con il fango in esame sino alla tacca contrassegnata con la scritta “MUD TO HERE” e con acqua limpida sino alla tacca contrassegnata dalla scritta “WATER TO HERE”;
3. tappare la bocca della fiala ed agitarla vigorosamente;
4. versare il contenuto della fiala sul vaglio;
5. versare un po' d'acqua limpida nella fiala, agitarla e versarne il contenuto sul vaglio;
6. ripetere una seconda volta l'operazione di cui al punto precedente per assicurare la rimozione di qualsiasi residuo dalla fiala;
7. lavare il materiale trattenuto dal setaccio utilizzando la bottiglia in plastica con pipetta;
8. incastrare l'imbuto (a testa in giù) sul vaglio e porre la bocca della fiala sull'ugello di apertura dell'imbuto;
9. capovolgere il tutto e far cadere la sabbia presente sul setaccio all'interno della fiala facendovi passare dell'acqua limpida;
10. leggere e registrare sulla graduazione posta al fondo della fiala in vetro la percentuale di sabbia presente nel fango sottoposto alla prova.



## MISURA DELLA VISCOSITA' APPARENTE DI UN FLUIDO MEDIANTE IMBUTO DI "MARSH"

Riferimento normativo: American Petroleum Institute (A.P.I.) – "Recommended Practice for Field Testing Water-Based Drilling Fluids", 3<sup>rd</sup> edition, 1 November 2003

### TESTO / DESCRIZIONE

La presente Istruzione illustra le modalità di calibrazione e di utilizzo dell'imbuto di "Marsh" per la misura della viscosità apparente di un fango di perforazione o di una miscela cementizia/chimica per iniezioni.

L'imbuto di "Marsh" fornisce un valore empirico di viscosità definito dal tempo (in secondi) che un determinato volume di fluido (1000 ml) impiega ad attraversare un ugello di dimensioni standardizzate (4,75 mm di diametro e 50,80 mm di lunghezza). Il valore ottenuto, quindi, non rappresenta una viscosità vera e propria ma una combinazione di proprietà reologiche che è denominata viscosità apparente.

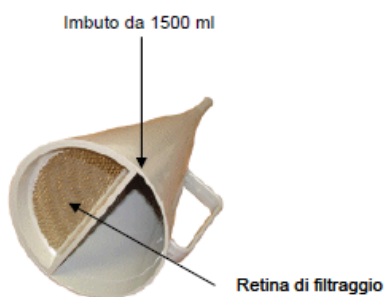
Per l'esecuzione della misura sono necessari i seguenti strumenti:

- o l'imbuto di "Marsh" di dimensioni standardizzate;

- o una caraffa graduata con capacità minima di 1000 ml;



Caraffa da 1000 ml



- o un cronometro con precisione  $\geq 0,5$  s.

Cronometro



### CALIBRAZIONE DEL SISTEMA

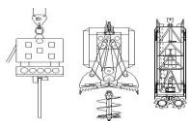
La calibrazione del sistema di misura può essere verificata utilizzando dell'acqua limpida:

1. assicurarsi che le pareti interne dell'imbuto siano pulite ed asciutte e che l'ugello sia completamente libero;
2. tenendo l'imbuto in posizione verticale e l'ugello chiuso con un dito, riempire l'imbuto con acqua limpida sino alla tacca posta appena sotto la retina di filtraggio delle impurità (corrispondente ad un volume di 1500 ml);
3. posizionata la caraffa graduata sotto l'ugello, rimuovere il dito dall'ugello ed azionare il cronometro;
4. lasciare defluire l'acqua entro la caraffa e fermare il cronometro al raggiungimento della tacca corrispondente a 1000 ml.

Nel caso in cui la lettura fosse diversa da  $28 \pm 0,5$  s, pulire accuratamente l'interno dell'ugello con un prodotto chimico decalcificante (o sostituire l'imbuto) e ripetere la procedura di verifica della calibrazione.

### ESECUZIONE DELLA MISURA

1. assicurarsi che l'imbuto sia calibrato, le sue pareti interne pulite ed asciutte e che l'ugello sia completamente libero;
2. tenendo l'imbuto in posizione verticale e l'ugello chiuso con un dito, riempire l'imbuto con fluido in esame, facendolo passare per la retina di filtraggio delle impurità, sino alla tacca posta appena sotto la retina stessa;
3. posizionata la caraffa graduata sotto l'ugello, rimuovere il dito dall'ugello ed azionare il cronometro;
4. lasciare defluire il fluido entro la caraffa, fermare il cronometro al raggiungimento della tacca corrispondente a 1000 ml e registrare la misura in secondi.



**MISURA DELL'ACQUA FILTRATA MEDIANTE PRESSO-FILTRA STANDARD A.P.I.**

Riferimento normativo: American Petroleum Institute (A.P.I.) – “Recommended Practice for Field Testing Water-Based Drilling Fluids”, 3<sup>rd</sup> edition, 1 November 2003

TESTO / DESCRIZIONE

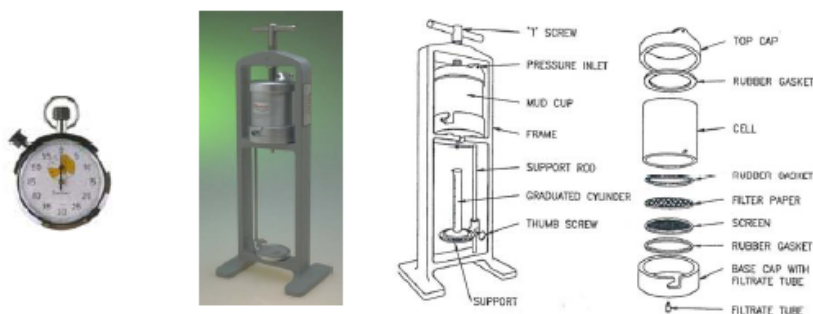
La prova di presso filtrazione viene eseguita per fornire informazioni sulla stabilità sotto pressione di un fango di perforazione o di una miscela per iniezioni.

La prova si effettua ponendo un volume di fluido ( $V_f$ ) all'interno di una tazza a tenuta stagna e misurando la quantità d'acqua filtrata ( $V_r$ ) attraverso una carta filtro (Whatman – 50) nel tempo (t) quando al fluido è applicata una pressione di 7 bar (700 kPa).

La presente Istruzione Operativa illustra l'esecuzione della prova secondo le modalità e l'attrezzatura di cui alla norma di riferimento.

L'esecuzione della misura necessita i seguenti componenti:

- o una presso-filtra standard A.P.I.;
- o un cilindro graduato in vetro o plastica trasparente con capacità di 100 ml;
- o un cronometro con precisione  $\geq 0,5$  s;
- o un sistema di produzione di aria compressa a 7 bar (compressore o cartuccia a perdere con CO<sub>2</sub>).



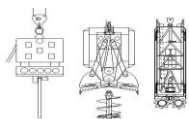
**ESECUZIONE DELLA PROVA**

1. assicurarsi che tutte le parti del "kit" siano pulite ed asciutte;
2. assemblare la parte inferiore della presso-filtra osservando il seguente ordine: tappo di base, guarnizione inferiore in gomma, filtro metallico, filtro in carta, guarnizione superiore in gomma;
3. fissare saldamente il contenitore metallico alla parte inferiore mediante l'apposito incastro a baionetta;
4. versare nel contenitore il fluido da sottoporre a prova arrestandosi a 6 mm circa dal bordo superiore del contenitore stesso;
5. posizionare il contenitore sulla struttura di supporto;
6. inserire la guarnizione in gomma all'interno del tappo superiore e chiudere il contenitore stringendo saldamente il tappo mediante l'apposita vite a "T";
7. posizionare il cilindro graduato di raccolta dell'acqua filtrata al di sotto del contenitore ed applicare una pressione di 700 ( $\pm 5\%$ ) kPa all'interno del contenitore agendo sul sistema di rubinetti di regolazione in dotazione;
8. dare inizio al conteggio del tempo;
9. dopo 30 minuti, registrare il volume d'acqua presente all'interno del cilindro graduato e, dopo lo smontaggio del sistema, lo spessore dello strato denso ("cake") di fluido che si è formato sul filtro in carta.

Poiché, in condizioni normali, il volume d'acqua filtrata sotto pressione ( $V_r$ ) è proporzionale al tempo di applicazione della pressione (t) secondo la relazione:

$$V_r = k \times t^{0,5}$$

il volume misurato dopo un intervallo di tempo pari a 7,5 minuti corrisponde, normalmente, alla metà del volume filtrato dopo 30 minuti.



La giusta norma per il montaggio dei cavi che sostengono e muovono le "valve" della benna e' con il cavo portante destro e quello della apertura e chiusura sinistro.

Questo perche' e' normale avere il cavo portante sull'argano principale che ha il freno a destra e l'altro a sinistra cosi' come i rispettivi manipolatori.

Se l'operatore a benna chiusa mette leggermente in tiro l'argano destro la benna cominciera' a ruotare verso destra.

Se l'operatore al contrario sempre a benna chiusa mettera' leggermente in trazione la fune di apertura e chiusura delle valve che e' sinistra la benna cominciera' a ruotare verso sinistra.



Un consiglio mio e' quello di impadronirsi della benna e saperla far orientare bene, prima di cominciare a scavare.

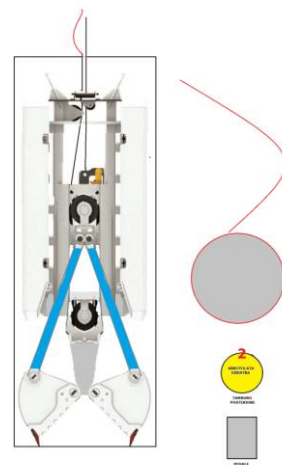


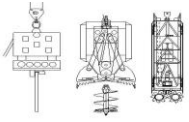
La frenesia di qualsiasi operatore lo porta a voler scavare immediatamente senza rendersi conto che poi una volta uscito dallo scavo la cosa che lo fa' innervosire e' appunto la mancanza di manualita' sufficiente per orientare la benna adeguatamente da e verso lo scavo e questo gli impedisce di concentrarsi sulle operazioni di scavo in modo adeguato.

### ATTENZIONE

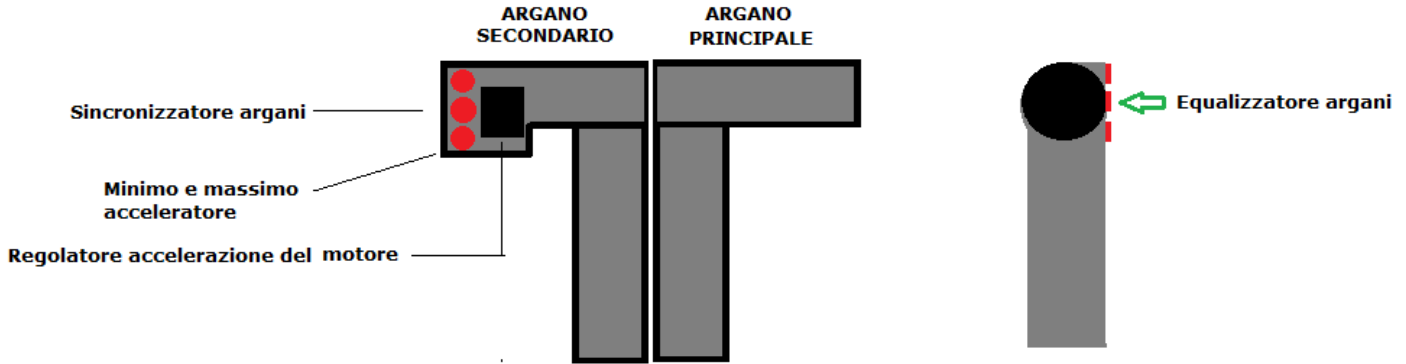
Quando si arriva sul fondo dello scavo si deve risollevare bene la benna almeno il tanto che consenta alle valve di aprirsi liberamente senza toccare sul fondo dello scavo.

Se al contrario, le valve toccano e si alza la benna per farle aprire ma non si tiene premuto il pedale del freno sinistro, la fune parte rapidamente e si allenta di conseguenza sul tamburo andando fuori posizione.

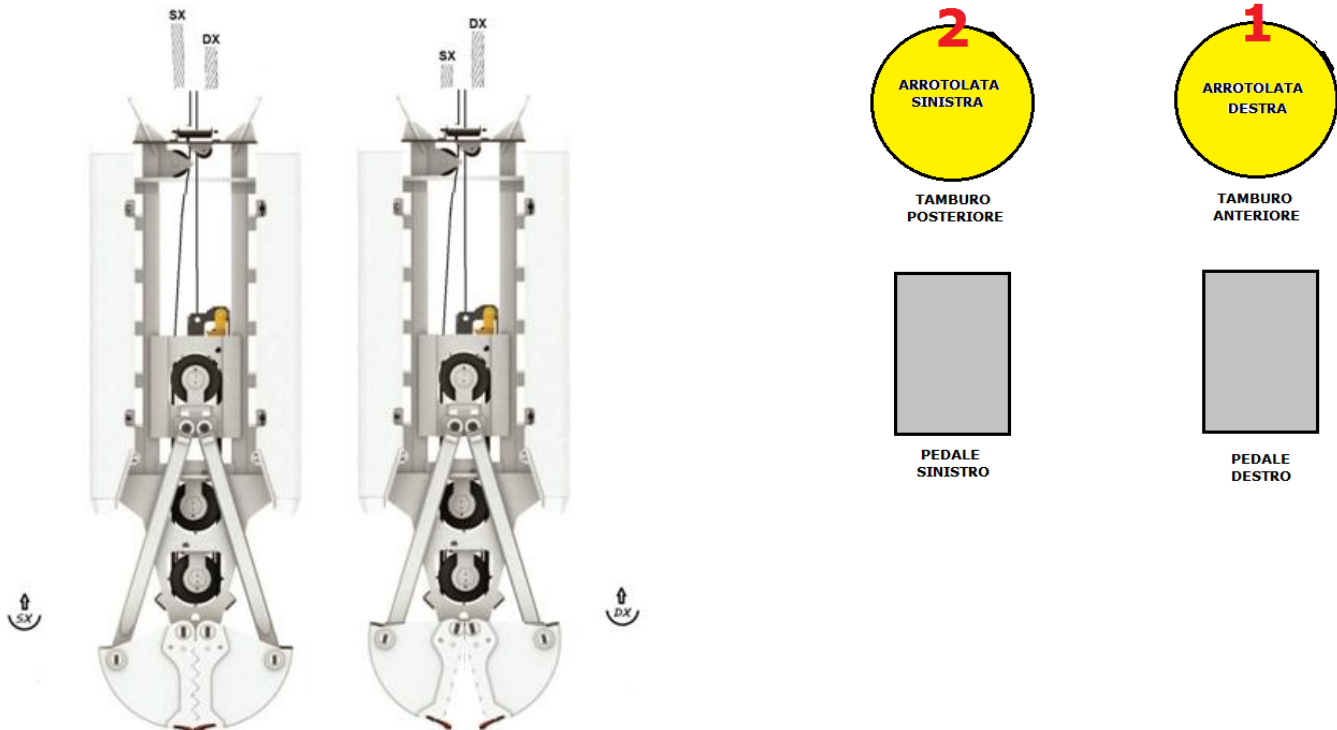




### GLI ARGANI ED IL LORO CONTROLLO



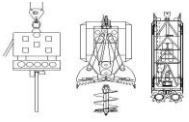
Le macchine moderne sono dotate di manipolatori ed equalizzatori che aiutano l'operatore a mantenere stabile la benna una volta che ha chiuso le valve attraverso l'utilizzo di appositi pulsanti posti direttamente sulle leve di comando degli argani. In questo caso e' mostrato il sistema Liebherr.



Attivare lo sgancio dei freni tenedo premuto il pulsante evidenziato a sinistra

Muovendo i pedali si attiva la discesa libera. Attenzione se e' attivo il simbolo a dx i freni sono sempre liberi. Altrimenti si attivano attraverso i pedali della gru ogni volta.

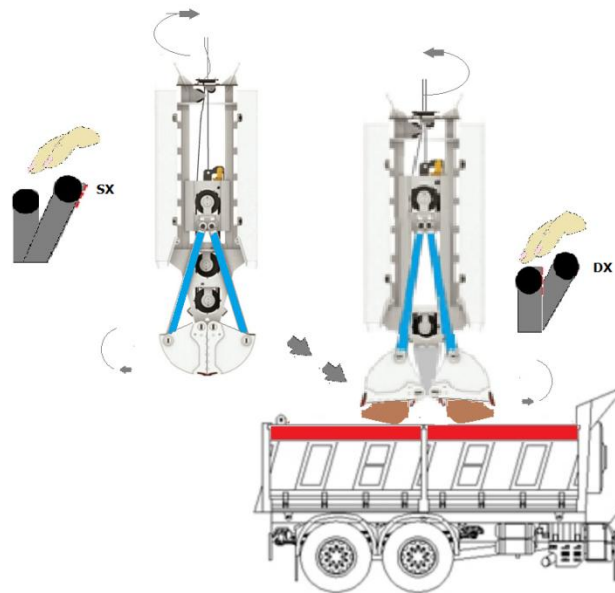
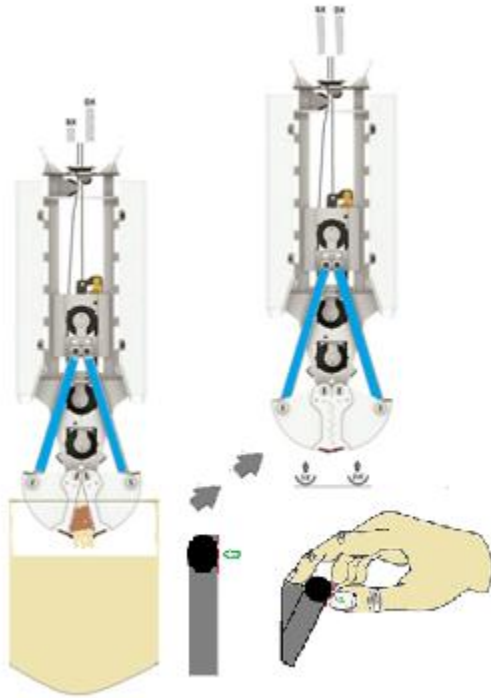




## UTILIZZARE LA BENNA ED I MANIPOLATORI (LIEBHERR)

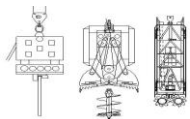
Scaviamo ed ... una volta giunti un prossimità della bocca di scavo aprire leggermente la benna: o rilasciando il freno sinistro o agendo sul manipolatore per lasciare scaricare il fluido di lavorazione che si trova all'interno della benna.

Chiudere le valve e salire verso il punto di scarico agendo sul pulsante equalizzatore degli argani, portandosi in posizione di svuotamento dell'utensile.



**Attenzione** se la benna ha i cavi incrociati, ricordiamoci che mentre saliamo verso il camion, possiamo anticiparne la rotazione agendo sul manipolatore appropriato.

**Ricordiamo** che quando si apre, la benna tende a girare verso destra e quindi rimanendo all'interno del camion, sia il terreno, sia le sponde del veicolo, aiuteranno a tenerla in posizione.



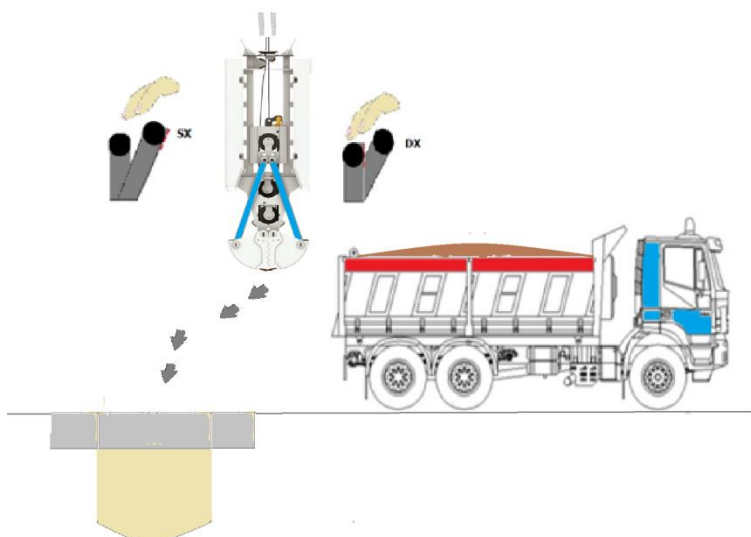
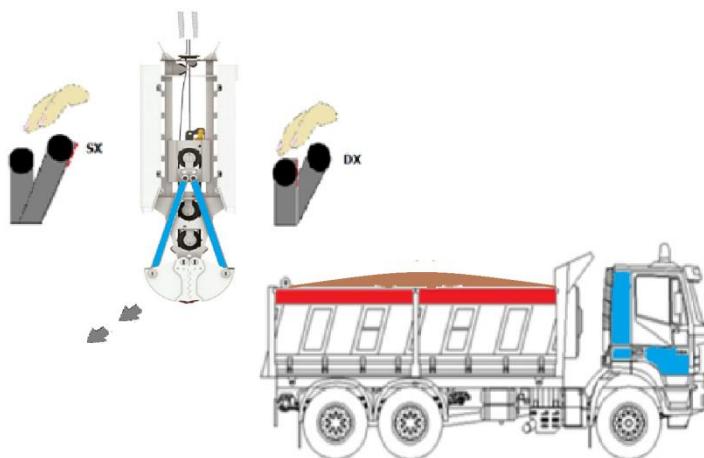
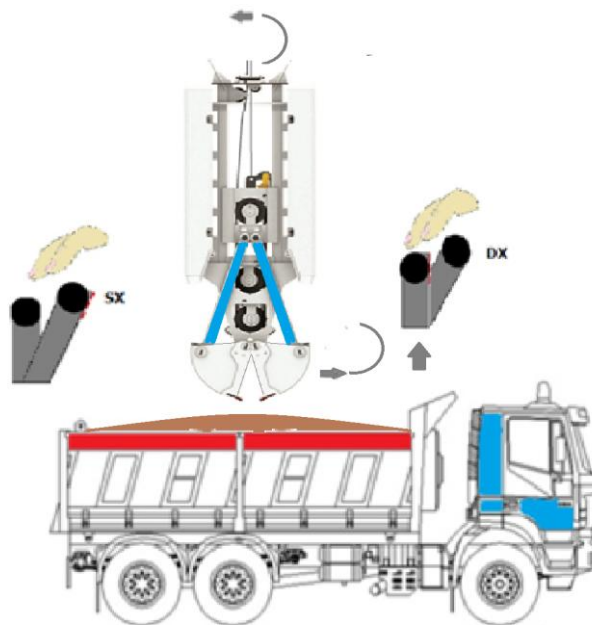
Come detto prima, mentre o apriamo o chiudiamo le valve, la benna tendera' a girare verso destra quindi, rimanendo vicini al terreno scaricato e quando possibile all'interno del camion, le nostre operazioni di controllo della posizione saranno molto piu' agevolate.

Mentre la benna si sta chiudendo, possiamo agire con un "colpetto" al manipolatore destro che fa' sollevare l'utensile rallentando l'azione di giro destro e stabilizzando la manovra.

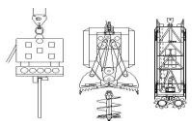
Ora se vogliamo che la benna resti con i cavi in posizione parallela dobbiamo chiudere le valve abbastanza velocemente ed una volta giunti in prossimita' della chiusura, rallentiamo l'azione al manipolatore in modo tale che le valve si chiudano delicatamente evitando che la benna si sollevi allentando la fune di sospensione.

Appena la benna si e' chiusa premere il pulsante equalizzatore e sollevare l'utensile una decina di centimetri, questo consentira' alla macchina attraverso l'azione combinata degli argani di stabilizzare la benna.

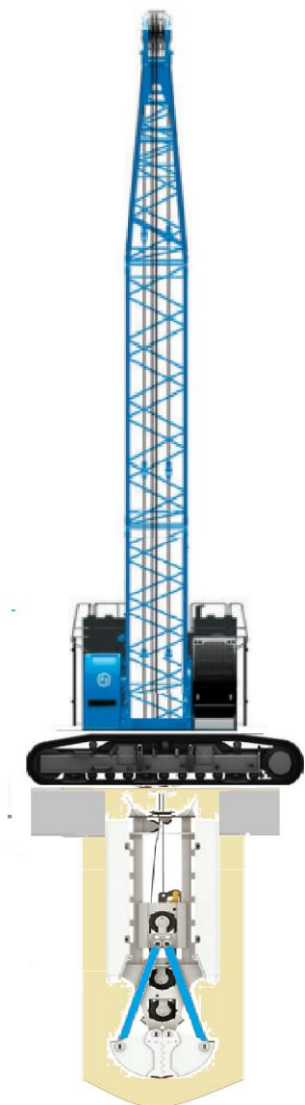
Una volta iniziata la rotazione per ritornare alla bocca dello scavo "aggiustare" la posizione della benna agendo sul manipolatore al quale associamo la rotazione voluta.



Una volta stabilizzata la benna mentre ci dirigiamo verso il cordolo guida, scendiamo con l'equalizzatore inserito fino in prossimita della bocca di scavo. toccando lievemente eventualmente n manipolatore o l'altro per mantenerla in posizione adeguata al nostro cordolo guida. Adeguando poi la velocita di discesa fino an entrare nel muro guida delicatamente.



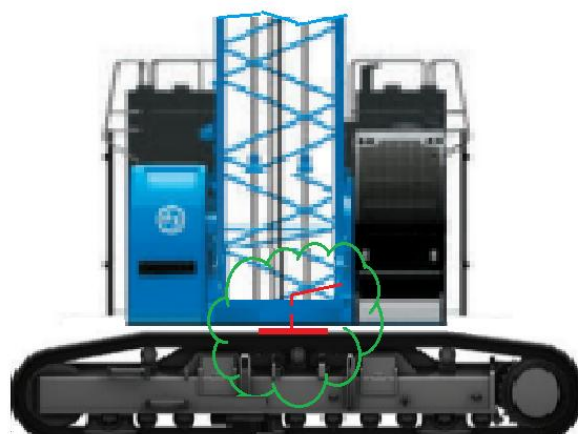
**Attenzione:** Possiamo decidere laddove e' possibile di entrare anticipatamente nel cordolo guida inserendo la benna a lato, per poi dirigerla al centro dello scavo e nella sua posizione stabilita gradatamente.

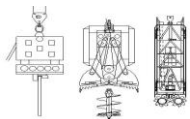


**Inoltre** prima di iniziare a scendere nello scavo con la benna attendiamo che si sia stabilizzata nella guida, questo eviterà all'utensile di toccare le pareti creando problemi alla verticalità e alla coassialità degli assi nello scavo.

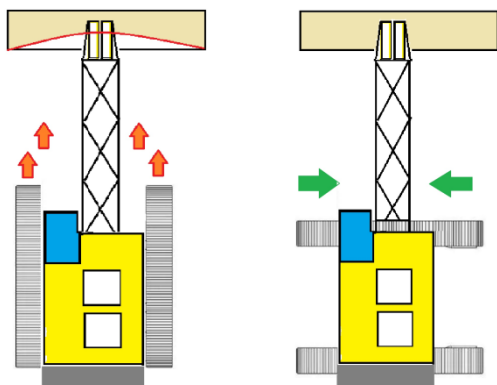


Per mantenere la centratura della benna rispetto alla posizione di partenza utilizziamo una base in acciaio alla quale abbiamo saldato un tondino nel centro. La base appoggiata sul cingolo della gru alla quale corrisponderà un punto fisso collocato sulla parte della torretta della gru stessa. Quando la benna ritorna in posizione corretta i due segnali si troveranno in corrispondenza uno all'altro.





## ATTENZIONE ALLA PARTENZA



Nell'immagine a sinistra si mostra l'azione della cingolatura della macchina che a causa del continuo movimento crea una pressione sul terreno in direzione della trincea di scavo andando a disturbare l'arco del terreno nel modulo in esecuzione.

Nella figura a destra si vede il posizionamento corretto della macchina, l'escavatrice non brandeggia, si sposta tra un modulo e l'altro senza troppe manovre e non disturba l'arco del terreno poiché in tale condizione la macchina non ha azioni di spinta nel terreno verso la trincea in esecuzione.

### Inoltre:

Quando si eseguono diaframmi, pali, micropali, palancoati o comunque opere di fondazione è richiesto un accurato controllo della verticalità del lavoro eseguito, ricordiamo sempre di usare questi due semplici attrezzi: Il filo a piombo e la livella



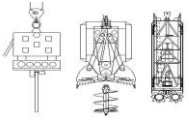
Nota Bene

Nell'esecuzione dei diaframmi in particolare io continuo a preferire l'uso di una benna libera sia idraulica che anche solo a fune, proprio perché come si capisce facendo un semplice ragionamento visivo.

Il filo a piombo è sempre in posizione esattamente verticale, mentre con il livello cioè per intenderci le macchine da perforazione e scavo con aste guidate basta un nonnulla per perdere la verticalità della perforazione.

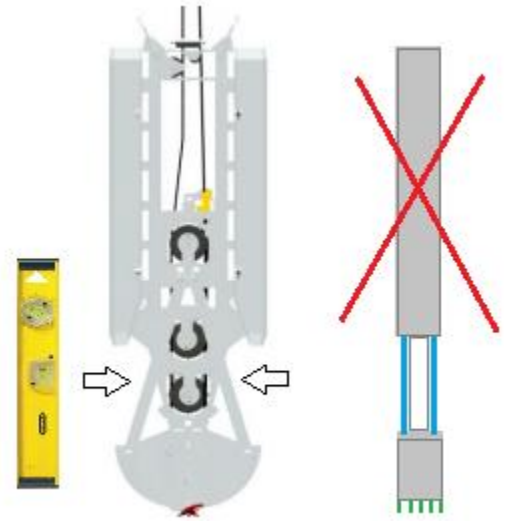
Negli scavi profondi addirittura è buona norma controllare bene la posizione dell'attrezzatura anche in corso di scavo poiché le macchine sono pesanti e i continui movimenti dati dalle operazioni eseguite la possono rendere instabile e provocare il disallineamento dell'utensile, dando il via a deviazioni anche significative degli assi X Y Z.



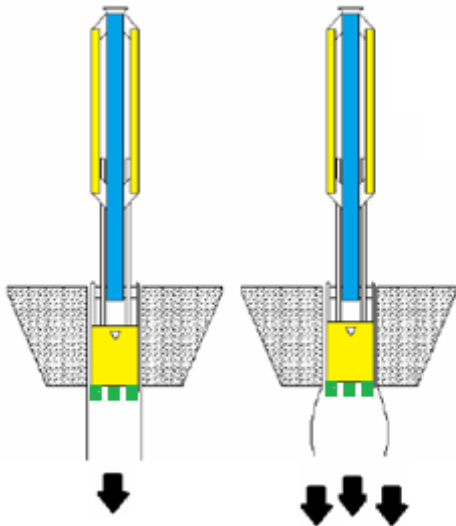
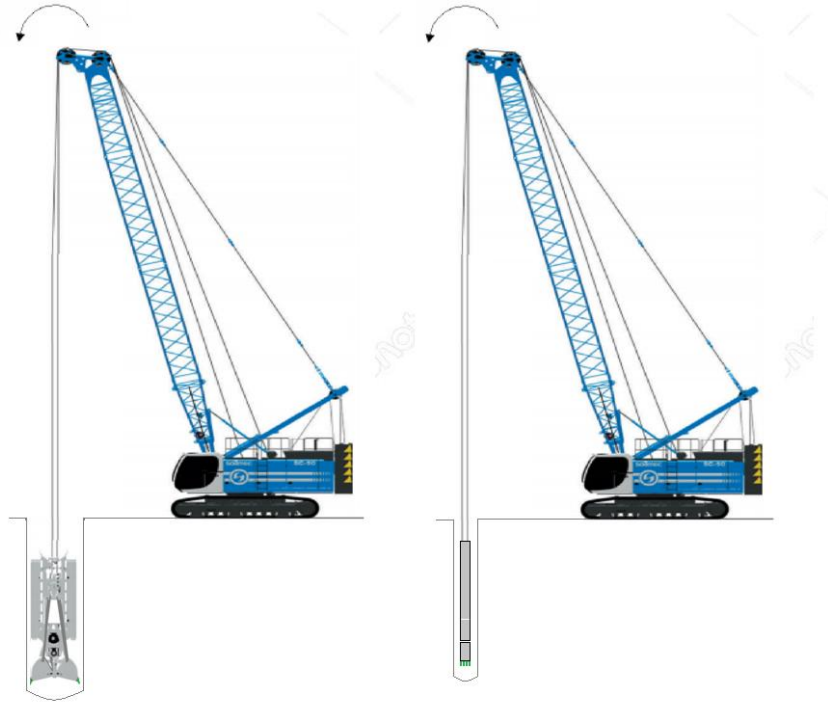


La benna appena e' entrata nello scavo di un paio di metri si mette in sospensione, in modo tale che rimanga appesa come fosse il "filo a piombo" e poi si controlla la verticalita' con l'utilizzo di un livello.

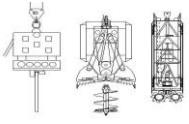
**Attenzione:** Quando pero' la benna per vari motivi si utilizza di "coltello" non serve assolutamente poiche' al minimo spostamento di rotazione della gru' gia' non sara' piu' al proprio posto. Chi lo fa' non ha capito nulla di cio' che sta' facendo



Come rappresentato dal disegno a lato: posizionando la macchina frontalmente durante le azioni di "sondaggio" la gru beccheggia aumentando notevolmente il disturbo all'arco di tenuta del terreno sottostante compromettendo la stabilita' del foro.



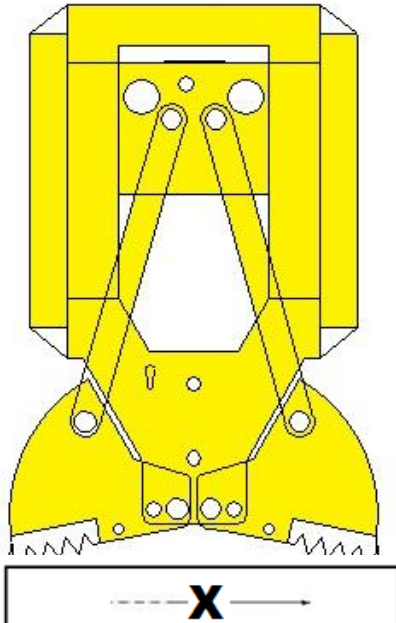
Altra cosa importante e' quella di entrare adagio nel cordolo guida in modo tale da evitare franamenti superficiali del pannello dovuti alla pressione che la benna esercita sul fluido di scavo. i franamenti li ritroveremo



### Controllo degli assi

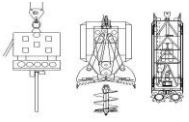


Nota  
Bene



E' molto importante durante lo scavo del pannello, tenere sotto controllo la verticalità e la coassialità del foro.

L'operatore dalla cabina dell'escavatore vede e controlla l'asse **X**, l'altro asse **Y** invece non può visualizzarlo e quindi dovrà essere tenuto sotto controllo dal personale a terra.



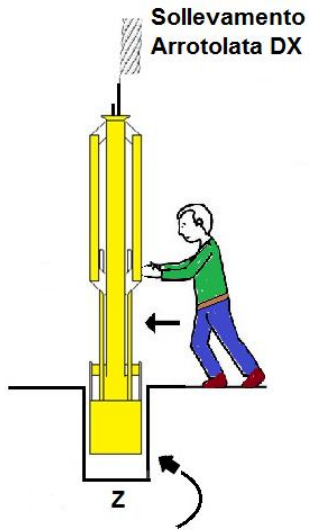
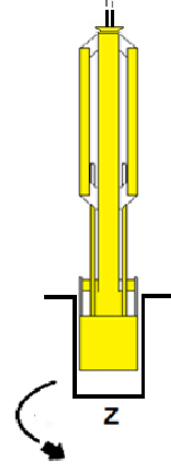
Anche l'asse **Z** è importante e specialmente quando si usano le benne a fune "libera"

....

La benna con la tensione del cavo di sollevamento che generalmente è arrotolato destrorso (**DX**) tende appunto a girare verso destra dando così origine alla deviazione dell'asse **Z** ... come rappresentato nella figura a lato.

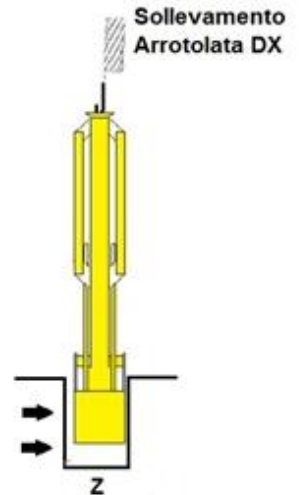
Per correggere questo problema si può optare per due soluzioni:

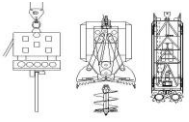
Chiusura Arrotolata SX      Sollevamento Arrotolata DX



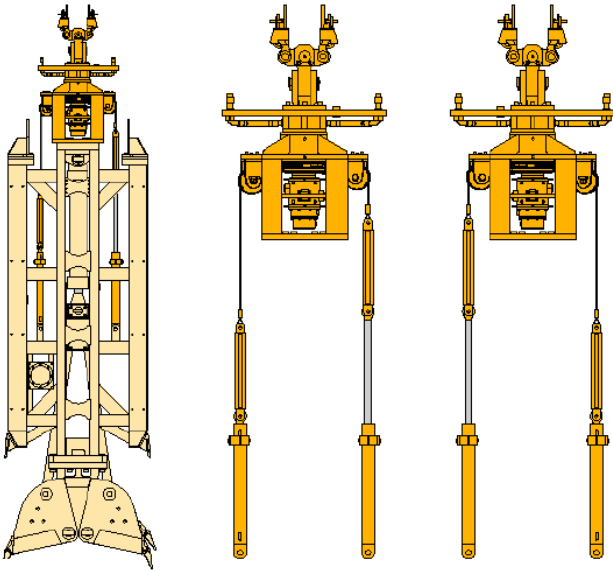
1 ) Il personale a terra mantiene l'utensile nelle prime due o tre "bennate" in modo tale che si inserisca nello scavo nella corretta posizione dopodiché è sufficiente far girare la benna ogni volta da un lato e dall'altro per mantenere la corretta coassialità e verticalità dello scavo. Con benne relativamente leggere.

2) Altrimenti senza personale a terra si abbassa il braccio dello scavatore in modo tale da fare appoggiare le valve dell'utensile alla parete di guida ... togliendo di fatto alla fune destrorsa la possibilità di far ruotare la benna nell'asse **Z** ... dopo due o tre "bennate" lo scavo ha preso forma e si ripristina la posizione della fune dopodiché è sufficiente come al solito far ruotare la benna ogni volta per mantenere la corretta coassialità e verticalità di scavo.





### Sistema DGH – rotazione benna – Bauer (Uno dei tanti, nessuna simpatia o eccezione particolare)



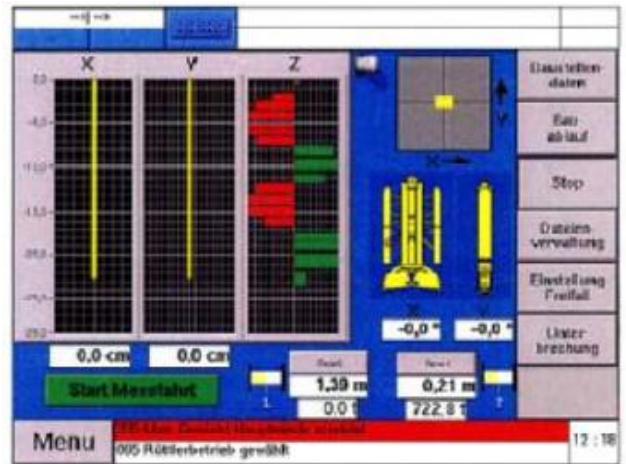
Un girevole è montato in orizzontale tra il corpo base e la testa della benna. La rotazione a 180 ° della benna si ottiene ruotando il girevole con una fune.

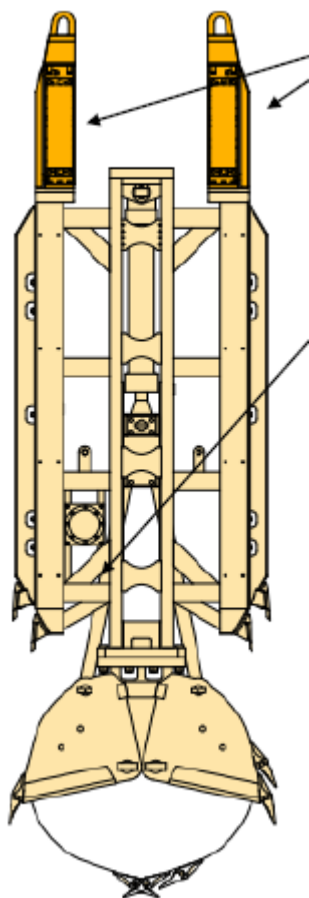
La fune è messa in movimento da due cilindri idraulici che ne contrastano il movimento. Il sistema può essere installato su ogni benna con uno spessore minimo del corpo di 600 mm. Il dispositivo di rotazione a comando idraulico aumenta la manovrabilità quando si lavora su pannelli d'angolo o in spazi ristretti.

Aumenta inoltre la produttività in terreni duri e difficili, vi è un maggior controllo della verticalità ed è migliorata anche l'influenza negativa della disposizione asimmetrica dei denti che viene compensata ruotando la benna a 180 °. ogni volta usciti dallo scavo.



Per la rotazione della benna, è presupposto un box contenente il dispositivo di controllo del sistema **GCS** che mantiene aggiornato operatore su tutti i parametri di scavo.





Tutte le benne idrauliche **DHG** possono essere dotate di un sistema di guida a comando idraulico che permette la correzione delle deviazioni della benna nella trincea.

Il sistema di guida può montare anche come componente aggiuntivo per benne esistenti.

Due serie di piastre di guida sono montati sulla parte superiore del corpo benna.

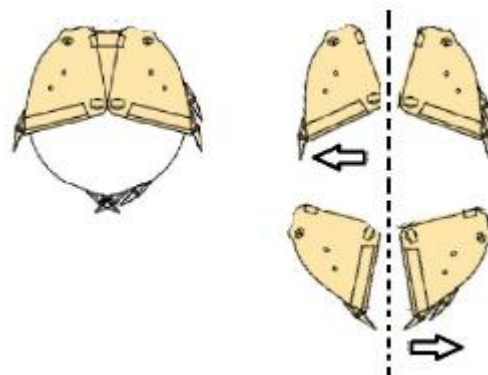
Le due piastre di sterzo possono essere attivate su ciascun lato della benna. Il funzionamento e l'efficacia del sistema di guida è generalmente controllato e monitorato da un inclinometro installato nella benna ed un'unità di visualizzazione verticalità nella cabina dell'operatore.

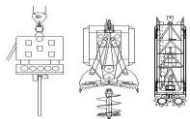
Il sistema di monitoraggio della verticalità può anche essere collegato alla registrazione dei dati operativi Bauer. Controllando così le variabili misurate e i dati riscontrati durante lo scavo della parete.



Un'altra prerogativa Bauer è quella di aggiungere nella valva della benna che ha i denti "interni" due portadenti ed i rispettivi denti. La benna ha la tendenza ad andare sempre verso la parte dove ha il maggior numero di denti ed in particolare quelli esterni che "aggrappano" il materiale

Aggiungendo nella parte opposta si ottiene lo stesso effetto quando la benna raggiunge e oltrepassa la mezzeria del cerchio in fase di chiusura i denti aggiunti aggrappano a loro volta il materiale di scavo e fanno rientrare l'utensile verso la mezzeria di scavo. In questo modo si compensa la differenza che vi è sempre sulla superficie di attrito dei denti.

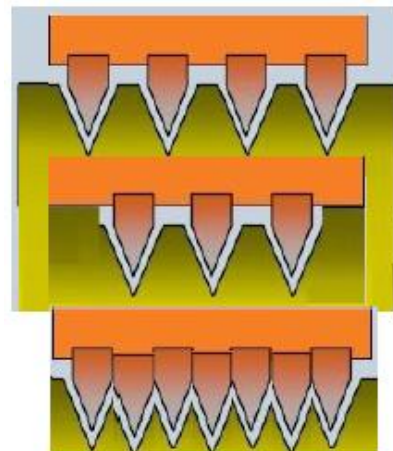




### Ruotare la benna

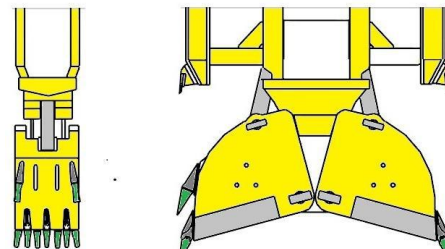
Il consiglio di ruotare la benna ad ogni giro o quasi non è una velleità personale è l'esperienza che insegna di fatto per quanto possa essere accurata la manutenzione dei taglienti nella benna difficilmente si avrà una identica e perfetta geometria e simmetria dell'utensile ed in fase di scavo esso se non adeguatamente controllato darà origine alle deviazioni.

E' oltremodo importante la rotazione dell'utensile perché in fase di scavo specialmente quando si attraversano materiali particolarmente "difficili" come marne conglomerati ecc la benna a lungo andare senza rotazione può arrivare a perdere il "taglio" e aumentare i tempi di scavo.



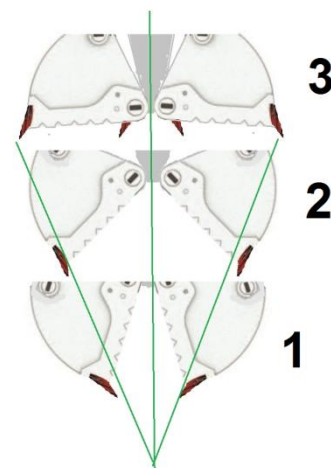
Perciò alcune società di fondazioni adottano sistemi simili a questo rappresentato nella figura a lato che ovvia al problema in modo abbastanza efficace, poiché il dente aggiunto esternamente mantiene appunto il taglio e rallenta la deviazione.

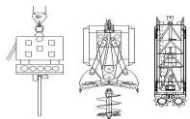
**Attenzione però:** Non la impedisce, lo scavo va sempre e comunque tenuto sotto controllo dall'operatore e dal personale a terra che deve sapere bene come intervenire.



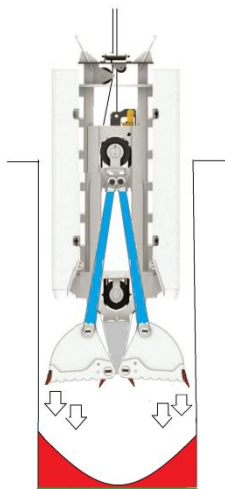
E' anche vero il contrario, cioè qualora non si possa girare la benna ogni volta si può mantenere lo scavo in verticale utilizzando una tecnica di scavo appropriata. e questo andrebbe fatto comunque per il buon mantenimento dei parametri di scavo.

Facendo "mangiare" la benna come rappresentato in figura a destra l'utensile si troverà il materiale già mosso in precedenza e non darà luogo alla solita tendenza di deviare verso la parte dove ha più superficie d'attrito (più denti).





I DUE PROBLEMI CHE SI INCONTRANO DURANTE LO SCAVO DEI PANNELLI SONO SOSTANZIALMENTE: il "BUCO" ed il "COLLO"



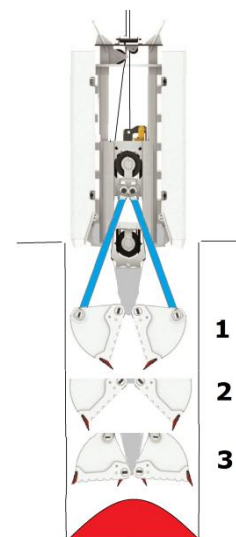
A) Alcune volte può capitare che la benna mentre si aziona la fune di chiusura si trascini la fune di sollevamento; ciò significa che si è creato un «bucco» a causa del materiale particolarmente duro: sabbia, ghiaia, conglomerato ecc, e che la benna non era ben aperta in fase di calaggio..

A questo punto bisogna riportare lo scavo nelle condizioni che consentano di caricare materiale a sufficienza per ogni calata nel foro. A benna ben aperta sondare più volte alzandola di circa 1 metro dal fondo da dove è iniziato il problema per intenderci; poi scendere sul fondo e ricominciare lo scavo.

B) Altre volte capita che la benna non porta nulla perché si è creato nel pannello il cosiddetto «collo», cioè una porzione di materiale particolarmente duro da strappare in un sol colpo.

A questo punto bisogna assolutamente riuscire a strappare «tagliare» il collo che si è appunto formato.

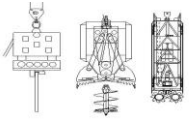
- 1) Si scende con la benna chiusa sul fondo e la si apre a circa 60° si chiude completamente cercando di strappare il collo che si è formato con l'aiuto del sollevamento.
- 2) Si riapre a circa 45°. si chiude fino alla chiusura totale.
- 3) Si apre tutto e si sonda due o tre volte poi si chiude completamente e si porta fuori il materiale.



Generalmente con questi due sistemi si risolvono i problemi relativi al mancato carico della benna nel pannello

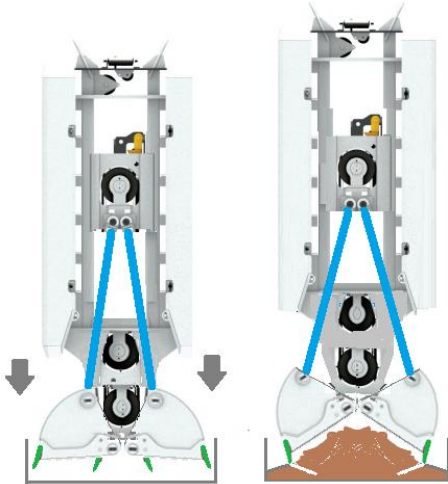
**Attenzione :** Qualora avessimo bisogno di attraversare materiali particolarmente duri o ripristinare uno scavo che sia stato riempito di calcesstruzzo al posto dei denti tradizionali sarà opportuno mettere denti appositamente "tagliati" o consumati che hanno il solo scopo di "grattugiare" il materiale. Questo evita la rottura dei denti stessi e dei rispettivi portadenti (ci vuole pazienza).



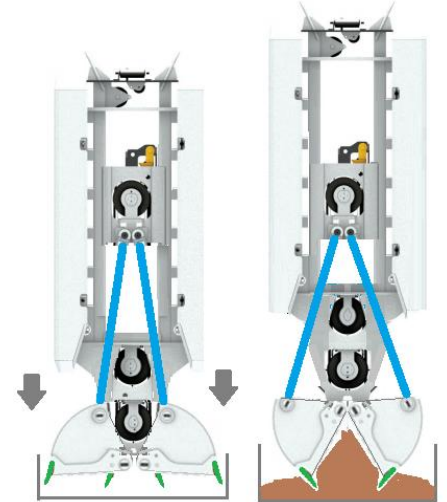


SISTEMI DI SCAVO:

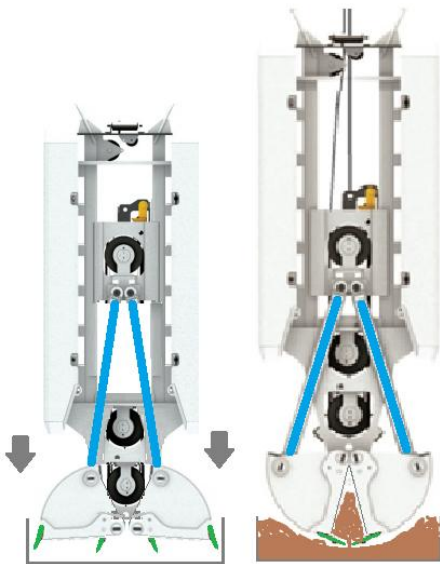
Ghiaie sabbie e materiali particolarmente duri e non coesi. Dove il terreno deve essere lavorato e raccolto a poco a poco, con pazienza.



1) battere 3-4 colpi poi chiudere 3 tiri.

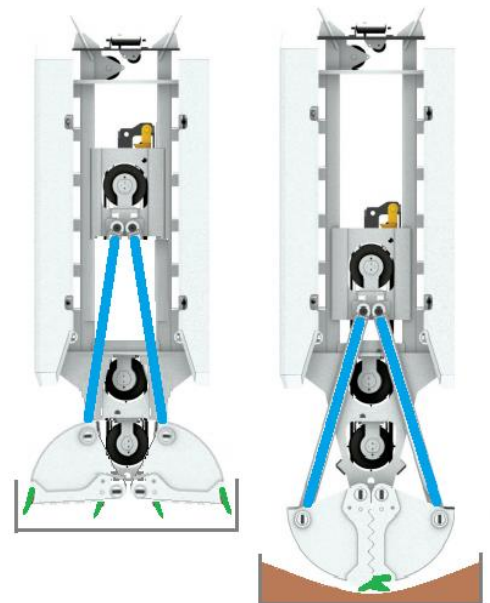


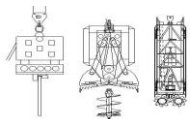
2) aprire completamente e battere 3-4 colpi poi chiudere 4 tiri.



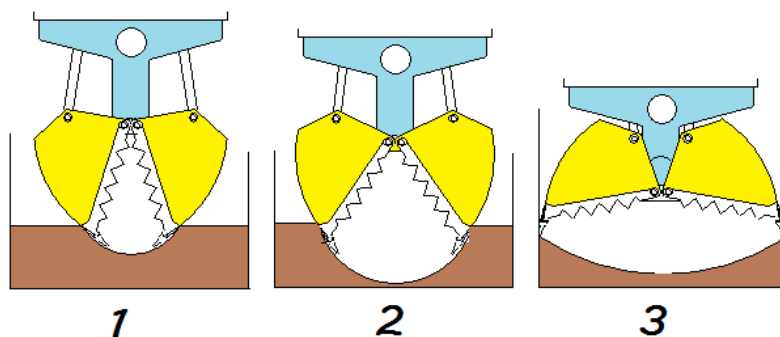
3) aprire completamente e battere 3-4 colpi poi chiudere 5 tiri

4) aprire completamente e battere 3-4 colpi poi aprire e chiudere tutta la benna, poi portare fuori il materiale.



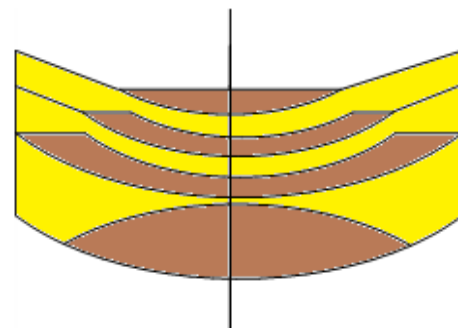


Nota  
Bene

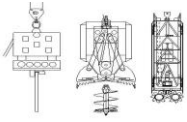


su aste guidate (Kelly) il piano di lavoro deve essere oltremodo livellato e stabile in quanto da esso dipende la verticalità dello scavo.

La sequenza di scavo disegnata a sx dà una corretta interpretazione di quello che avviene nel sottosuolo quando si utilizzano benne mordenti. (siano esse a chiusura idraulica, meccanica o altro) La traiettoria che iscrive la benna durante la fase di chiusura delle valve non è perfettamente circolare perciò vi è un innalzamento dell'attrezzatura di scavo ed una conseguente e limitata deviazione dello scavo stesso. L'operatore, in questa particolare fase, dovrà mantenere in tiro la fune di sollevamento, per mantenere la verticalità del pannello. Solo successivamente, quando le valve avranno passato la mezzera della traiettoria di chiusura e l'attrezzatura comincerà ad abbassarsi potrà gradatamente rilasciare la fune di sollevamento. Durante l'avanzamento, quando e se è necessario sondare con la benna aperta, per farla avanzare nello scavo, non si deve esagerare con i colpi perché oltre alla penetrazione dei denti nel terreno non vi è altro motivo e dato il peso dell'attrezzatura non serve alzare troppo tenendo ben presente, che secondo la legge di Newton sulla gravità e un elemento sollevato aumenta ad ogni metro del quadrato del proprio peso. La benna in sostanza, deve essere fatta scavare gradatamente. Non serve esagerare con il riempimento di terra perché questo è, solo un fattore di soddisfazione ottica, ma che niente ha a che fare con la corretta esecuzione dello scavo e tanto meno la verticalità e la coassialità di un pannello. Come schematizzato nel disegno a fianco durante lo scavo compiendo le tre chiusure, il materiale prima è mosso, poi portato verso il centro dello scavo evitando così un'inutile sforzo alla benna la quale altrimenti comincerà ad appoggiarsi ai fianchi della parete inoltre con questo sistema si mantiene la verticalità del pannello anche in presenza di materiali duri. Durante l'estrazione dell'utensile nei materiali particolarmente resistenti (ghiaia, pietrisco, sabbia) si avrà la formazione di un cumulo (detto "collo") che nella bennata successiva può impedire addirittura la penetrazione della benna, che si appoggia sul cumulo stesso.



Innanzitutto bisogna tenere bene a mente che la cosa fondamentale per la buona esecuzione di un pannello in ca è la disposizione dell'attrezzatura di scavo. La macchina deve essere posta su un piano di lavoro ben livellato, possibilmente ghiaione che aiuta il drenaggio dei fanghi di scavo durante le manovre di scarico della benna e le operazioni di getto del pannello. Usando le benne a fune libera quando vi è un buon piano di lavoro risulta notevolmente più facile l'inserimento nel cordolo di guida e anche la macchina risulta più stabile e manovrabile. Tuttavia anche quando si utilizzano benne



Nota Bene

E' molto importante girare a ogni bennata la posizione delle valve, perché in tal modo la benna scaverà con i denti a n° pari e a n° dispari mantenendo pulito lo scavo. Non bisogna dimenticare che ogni attrezzatura durante la perforazione tende ad andare dove fa meno attrito; nel caso di una benna mordente, essa tende a spostarsi durante lo scavo di un pannello dalla parte dove ha meno denti perché ha meno attrito e quindi sforza meno. Nel caso in cui si utilizzi una benna su asta guidata (Kelly ) e non vi sia la possibilità di poter girare la benna ad ogni inserimento nello scavo ricordarsi sempre di eseguire le tre aperture per non far sforzare troppo l'attrezzatura che in tal modo devierebbe dalla verticale di scavo.

**Un altro artificio è quello di mettere dei denti consumati all'esterno dove la benna si aggrappa durante la fase di chiusura, anche questo aiuta a mantenere un più corretta verticalità dello scavo.**

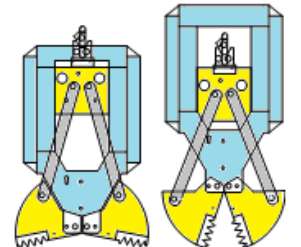
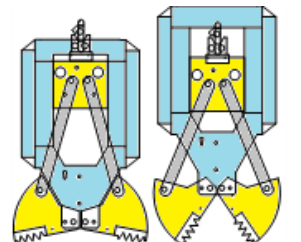
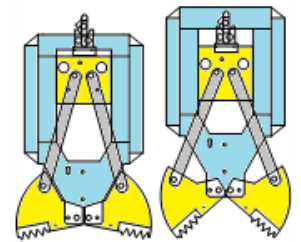
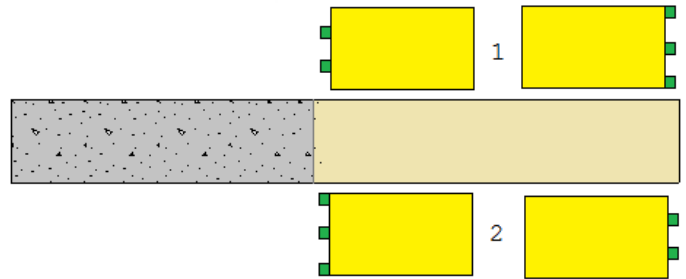
Durante le operazioni di scavo del pannello qualora si debbano attraversare materiali particolarmente compatti e duri, come ad esempio sabbia, ghiaia, conglomerati o riempimenti di calcestruzzo per ottenere un buon riempimento della benna operare nel seguente modo:

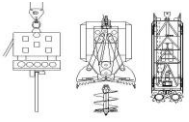
1) A benna completamente aperta sul fondo dello scavo, sondare 3-4 volte senza alzarla eccessivamente e poi chiuderla di 30°, alzare leggermente rilasciando completamente la fune di chiusura in modo tale che il materiale raccolto si depositi lentamente nel fondo nella posizione di chiusura ottenuta.

2) A benna completamente aperta sul fondo dello scavo, sondare 3-4 volte senza alzarla eccessivamente e poi chiuderla di 45°, alzare leggermente rilasciando completamente la fune di chiusura in modo tale che il materiale raccolto si depositi lentamente nel fondo nella posizione di chiusura ottenuta

3) A benna completamente aperta sul fondo dello scavo, sondare 3-4 volte senza alzarla eccessivamente e poi chiuderla di 60°, alzare leggermente rilasciando completamente la fune di chiusura in modo tale che il materiale raccolto si depositi lentamente nel fondo nella posizione di chiusura ottenuta. Ripetere l'operazione, un paio di volte in

modo tale da portare al centro dello scavo più materiale possibile; durante la chiusura tirare e rilasciare la fune di tiro in modo tale che le valve agiscano come una specie di leva nel materiale mosso chiudere completamente l'utensile e portarlo in superficie per lo scarico.



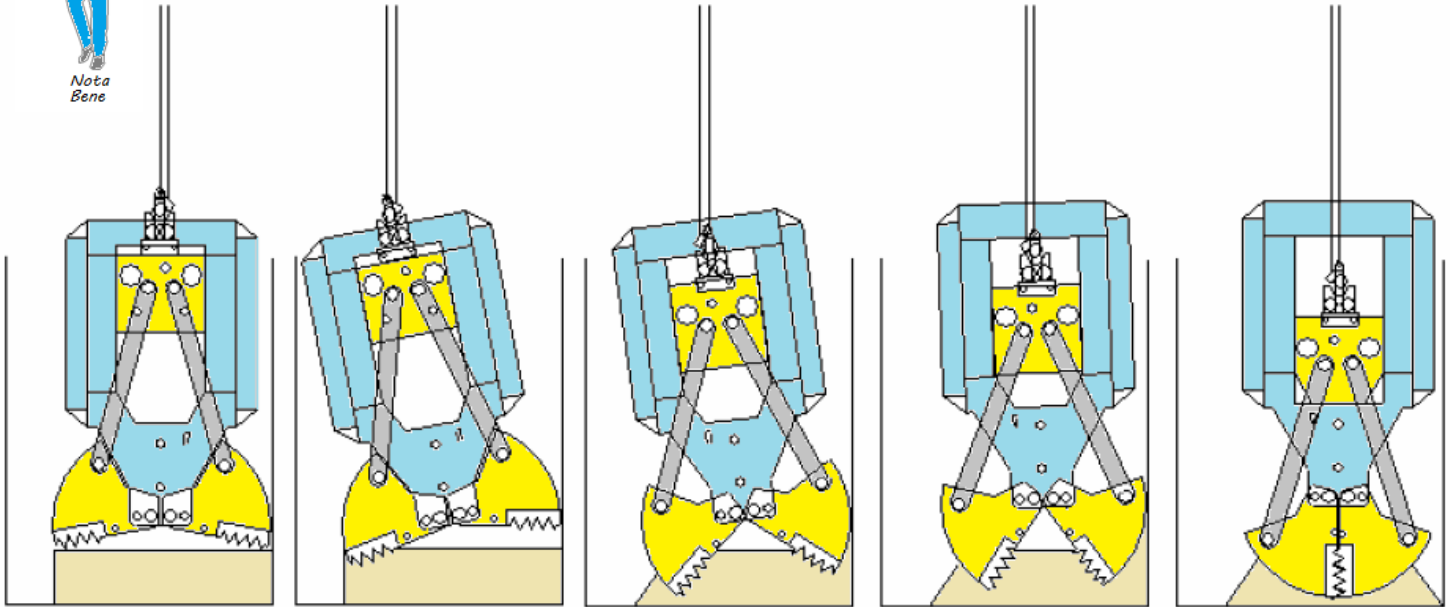


**SCAVO VERSO IL VUOTO**

Quando si esegue lo scavo di un pannello ad L (d'angolo) o quando si deve mantenere la verticalità dello scavo bisogna necessariamente battere in corda.



Nota Bene

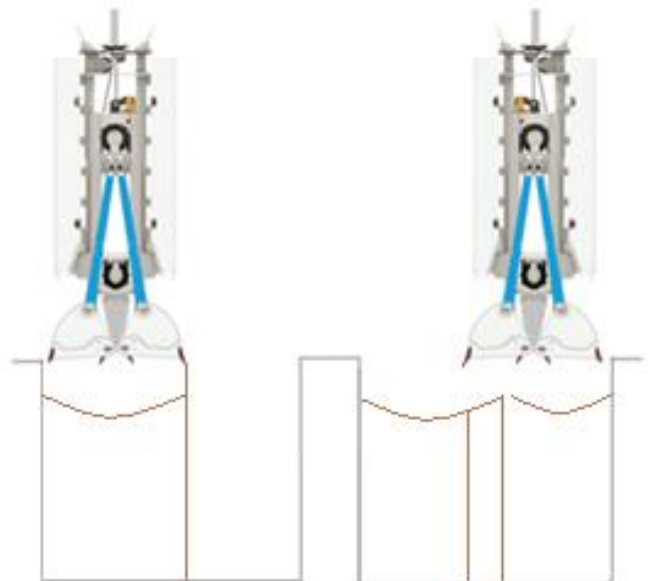


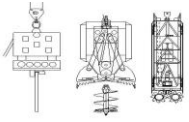
Battendo con la benna per farla inserire nel terreno in uno scavo che ha già una parte vuota (es pannello ad L) la benna tende a cadere conseguentemente verso il vuoto; dopo aver sondato per farla innestare nel terreno bisogna tenerla frenata durante la chiusura e come si vede dal disegno essa pian piano si riempirà del materiale rimosso riportandosi da sola verso la verticale dello scavo. Con la fune libera non è però pensabile che si possano eseguire scavi molto più larghi della benna stessa specialmente se si attraversano materiali compatti, molto duri o in presenza addirittura di calcestruzzo. A tal proposito in fase progettuale le misure di scavo dovranno essere pari alla lunghezza della benna e quando superiori ad essa bisognerà prevedere un "testimone" centrale di terreno che aiuti a mantenere nell'asse verticale l'utensile durante lo scavo.



Nota Bene

Qualora si debba scavare un modulo per qualsivoglia motivo più grande della benna eseguire le "bennate" una volta a destra ed una a sinistra sempre tenendo la parte della benna che ha più denti dal lato dove eseguiamo lo scavo. Questo è il modo migliore per mantenere la verticalità dello scavo. Al contrario tentare di rettificare il modulo sondando con la benna a scavo ultimato diviene non solo difficoltoso ma anche inutile.



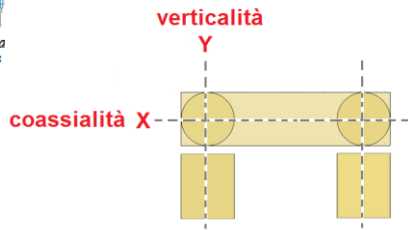


**PRE-SCAVO (materiali duri)**



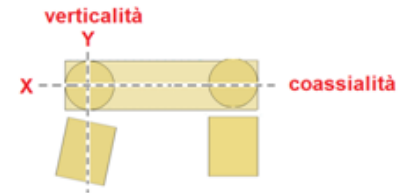
Nota Bene

Se la quantità di terreno duro da attraversare è elevata si può pensare di intervenire sul fondo dello scavo eseguendo dei fori d'alleggerimento.



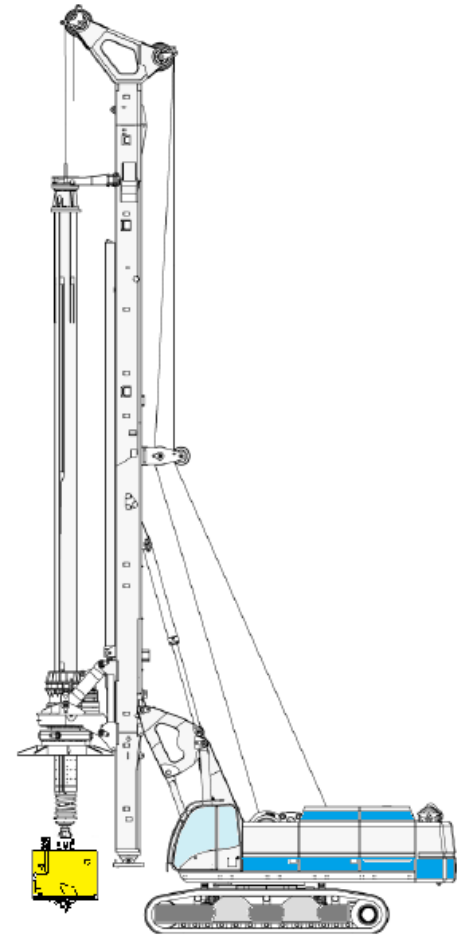
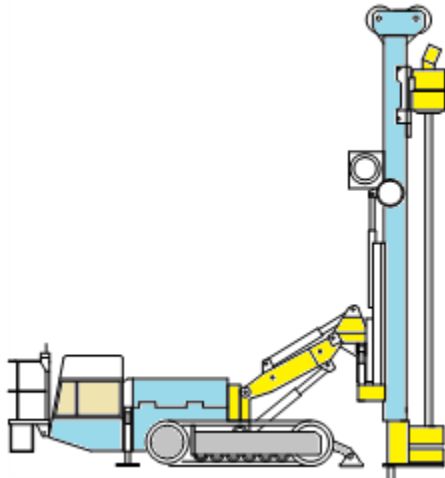
**CORRETTA**

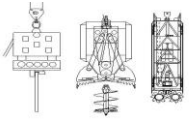
In tal caso bisognerà fare la massima attenzione alla verticalità e alla coassialità dei fori rispetto alla parete del diaframma poiché altrimenti si potranno avere delle difficoltà anche gravi in fase di scavo del pannello, in quanto saranno i fori stessi a dirigere l'utensile di scavo.



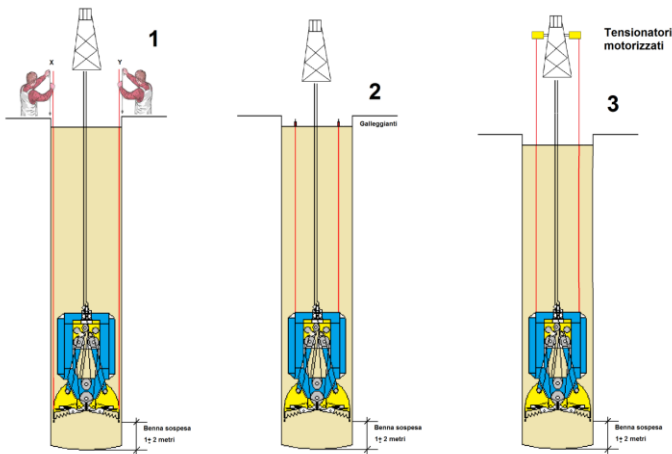
**ERRATA**

A seconda del tipo d'intervento si opererà per l'uso d'attrezzature a rotazione di piccolo o di grande diametro in modo tale da disgregare il materiale facilitando così la penetrazione della benna. nello scavo.





CONTROLLO DELLA VERTICALITÀ:



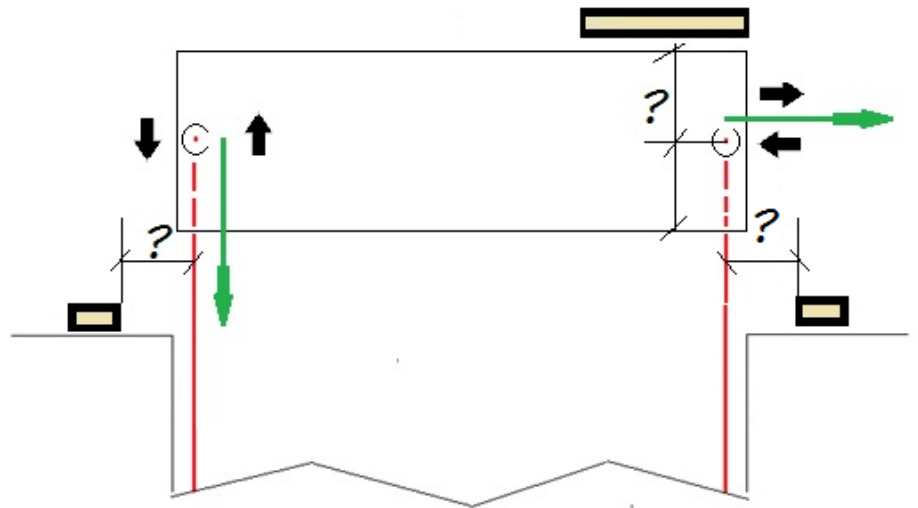
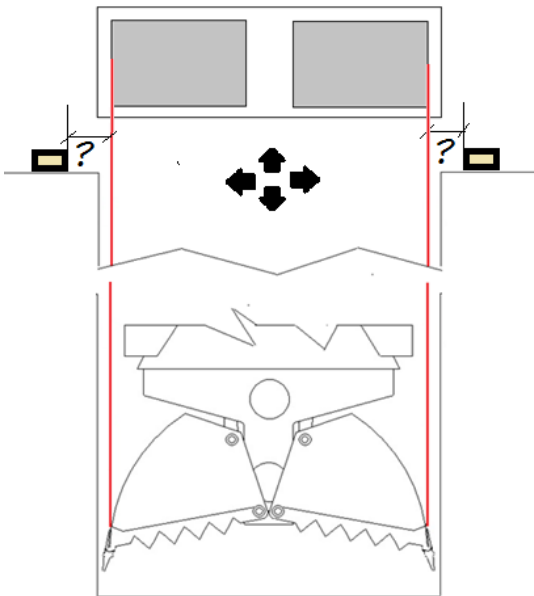
**Il primo** metodo rappresentato: è quello con il filo a piombo calato con l'ausilio di due uomini, che mantengono materialmente in tensione il filo e lo tensionano di persona.

**Il secondo** funziona con lo stesso principio, ma sono due galleggianti che mantengono in tensione il cavetto di controllo direttamente collegati ad una misura equidistante nella benna ed è lo stesso fluido di perforazione che li mantiene pensionati.

**Il terzo** sistema è quello che da maggiore flessibilità di controllo e si può effettuare all'occorrenza quando sia necessario semplicemente tensionando i cavetti per mezzo di due piccoli arganelli posti sul braccio dell'escavatrice.

Quando si voglia controllare la verticalità dello scavo, il metodo più semplice ed efficace rimane l'uso del "filo a piombo"

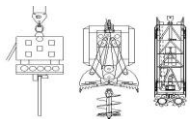
Come è rappresentato in figura: si saldano due dadi alle valve della benna al centro appena sopra la flangia dei porta denti, si collegano i fili ai dadi e con la benna a inizio scavo si prendono le misure di partenza tra i fili e due tavole posizionate ad una distanza stabilita al momento.



Si fa scendere la benna lentamente a fondo scavo e si lascia in sospensione a circa 1 metro dal fondo.

A tal punto si mettono in tensione i fili collegati alle valve e si portano in posizione di "piombo" accostandovi il filo a piombo appunto.

Si ricontra la distanza tra le tavole poste in partenza e così si avrà la misura dello scostamento della benna rispetto alla verticalità in un senso e nell'altro.



La deviazione totale dello scavo e' difatto un angolo che si crea tra il cavo di sospensione e l'utensile a partire dalla punta superiore del braccio fino ad arrivare al cordolo guida.

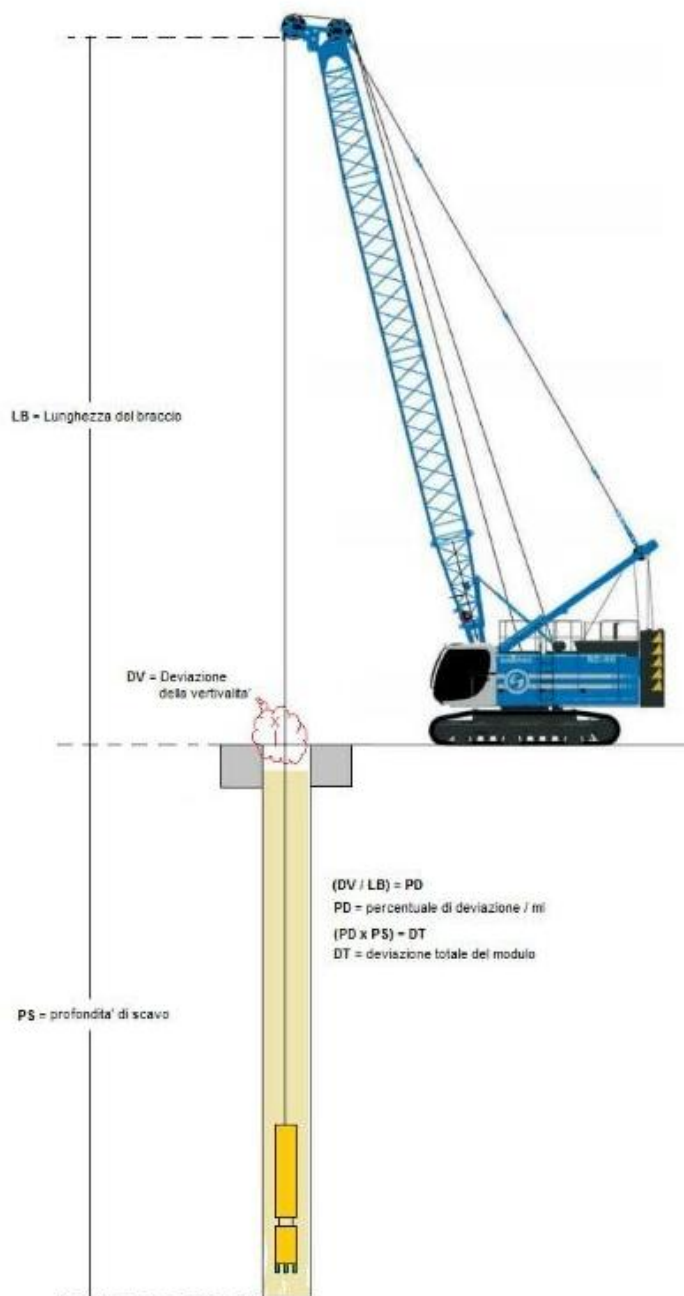
Una volta portato l'utensile all'interno del cordolo guida si misura la posizione del cavo con un teodolite. Si fa scendere l'utensile fino a fondo scavo e lo si solleva di un metro in modo tale che rimanga sospeso e funzioni da "piombo".

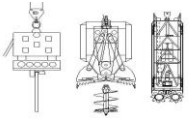
Si misura nuovamente la posizione della fune e si ha cosi' la eventuale differenza tra il centro scavo e la deviazione riscontrata.

Tale deviazione la si divide per l'altezza che abbiamo tra la testa del braccio ed il cordolo guida ed otterremo una percentuale di deviazione.

La percentuale di deviazione si moltiplica per la profondita' totale del braccio ed otterremo cosi la deviazione totale del modulo scavato.

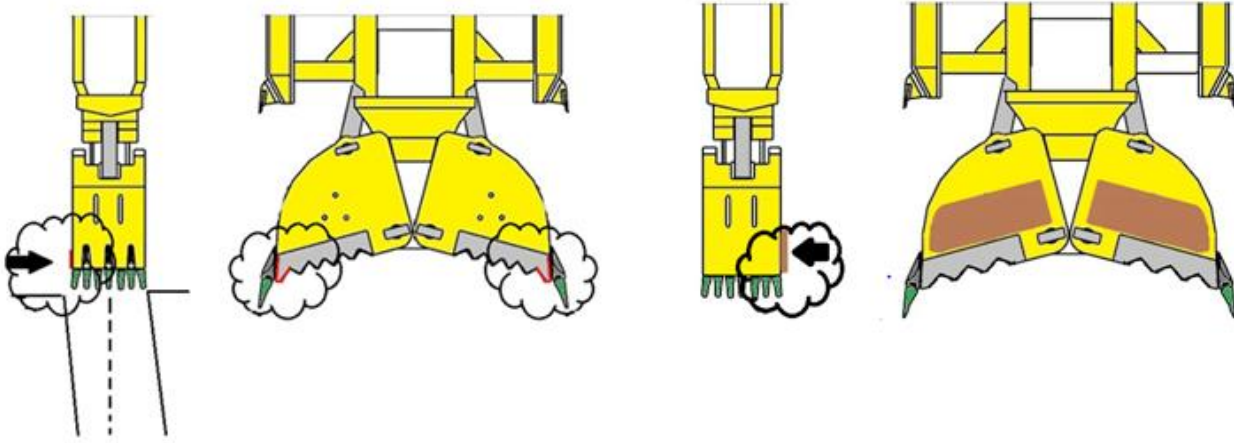
Le imprese specializzate nella costruzione delle attrezzature hanno messo a punto varie tipologie di strumenti che eseguono il controllo delle deviazioni in liena con l'andamento dello scavo. Tuttavia e' sempre utile essere a conoscenza dei sistemi pratici ed economici per ottenere i nostri controlli. Un sistema non esclude l'altro, spesso e' una questione di gestione informatizzata delle informazioni che deve essere messa a disposizione del cantiere per le valutazioni varie.





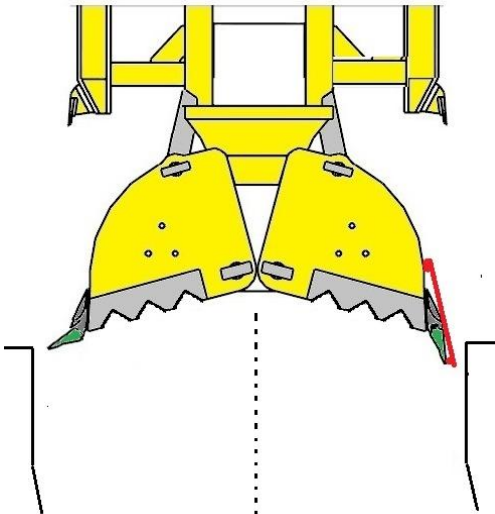
**Recupero della verticalità dello scavo**

N.B. Conviene sempre pensare bene alla posizione giusta e controllare il montaggio corretto delle placche come rappresentate in figura sottostante; per non peggiorare la situazione.



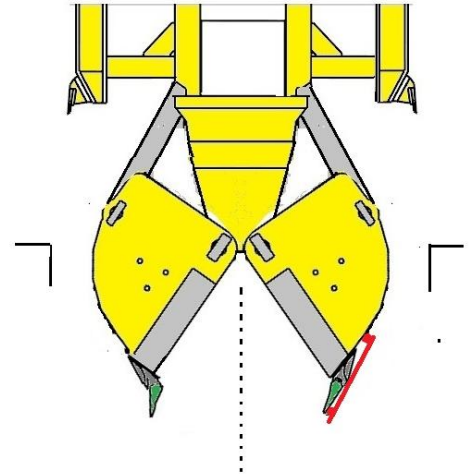
Come si vede dal disegno a lato aggiungendo due semplici barre di ferro diam. 14 /16 mm in prossimità dell'angolo esterno della benna ... (la parte dove in effetti "mangia")-

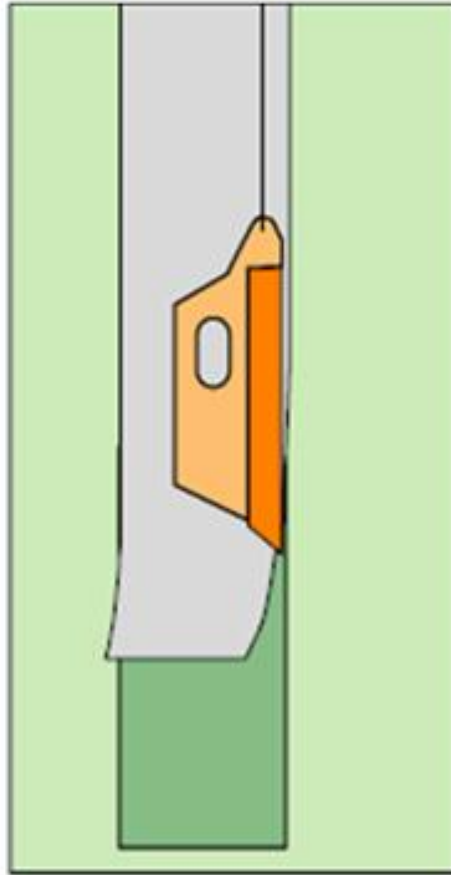
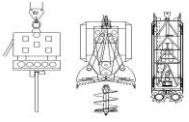
Quando la deviazione è elevata bisogna impedire alla parte opposta di "tagliare" e quindi si applicano delle piastre come rappresentato in figura ... mantenendola in questa posizione ... pian piano riprende lo scavo e recupera la corretta verticalità .



Nella figura a **sx** si vede come ripristinare la verticalità costruendo appositi denti che scalfiranno la parete nella zona interessata dalla deviazione ... mentre nella parte opposta si salderà una placca di ferro che impedisce ai denti di avanzare e si dovrà sondare con l'utensile a partire dalla zona superiore alla deviazione stessa .

N.B. Naturalmente si dovrà entrare nello scavo con la benna a valve leggermente chiuse per evitare di toccare la parete e aprirle solo in prossimità della zona interessata dalla deviazione.





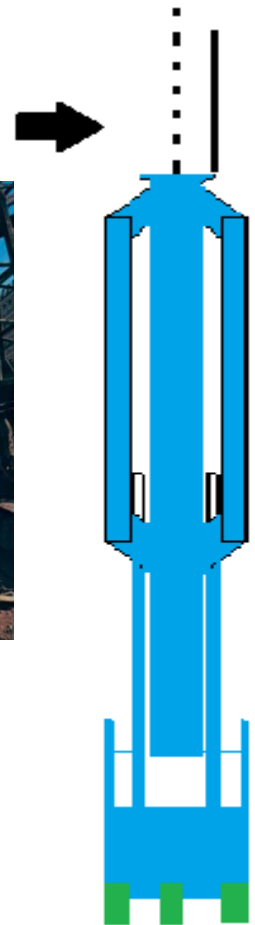
Un altro sistema è quello di usare scalpelli che hanno più o meno la forma della fotografia a fianco.

Cioè una forma nella quale il peso è volutamente spostato verso il basso in modo eccentrico rispetto alla verticale:

questo dà modo all'utensile di tagliare la zona dove vi è la deviazione in quanto al momento del rilascio la sua forma stessa lo farà battere in modo obliquo come è rappresentato



dal disegno -

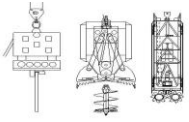


Qui a sx è raffigurato invece uno scalpello **Leffer** che ricopia la forma del diaframma e può essere spostata la posizione di attacco della fune di sollevamento in modo tale che si possa ottenere un battente obliquo e contrario rispetto alla deviazione da correggere.

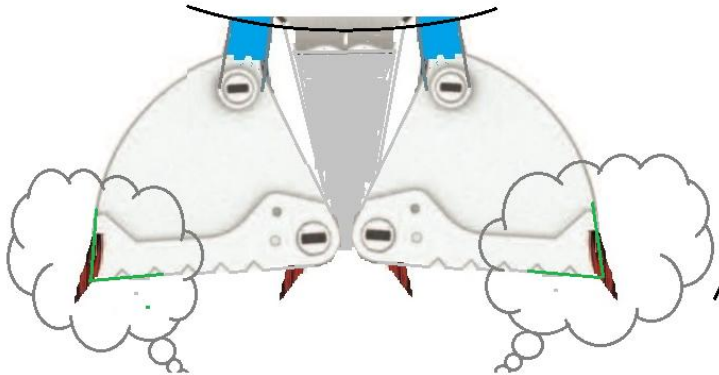
Ancora un altro sistema per ottenere più o meno lo stesso effetto è quello di spostare la fune o comunque l'attacco di sollevamento, per rendere l'utensile "Obliquo" durante la fase di battitura.

Questo aiuta senz'altro a riprendere la verticalità.

Una cosa molto importante è il personale a terra che deve essere ben addestrato in modo da tenere sotto controllo spesso i parametri dello scavo.

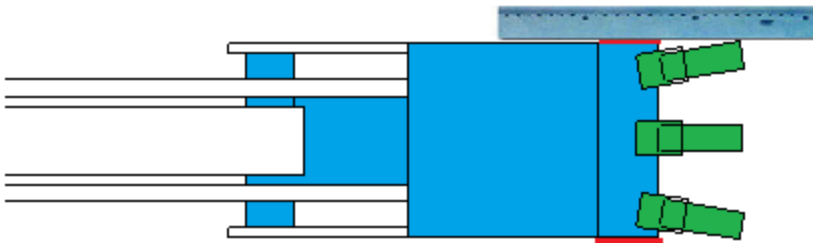


**IMPORTANTISSIMO - MANTENIMENTO DELL'UTENSILE**



Queste sono le zone della benna dove lei **"mangia"** e dove va tenuto sotto controllo il consumo e l'abrasione del materiale di riporto Sono i circa 200 mm evidenziati attorno agli angoli del cucchiaio nella benna.

Aggiungo che quando arrivo in cantiere e' la prima cosa che mi preoccupa di controllare, ne va della buona riuscita degli scavi, molti colleghi nemmeno lo sanno, ma sono dei bravi **"tiranamente"**-

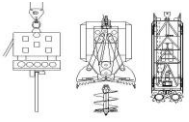


Il riporto non specularle delle parti o il non corretto posizionamento dei denti nell'utensile da il via alle deviazioni durante la fase di scavo della parete. Quindi è consigliato controllare bene la simmetria e la geometria dell'utensile e lo spessore del riporto deve essere mantenuto costantemente sotto controllo in modo appropriato.

Ancora meglio e' prevedere l'utilizzo dei bottoni in materiale "duro" . che hanno una durata maggiore anche se all'apparenza sono inizialmente molto costosi all'applicarsi sull'utensile.

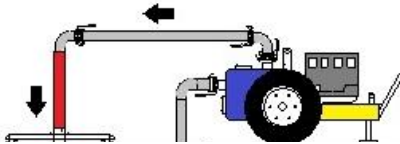


**BETEK**

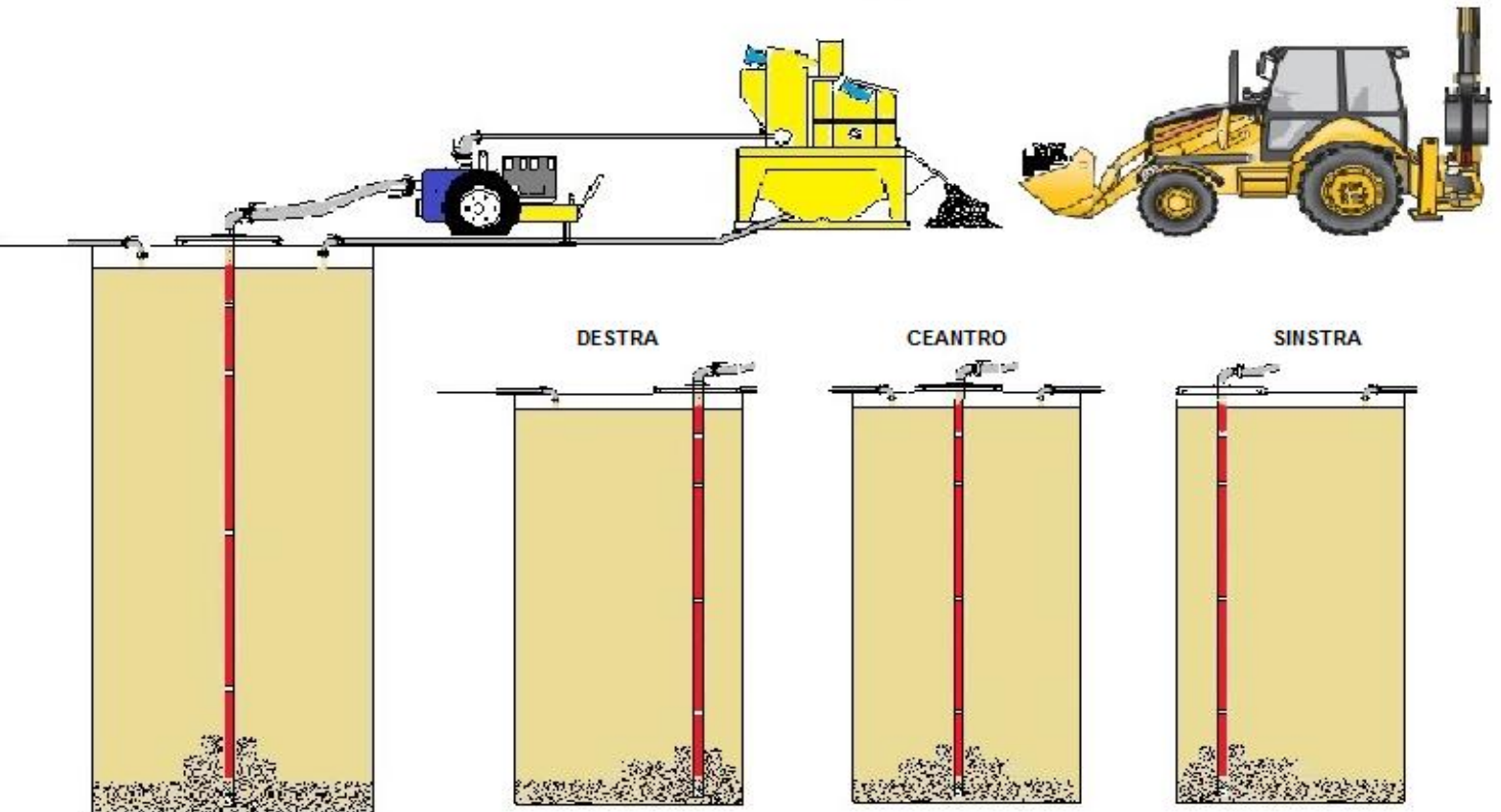


**DISSABBIAGGIO DELLO SCAVO** - GRANDE MOSCHEA DI ALGERI 2013 con (SILVEIO MAGATELLI)

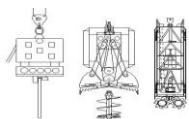
Appena terminato lo scavo del diaframma si procede al dissabbiamento del fango di sostentamento per riportarlo entro i valori limite stabiliti dalle normative.



1) Si procede al montaggio dell'apposita tubazione fino a fondo scavo e si inizia il ricircolo del fango "bentonite" in modo tale da creare il vuoto all'interno della condotta che consentirà la risalita dei materiali in sospensione (generalmente sabbia).



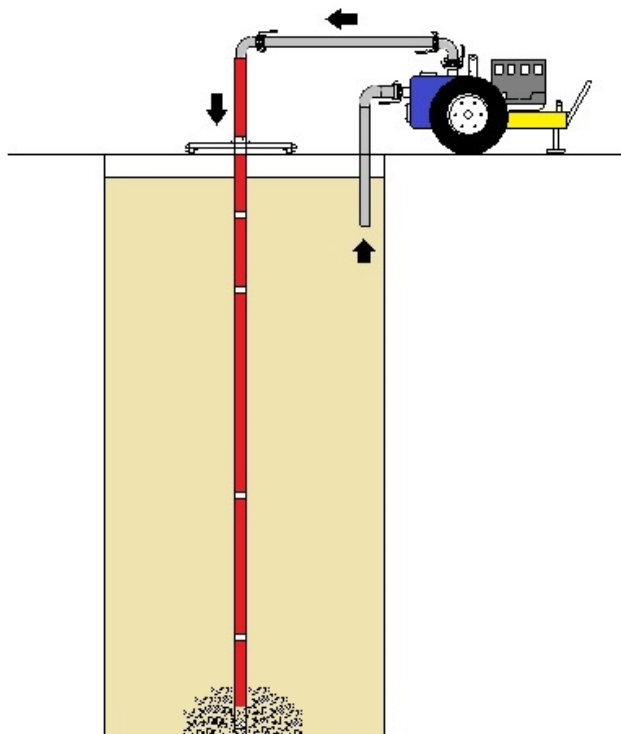
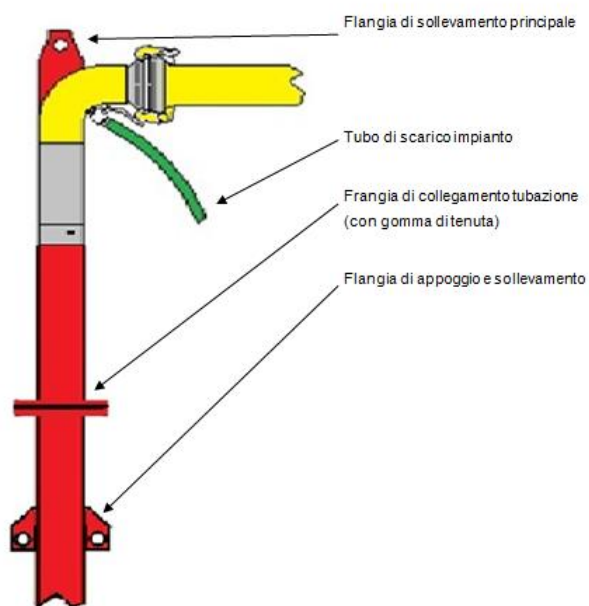
2) Si dispone poi la tubazione direttamente dalla pompa al tubo e si collega l'uscita al dissabbiatore dando inizio alla fase di dissabbiamento vero e proprio. avendo cura di spostare la tubazione sia verso un lato sia verso l'altro e si continuerà fino all'ottenimento dei valori stabiliti .... La sabbia che fuoriesce sarà rimossa con l'ausilio di una pala meccanica o qualcosa di simile.



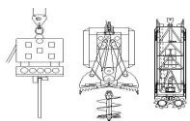
**N.B.:** nella fase di montaggio della tubazione di aspirazione assicurarsi di rendere ben stagna il collegamento altrimenti l'impianto prende "aria" e il sistema non entra in funzione.

Spesso durante il pompaggio succede che per effetto del "vuoto" creato dalla pompa si crei un vero e proprio accumulo di sabbia attorno e all'interno della tubazione, che impedisce e arresta la fuoriuscita del fango. In questo caso di dovrà sollevare pian piano la tubazione dal fondo e se non basta ancora: rieseguire il cosiddetto "lavaggio" come ad inizio lavorazione.

**Particolare tubazione**



**Nota ulteriore:** Si è notato che non necessariamente serve lasciare decantare sul fondo la sabbia e il materiale fine presente nel fango di sostentamento. Si può iniziare già da subito l'operazione di dissabbiaggio, il risultato pressoché è uguale con un evidente e notevole risparmio di tempo dell'operazione.



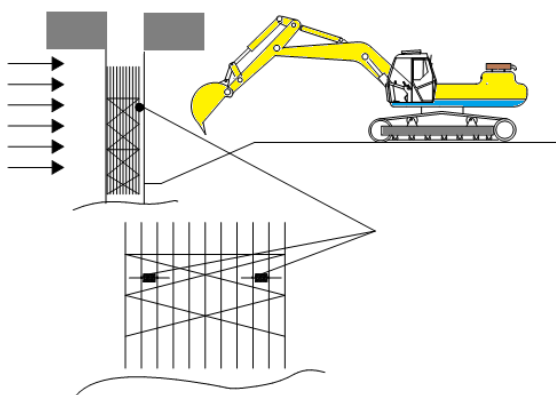
## ARMATURE

Devono essere dimensionate tenendo conto del particolare ambiente nel quale esse sono collocate e delle norme del getto.

Soprattutto non bisogna che i progettisti esigano da questa tecnologia esecutiva quanto ottenibile con altre tecnologie ben differenti. Infatti, la realizzazione di una struttura in c.a. all'aperto dove l'operatore può controllare l'esatta posizione dei ferri, la corretta esecuzione del getto, intervenire dove è necessario tempestivamente, è ben diversa da quella di una struttura gettata in una trincea sotterranea dove non è possibile praticare durante la sua esecuzione alcun controllo ed intervento correttivo diretto. **Le armature quindi devono permettere l'agevole passaggio del calcestruzzo**

**attraverso i ferri soprattutto nelle zone di sovrapposizione dove è ancora più necessario che l'armatura sia ben annegata in lui.** Inoltre la normale risalita del calcestruzzo nel pannello non deve essere ostacolata in corrispondenza dei giunti, a questo scopo si raccomanda di tenere le staffature trasversali distanti dal giunto stesso. Di almeno 6 cm per parte dell'armatura in modo che il cemento abbia la possibilità di passare agevolmente. I progettisti rinuncino quindi a forzature, la struttura deve essere dimensionata correttamente, senza volere ad ogni costo, incrementare le prestazioni del pannello armandolo oltre ogni limite. Purtroppo in questa fase le voci degli esecutori ai quali saranno imposte l'esecuzione e la responsabilità della buona riuscita dei diaframmi sono pressoché inascoltate. Un altro grosso problema, non ancora risolto in modo soddisfacente è il centraggio delle gabbie nello scavo e di conseguenza la garanzia di un corretto copriferro che **raccomandiamo non sia mai inferiore ai 6 cm teorici.** I centratori più usati sono dei rulli prefabbricati in calcestruzzo del diametro di 12-18 cm e dello spessore di 5-10 cm forati e infilati nelle staffe orizzontali delle gabbie d'armatura. Essi sono posti ad intervalli di 3-5 metri in coppie contrapposte in modo da guidare la gabbia durante il suo calaggio nello scavo. Si ottiene così un centraggio circa perfetto; le pareti dello scavo sono ovviamente irregolari, e se una serie di rulli viene a trovarsi in una zona, dove, la parete dello scavo si protende verso l'esterno è possibile che durante il getto, la gabbia sia spostata lateralmente e lo spessore del copriferro in altre zone ridotto. Un altro inconveniente dovuto all'impiego dei rulli è rappresentato dal fatto che essi, rotolando durante il calaggio della gabbia lungo la parete dello scavo, si ricoprono di uno strato di fanghiglia formata da terreno e cake bentonitico. Successivamente, durante il getto, vengono a crearsi nel corpo della struttura delle inclusioni di materiale fangoso proprio in corrispondenza di questi rulli. Si è tentato di eliminare quest'inconveniente, usando pattini al posto dei rulli, senza ottenere in ogni caso apprezzabili miglioramenti, poiché l'inclusione di terriccio avviene in questo caso al di sotto dei pattini. Dobbiamo però aggiungere la considerazione che i diaframmi realizzati ormai da lungo tempo (circa 40 anni o sono se non di più) in ambienti non favorevoli, per opere marittime e certamente non con le cure e le tecnologie attualmente impiegate, svolgono ancora egregiamente il loro compito e non sembra che abbiano subito danni nel tempo. In effetti, queste inclusioni sono più impermeabili del calcestruzzo, la bentonite in loro contenute, combinandosi con la calce libera del cemento diventa in concreto insolubile, anche alla presenza d'ambiente alcalino, quindi si può pensare che l'armatura sia sufficientemente protetta nel tempo. Concludendo se queste inclusioni non sono molto diffuse, e di piccole dimensioni, il modo di funzionare della struttura non è compromessa.

## DISTANZIALI PER ARMATURE

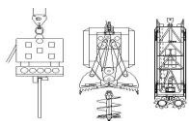


Durante l'esecuzione del getto si possono creare degli spostamenti delle armature verso la parete che verrà successivamente scavata eliminando di fatto il necessario copriferro.

Per ovviare a questo inconveniente si possono realizzare in cantiere molto facilmente degli appositi distanziali; utilizzando del tubo di plastica ( $\varnothing$  120 mm e L. 150 mm ca ) riempito di calcestruzzo con un ferro centrale di  $\varnothing$ . 12 mm.

Una volta preparati i distanziali al momento del calaggio delle armature nella trincea di scavo posizzarli dalla parte dove verrà eseguito lo scavo legandoli semplicemente con del filo di ferro per carpenteria.

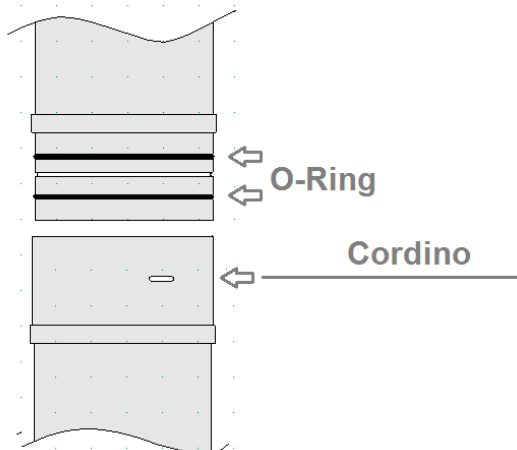
In questo modo l'armatura rimarrà spostata dalla parte opposta della parete che verrà scavata, lasciando oltre tutto il necessario copriferro al calcestruzzo poiché l'esterno del distanziale di appoggerà sulla parete di scavo mantenendo l'armatura nella corretta posizione.



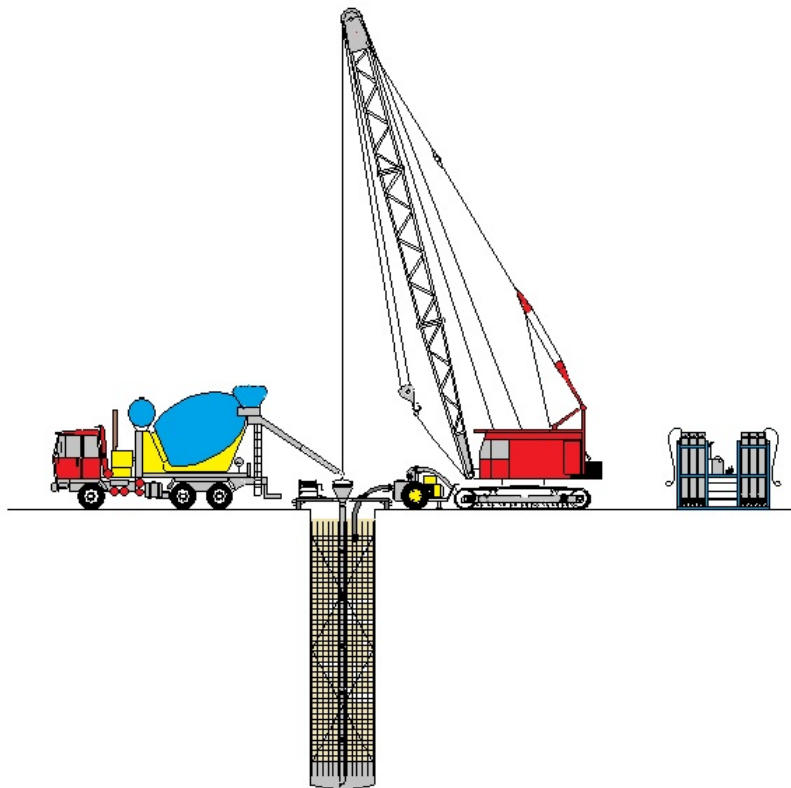
## GETTO

Il sistema più usato è quello noto con la denominazione **"CONTRACTOR"**.

Esso consiste nel porre in opera il calcestruzzo preconfezionato e premiscelato attraverso un tubo convogliatore munito alla sommità di una tramoggia (imbuto) d'alimentazione ed avente la bocca di scarico preventivamente già immersa nella massa di bentonite.



Usualmente questa colonna, costituita da elementi giuntati tra loro mediante un'apposita fune che collega i due tubi e due O-Ring di tenuta per l'acqua ed ha un diametro compreso tra 200 e 250 mm. Che hanno sostituito ormai quelli a filettatura in quanto sono nettamente più pratici.

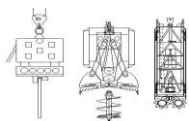


La tramoggia d'alimentazione ha dimensioni limitate e la sua capacità, generalmente inferiore a  $\frac{1}{2} m^3$ . Il complesso tramoggia -colonna è poi sospeso ad una fune comandata da un mezzo di sollevamento. Questo sistema richiede però il rispetto assoluto d'alcune semplici norme.

**Per prima cosa** occorre che le pareti del tubo siano di buono spessore, per evitare ammaccature o deformazioni; inoltre i giunti devono essere sicuramente stagni, (controllare spesso gli O-Ring di tenuta e quando necessario sostituirli) Bisogna che il sistema di sollevamento sia efficiente, a caduta libera e dimensionata in modo da poter muovere non solo il peso della colonna ma anche quello del calcestruzzo in lei contenuto, qualora per un insorgente tappo, questi non riesca più a defluire.

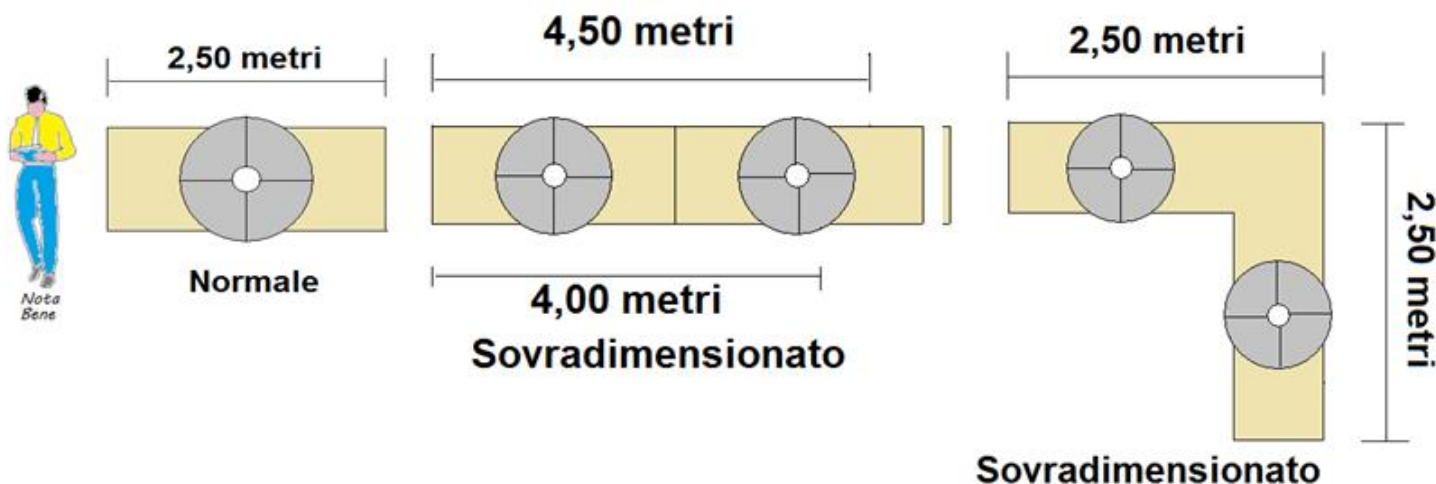
**Per seconda cosa** occorre durante l'esecuzione del getto prestare attenzione alle seguenti norme:

**A)** L'inizio del getto è l'operazione più delicata, si deve intanto isolare il primo calcestruzzo dal fango del pannello con un tampone isolante; può essere di carta (utilizzando i sacchetti di bentonite o del cemento) se ben fatto. Si possono anche usare argille espanse. Il migliore è quello costituito da uno strato di palline di polistirolo espanso, inserito nel tubo di getto tra il fango ed il primo calcestruzzo. Le palline di polistirolo hanno il vantaggio di galleggiare sulla bentonite, di formare un buon setto isolante e di disperdersi senza alcun danno terminata la sua funzione, nella massa di calcestruzzo. Manovrando con cura la colonna da getto bisogna impedire il dilavamento del primo calcestruzzo che si pone a cumulo in fondo allo scavo e che deve permettere l'innesco del rifluimento del primo cemento. Occorre inoltre disporre all'inizio del getto di un volume con calcestruzzo pari a quello del volume del tubo getto e di almeno 3-4 metri di pannello, perché il moto di rifluimento possa avvenire.

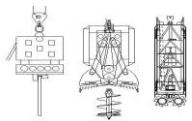


Non è infrequente che il livello del calcestruzzo nella colonna getto si disponga per effetto dinamico e per differenza dei relativi pesi specifici, ad una quota più bassa di quella del fango esistente nella trincea. Se all'interno dello scavo non esiste un'adeguata massa di calcestruzzo, questi può essere irrimediabilmente dilavato da un ritorno nel tubo di getto del fango presente

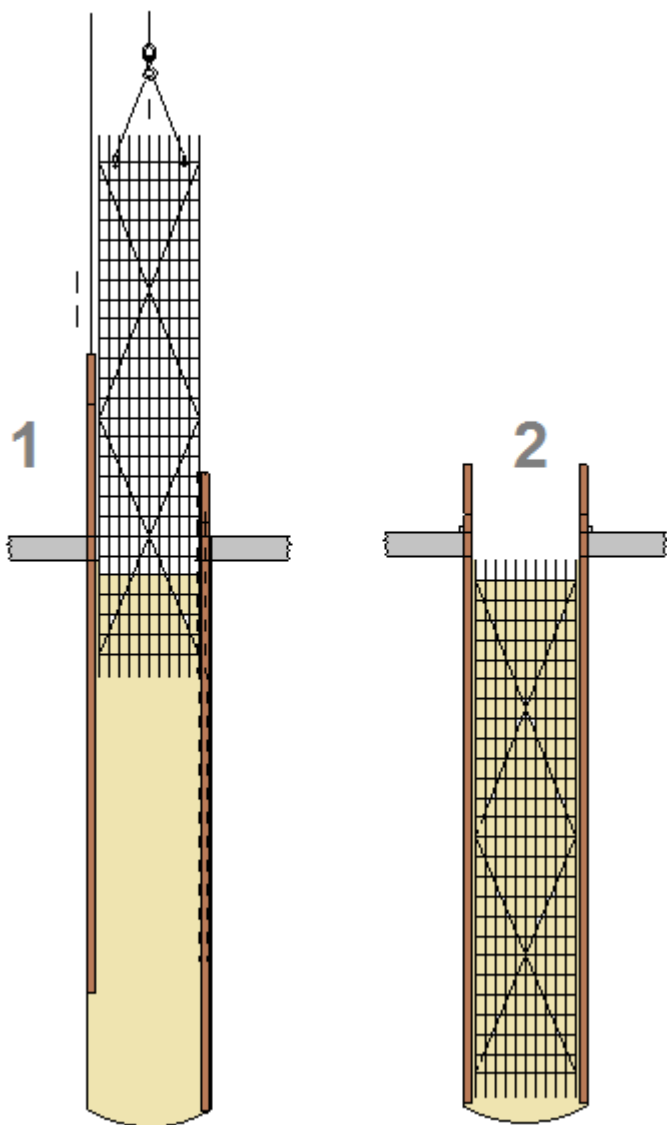
**B)** Durante il getto è necessario che il rifornimento del calcestruzzo avvenga con regolarità ed un ritmo di almeno 20-25 m<sup>3</sup>/ora. Un rifornimento discontinuo e troppo lento riduce la lavorabilità e pregiudica il regolare deflusso, provocando a volte il temuto "tappo" nella colonna. Quest'inconveniente può richiedere per essere eliminato, l'estrazione della batteria dei tubi dal getto. La successiva ripresa del getto, così ottenuta è sempre un'operazione che presenta notevoli incognite e pone una seria ipotesi sulla buona riuscita del pannello. Il tubo deve inoltre essere sempre immerso per una profondità variabile da tre (3) a sei (6) metri nella massa di calcestruzzo già gettato; profondità minori ovviamente possono essere dannose per il pericolo di dilavamento. Tuttavia anche valori eccessivi d'immersione sono altrettanto dannosi, per il formarsi di vie preferenziali di risalita attraverso la massa del calcestruzzo, localizzate in una ristretta zona anulare perimetrale alla colonna da getto. Le conseguenze più deprecabili sono la formazione di sacche nel calcestruzzo di materiale sabbioso misto a fango flocculato. E', infatti, una convinzione errata, che il primo calcestruzzo immerso in un pannello risalga fino alla superficie dello scavo e che si comporti come un liquido sia pure denso e viscoso quanto si voglia. Prove di cantiere con calcestruzzo di differente colore, e di laboratorio, su modelli hanno dimostrato un comportamento del tutto differente; se questa distribuzione viene alterata è facile intuire come possano formarsi le tanto temute sacche di materiale fangoso e di beton dilavato.



Qualora le dimensioni longitudinali di un pannello **superino i 4-5 metri** o questi abbia una particolare forma planimetrica (es. pannelli a T o a L) è consigliabile ricorrere all'impiego di **due colonne getto**. Occorre però, rispettare alcune regole fondamentali, se non si vuole incorrere nel grave inconveniente d'inclusioni di materiale fangoso nella zona a contatto dei due getti. L'alimentazione bisogna che avvenga contemporaneamente, (per es. usando due betoniere) e il calcestruzzo sia particolarmente fluido (slump = 18-20 cm) In questo caso è bene prevedere l'utilizzo d'additivi che n'aumentino la lavorabilità senza incrementare troppo il rapporto acqua-cemento.



**CALAGGIO DELLE PALANCOLE (giunto)**

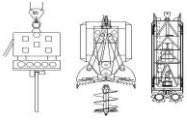


Come si vede nella figura a fianco il posizionamento delle palancole durante le operazioni di preparazione del getto di un pannello in c.a. risulta molto importante. :

Se sono posizionate mantenendole sospese dal fondo durante il calaggio delle armature non ci saranno difficoltà poiché le gabbie scenderanno liberamente nello scavo spostandole eventualmente man mano che scendono.

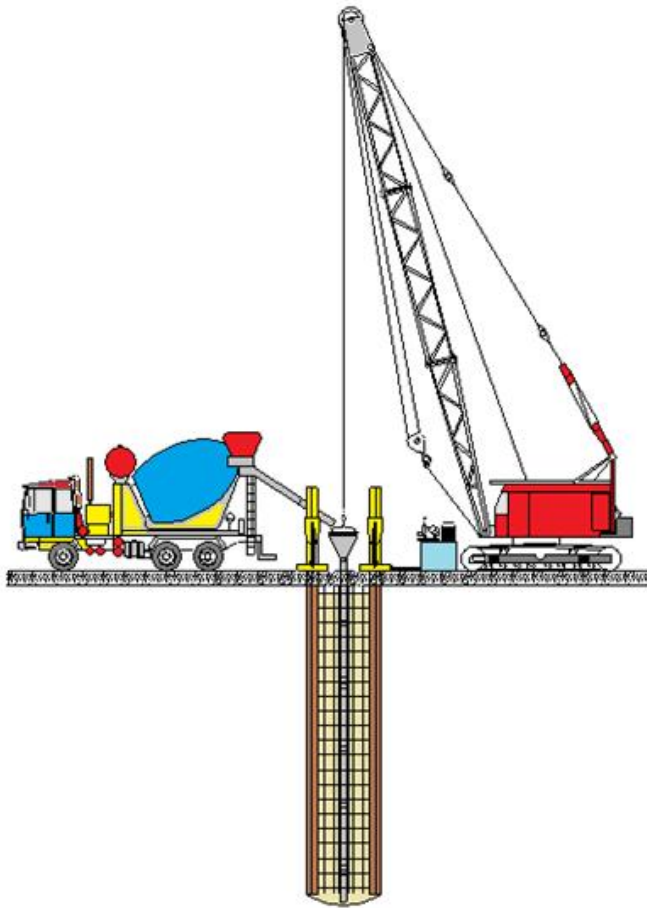
Al contrario se si appoggiano al fondo dello scavo si inclinano verso il centro del pannello e sarà necessario sollevarle con una braca durante il calaggio delle armature che il più delle volte non scendono libere nel pannello.

All'inizio del getto sarà la spinta del calcestruzzo a riportarle contro la parete scavata garantendo così la buona riuscita del giunto.



### GETTO CON PALANCOLE (forma)

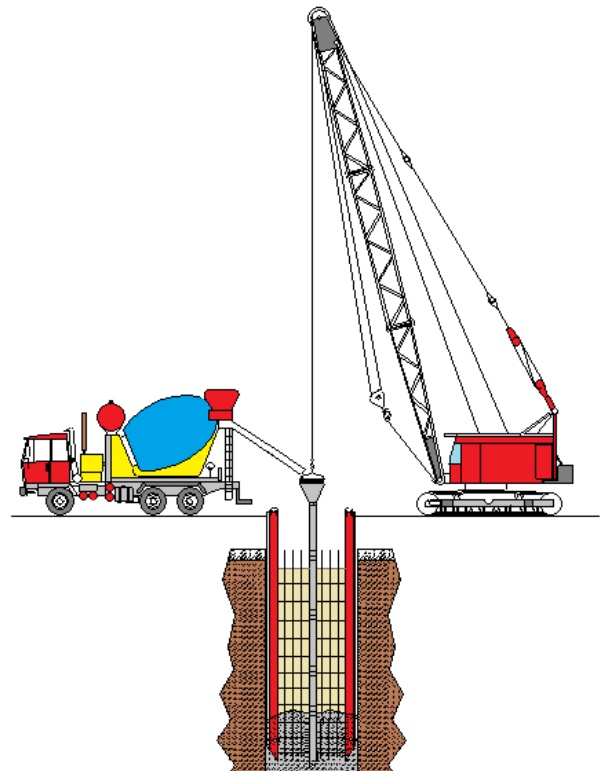
Quando si eseguono getti con palancole o tubi forma, la cosa più importante è quella di tenere presente che il calcestruzzo comincia a lavorare dopo circa 1 ora partendo dal momento in cui è stato caricato nella betoniera. Se ad esempio la betoniera arriva in cantiere quando ancora non sono ancora state terminate le operazioni di preparazione del getto tenere in considerazione l'orario di confezionamento e comunque se vi è un ritardo superiore ad 1 ora è consigliato rimandare la betoniera all'impianto per ravvivare il cls, in quanto appunto sta già lavorando; dopo 3 ore circa dalla posa nel pannello il cemento è già indurito a sufficienza per prendere la forma

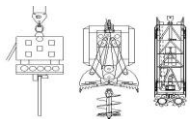


della palanca. Un altro fattore importante per la buona riuscita del getto con palancole è quella di usare cemento con slump S4 (abbassamento al cono di Abrams 160 -200 mm) senza aggiunta d'acqua che ne ritarda l'indurimento e dilavando l'inerte comprime la ghiaia contro le palancole; inoltre non bisogna tramoggiare molto la colonna getto perché in questo modo la pressione esercitata dalla massa di calcestruzzo comprimerà eccessivamente le casseforme contro la parete dello scavo; per questo motivo è necessario disporre in cantiere di una colonna getto efficiente e soprattutto facilmente sezionabile per consentire lo smontaggio delle parti ogni qual volta la massa di cls tenderà di bloccarsi. Dopo aver scaricato una o più betoniere a seconda della grandezza del pannello (diciamo quando il cls sarà risalito circa 2 o 3 metri nel pannello) sollevare leggermente le palancole (circa 30 o 40 cm) in tale modo il calcestruzzo adagiandosi sul fondo dello scavo comprimerà le pareti delle casseforme, che eventualmente erano per vari motivi non perfettamente allineate sulla verticale di scavo. Tenere le casseforme sempre leggermente in trazione durante il getto a 10 o 20 cm per volta agendo sui martinetti

Dopo 2,30 o 3 ore dall'inizio del getto bisogna assolutamente cominciare ad estrarre le palancole lentamente tenendo sotto controllo il manometro posto sulla centralina di comando che non deve superare mai i 100 bar, altrimenti significa che le casseforme cominciano ad essere bloccate dall'azione indurente del cemento.

All'inizio della fase di getto fino a quando il calcestruzzo non avrà oltrepassato la palanca per almeno **1 o 2** metri lineari è consigliato gettare lentamente e senza tramoggiare assolutamente con la colonna, per evitare che la spinta del calcestruzzo faccia spostare la palanca verso l'interno del pannello.





**Quando si mettono in trazione le palancole se poi ridiscendono lentamente significa che il giunto che si sta creando è stabile; al contrario se si ferma e non riscendono può significare che vi sono stati franamenti nella parete di calcestruzzo.**

#### POSA IN OPERA DELLA PALANCOLA - "SOLETANCHE-BACHY"

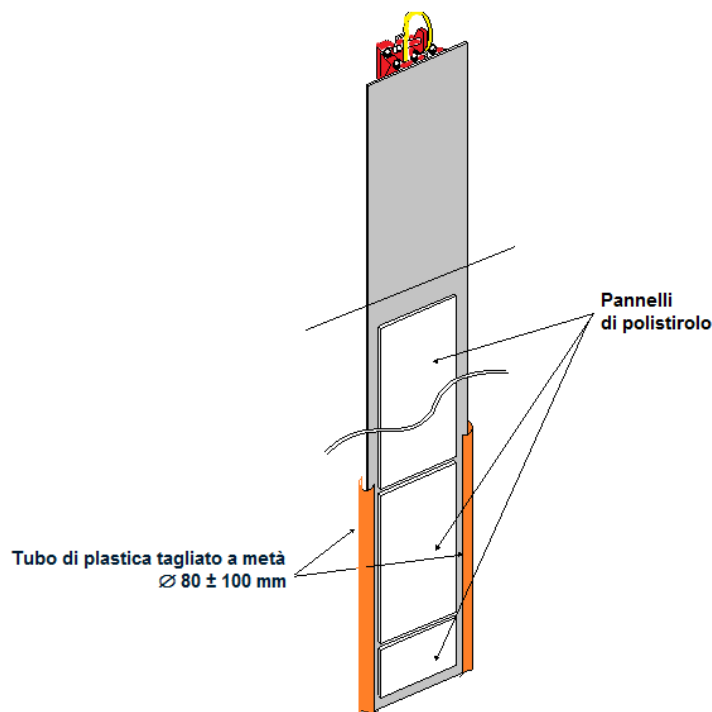
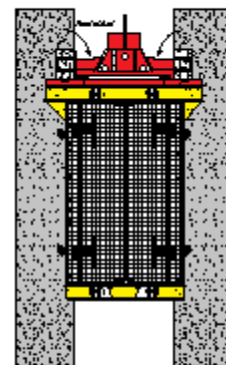
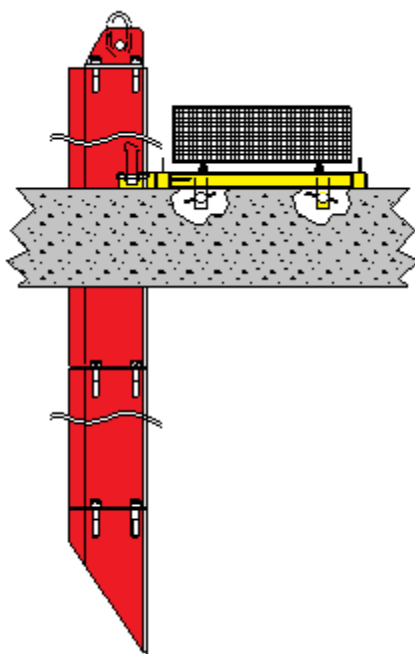
La posa in opera della palancola da parte del personale addetto è da sempre un'operazione delicata e va svolta con la massima accuratezza e professionalità; tale operazione è infatti determinante per la perfetta riuscita del giunto tra pannelli nonché della tenuta idraulica dell'opera stessa.

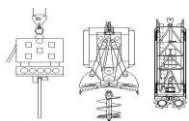
Utilizzando il sistema "Bachy - Soletanche", poiché l'estrazione si esegue solitamente alcuni giorni dopo il getto del pannello ed il calcestruzzo di conseguenza si è già rappreso bene, bisogna essere ancora più attenti durante la sistemazione della palancola.

La palancola va sistemata in posizione assolutamente verticale e perfettamente contro la parete; a tal proposito si utilizza il posizionatore come illustrato nel disegno di seguito. Esso viene assicurato con gli appositi bloccaggi ai cordoli guida; questo aiuta molto a mantenere ferma la palancola nella sua posizione e torna utile durante lo scavo del pannello successivo e l'estrazione della palancola in quanto il calcestruzzo non la "abbraccia".

Al momento di estrarre la palancola se si sono rispettate le regole sopraccitate non vi saranno particolari problemi. Oltretutto bisogna sapere che fino ai  $15 \pm 20$  metri la pulizia del calcestruzzo è abbastanza facile, oltre questa misura però iniziano le difficoltà perché aumenta la pressione del fango di sospensione bentonica contro la benna e quindi diminuisce di conseguenza la spinta dell'utensile verso la palancola, il terreno attraversato quando è particolarmente duro non dà spazio al calcestruzzo spaccato dalle "mani" della benna di scendere agevolmente verso il fondo del pannello a questo proposito è pratico e conveniente durante il calaggio della palancola nello scavo attrezzarla con pannelli di polistirolo sulla parte posteriore dove si appoggia al terreno del setto successivo.

In questo modo a getto ultimato il polistirolo va a creare una vera e propria intercapedine tra il calcestruzzo ed il terreno; se si oltrepassano i  $15 \pm 20$  metri è opportuno aggiungere al lato della palancola del tubo in PVC a sezione semicircolare che avrà in seguito la stessa funzione del polistirolo cioè quella di creare spazio tra la palancola ed la porzione di terreno successivo.

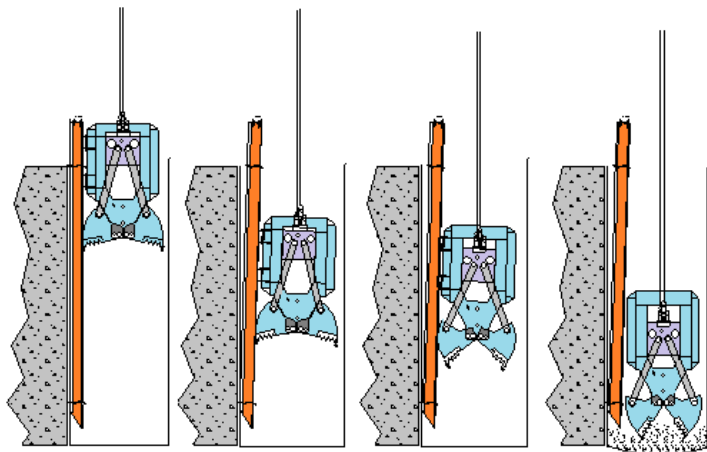




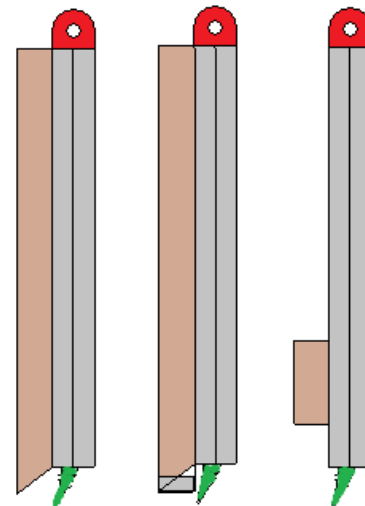
Nota

Nel disegno sottostante si può notare che con l'azione di maglio creata dalla benna la palancola si stacca man mano che si scende nel pannello, quando si sente l'utensile incastrarsi si possono chiudere un po' le valve della benna che andranno a spingere contro la parete della palancola aiutandola a liberarsi. N.B. come per ogni altro attrezzo di scavo si consiglia di non sollevarlo eccessivamente durante il sondaggio perché non si ottiene un miglioramento significativo del lavoro, anzi al contrario si rischia solo di rompere le

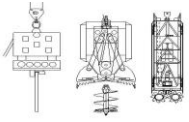
"mani" che poi solitamente si incastrano dietro tra la palancola ed il calcestruzzo impedendone il distacco. La benna ha le "mani" posizionate sulla parte alta quindi quando si arriva vicino alla fine del pannello di deve toglierla dal foro e provvedere alla pulizia del materiale precipitato sul fondo dello scavo.



Si possono anche utilizzare le mani alternate es: una in alto a **DX** ed una in basso a **SX** o viceversa in quanto con tutte e quattro le "mani" dato il lavoro che esegue la benna man mano che si scende nello scavo e la palancola si stacca si sposta dalla verticale e si viene così a creare parecchio attrito fra le parti che diminuisce di fatto l'azione di battitura. Solitamente si utilizzano solo le mani basse, bisogna però che l'operatore sia molto attento perché sondando la benna va mantenuta in corda il più possibile altrimenti si inclina verso l'interno del pannello e le "mani" si spezzano. A palancola estratta prima di allontanarsi con la gru bisogna pulire completamente il fondo del setto dal materiale precipitato durante la lavorazione di distacco della palancola.



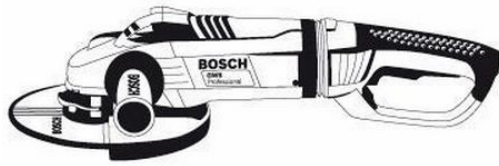
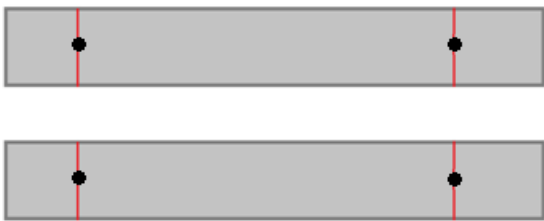
Alcune imprese si sono specializzate con questo tipo di sistema ed utilizzano una specie di scalpello al posto della benna ottenendo gli stessi risultati, cioè un giunto tra i pannelli molto buono e sicuro. A fianco ne sono raffigurati alcuni tipi. L'esperienza diretta in cantiere e prove effettuate possono determinare quale tipo scegliere ma quello con le sole mani in fondo ha una migliore resa ed è più sicuro da togliere allorquando si blocchi nel calcestruzzo.



### CONTROLLI DEL DIAFRAMMA

Quando si deve iniziare lo scavo di un diaframma si devono rispettare necessariamente alcune regole fondamentali.

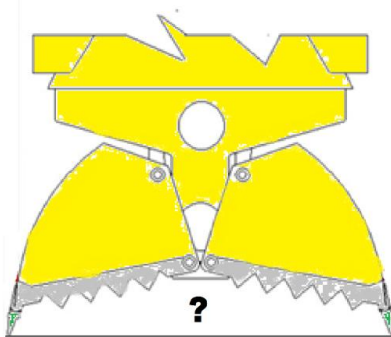
Innanzitutto ci assicuriamo di segnare bene i moduli e la sequenza di progetto da scavare.



Segnare i punti con la topografia e poi marcarli con la mola smeriglia e vernice spray. (li ritroveremo sempre).



Nota Bene



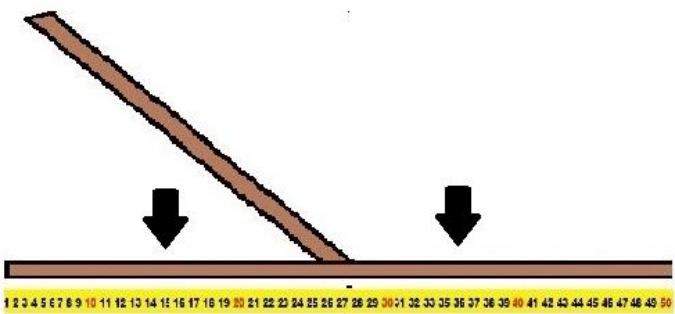
Ci assicuriamo che l'apertura della benna sia corretta:

esempio (2.50 metri) che di solito è quella standard. Questo per evitare di trovarsi con sbulbature eccessive di calcestruzzo in prossimità dei giunti, che ci faranno perdere tempo nello scavo del pannello secondario.

Evidente nella figura a destra: dietro al giunto troveremo eccessivo calcestruzzo.



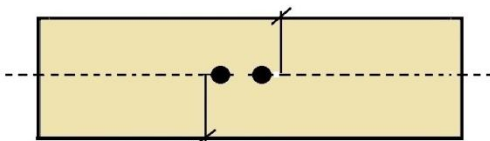
Al contrario se rispetteremo le misure a parte il calcestruzzo superficiale il giunto resterà pulito come evidenziato dal disegno in basso.

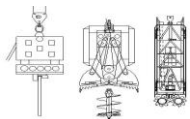


Controllare spesso la posizione delle funi della benna; in modo tale da correggere eventualmente le deviazioni che possono verificarsi durante lo scavo.

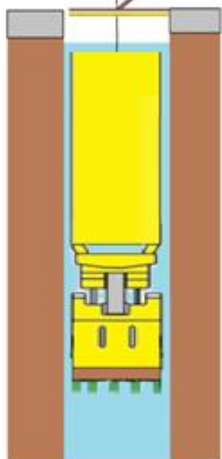
Con un semplice regolo come quello disegnato qui a fianco; una volta che si conosce la misura del cordolo guida basterà mantenere l'inclinazione del braccio in modo tale che le funi restino

nella mezzera della guida. Come evidenziato dalla foto a lato e nel disegno sottostante.





Un'altro controllo che possiamo fare semplicemente e quello che riguarda la deviazione dell'asse **X** e lo eseguiamo semplicemente avvicinando una tavola alle funi della benna e lasciando scendere l'utensile nella guida fino quasi al fondo, controllando che non si sposti lateralmente.



Molto importante poi e controllare che la benna non abbia torsioni, ossia che il pannello non sia in torsione e lo possiamo vedere dalla posizione delle funi in modo semplice.

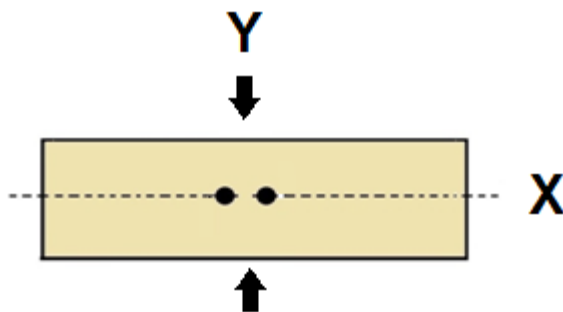
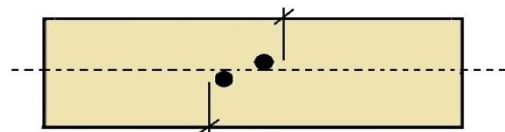
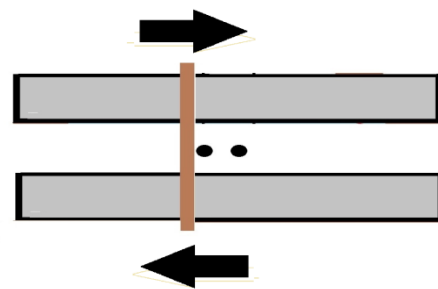


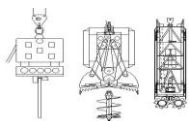
Nota Bene

E' chiaro che quando noi misuriamo la mezzeria delle funi e vediamo la stessa distanza tutto e' nella norma; al contrario se ci accorgiamo che una fune rispetto all'altra ci da' una misura differente significa che il modulo che stiamo scavando si sta' torcendo in un senso o nell'altro e dovremmo intervenire con una rettifica dello scavo o applicando "pattini" o "Flap" come dir si voglia; per correggere le deviazioni appunto.

A seconda degli accordi tra l'impresa esecutrice e l'impresa appaltante poi dovremo eseguire le prove di verticalità vere e proprie. Con le strumentazioni elettroniche appropriate in modo tale da ottenere i dati e poterli mantenere in un archivio per verificarli e / o compararli tra loro all'occorrenza.

Diciamo pure che l'operatore in genere riesce a vedere e controllare l'asse **X** che e quello che quantomeno in prospettiva ha di fronte, quindi l'asse che a noi interessa ai fin della verticalità e l'asse **Y**.





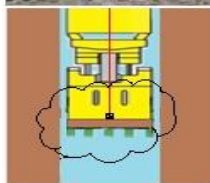
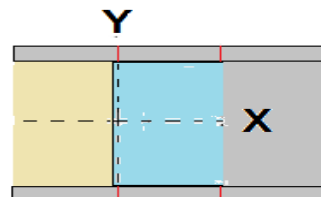
**VEDIAMO COME FARE**

Ci attrezziamo quindi con semplici e "antichi" (ma efficacissimi) strumenti che sono: Un cavalletto che sia almeno alto 2 metri, un rocchetto di legno per avvolgere il filo, (se cade nello scavo galleggia), un filo a piombo e appena e possibile iniziamo a eseguire la verifica della verticalità. Diciamo che appena si può mettere in pendolo la benna già dobbiamo eseguire la prova, in modo tale da poter eventualmente fare le correzioni del caso fin da subito.



Ci ricordiamo che l'asse che a noi interessa e in particolare l'asse **Y**

Collegiamo il filo al dado che abbiamo saldato al centro della valva nella benna.



A questo punto caliamo la benna a fondo scavo e la solleviamo di circa 1 metro + - 1 e 50 cm (in modo tale che rimanga sospesa dal fondo).



Montiamo il cavalletto e aiutandoci con le mani solleviamo il cavetto e facendolo roteare ci assicuriamo che sia ben teso e assicuriamo il rocchetto avvolgitore in cima al cavalletto. (questo ci aiuta a mantenerlo ben saldo).

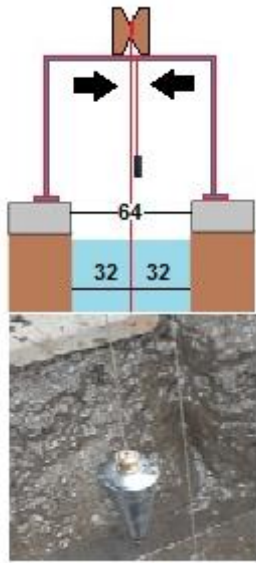
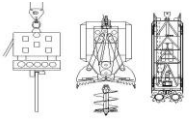
Poi ci assicuriamo che sull'asse **Y** in corrispondenza del segno di marca del modulo che abbiamo scavato, il nostro "cavalletto" sia ben allineato e in squadra con il cordolo guida.



L'operazione si può eseguire su tutti e due i lati per una maggiore sicurezza e confronto.

Cerchiamo quindi la posizione parallela del cavetto con il nostro filo a piombo, e muoviamo il filo sul nostro cavalletto in un lato o nell'altro fino a quando lo troviamo, e siamo sicuri che sia in squadra con i nostri riferimenti.





E' buona regola controllare comunque la larghezza interna del cordolo di guida per evitare errori. A tal punto avremo il cavo nella posizione verticale rispetto alla benna sul fondo dello scavo e quindi potremo misurare l'eventuale scostamento dalla verticalità'. Se ad esempio come nel disegno a lato abbiamo una guida che misura internamente 64. cm la verticale si troverà a 32 cm smisurata su ogni lato.

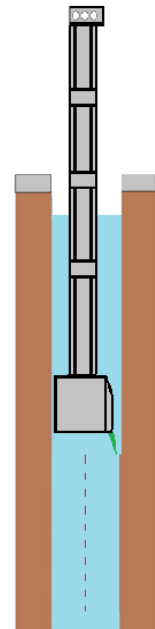
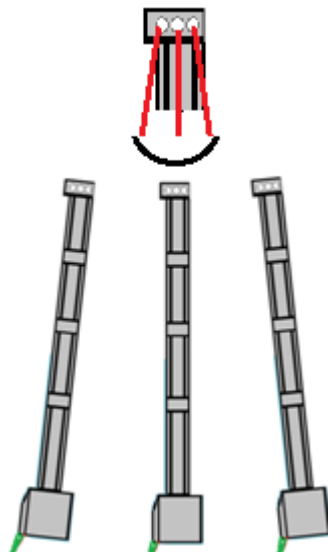
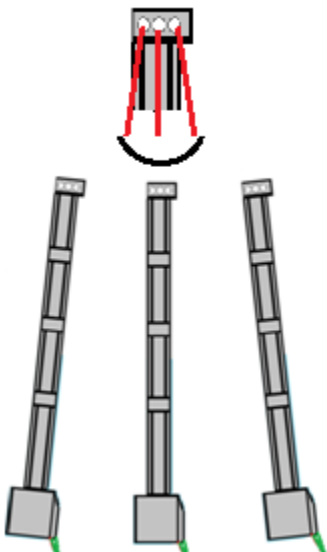


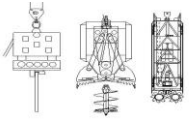
Se invece e inferiore o superiore vuol dire naturalmente che lo scavo e' fuori dalla verticalità e si dovrà intervenire rettificandolo, con un apposito attrezzo simile a questo nella foto a destra.



A seconda di dove vogliamo dirigere la battuta della rettifica metteremo il cavallotto di sollevamento in modo tale da orientare il taglio dove lo necessitiamo come evidenziato dalla figura sottostante. Oppure lo giriamo dove e' necessario rettificare.

Durante la rettifica dello scavo si può fin quando l'utensile lavora fuori dalla guida sollevare o abbassare il braccio della gru in modo che forzi il taglio in maniera più incisiva. All'occorrenza quando il modulo raggiunge profondità elevate si può aggiungere un elemento in testa al primo in modo tale da allungare l'attrezzo. Diciamo che più e' lungo maggiore sarà l'appoggio che otterremo nella parete di scavo e migliore ne risulterà l'utilizzo.

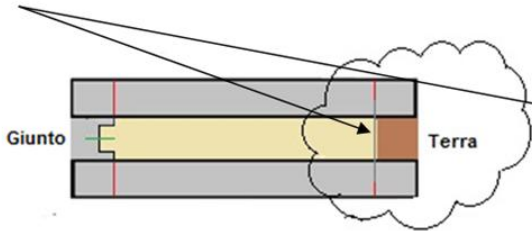




### POSIZIONAMENTO DEL GIUNTO "PALANCOLA"

Appena abbiamo terminato lo scavo passiamo a posizionare il profilo che ci servirà da giunto tra un modulo e l'altro.

Cerchiamo il punto segnato dalla topografia e posizioniamo due chiodi e un filo che ci segnali bene la posizione dello scavo.



Questo ci darà la posizione corretta della guida per il profilato e la sua ubicazione.

A questo aggiungeremo un cubo che ci manterra' stabile la guida durante l'inserimento del profilo, e successivamente durante la fase di getto.

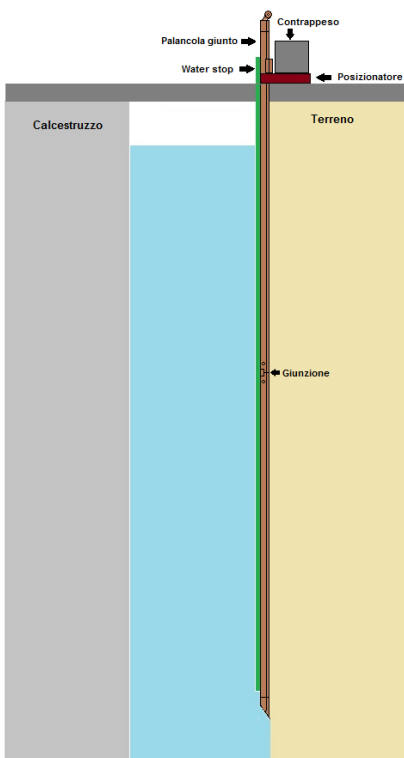
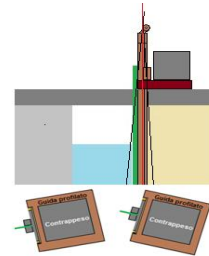


Inseriamo il profilato facendo attenzione che si abbassi nella posizione corretta e senza spostarsi sia verticalmente che lateralmente mantenendosi al segno, e man mano che caliamo gli montiamo il "water stop" assicurandola bene nella guida.

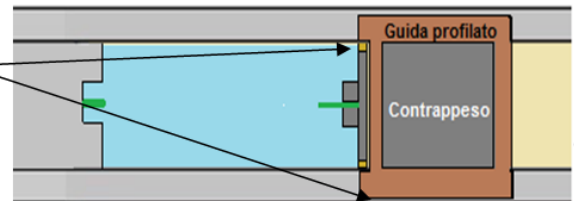
Durante queste operazioni "dimentichiamo la fretta", e' una lavorazione delicata e se facciamo le cose per bene poi non incontreremo grosse difficoltà durante lo scavo del modulo successivo; al contrario potremmo trovarci di fronte a spostamenti del profilo che daranno luogo a eccessive "sbulbature" di calcestruzzo.



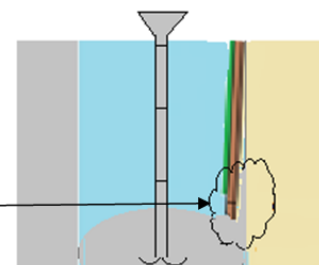
Quindi attenzione alla coassialità' e alla verticalità del profilo.

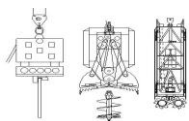


Buona norma e' anche quella di porre nella parte di legno che eviteranno appunto un'eccessiva fuoriuscita di cemento che andra' a "legare la palancola.

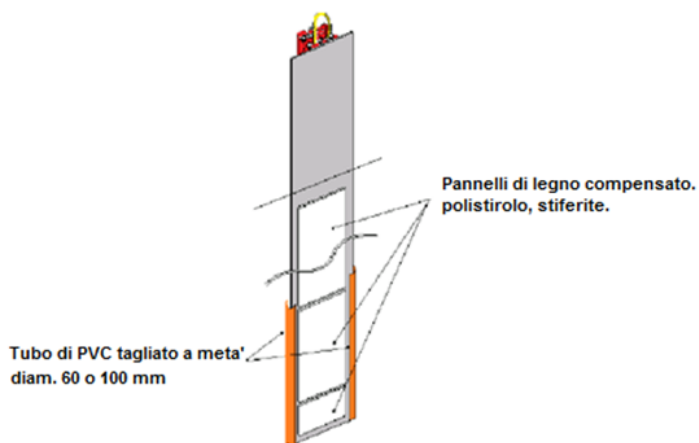


Durante la fase di getto poi e' necessario fare attenzione alla quota di risalita del calcestruzzo e quando arriviamo in prossimità del giunto e cosa saggia rallentare il flusso di risalita del cemento per evitare spostamenti del profilo, e sbulbature di calcestruzzo.

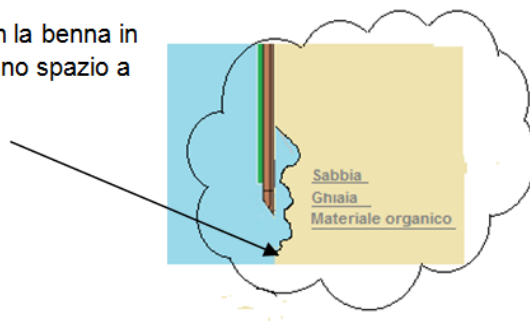




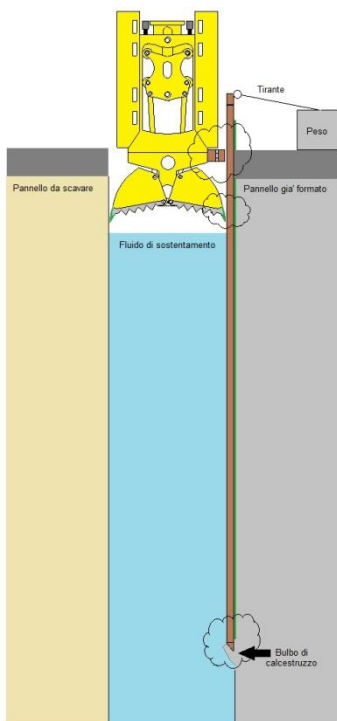
L'addove si attraversino materiali sabbiosi o di bassa consistenza come limo o materiale organico, ghiaie sciolte, questo è un rischio alto che si corre in quanto la spinta del calcestruzzo è molto forte durante la risalita nel modulo quindi un'altra cosa che possiamo fare è quella di aggiungere sulla parte posteriore del profilo un foglio di compensato o del polistirolo o della stiferite, qualcosa comunque che non faccia "abbracciare" il giunto dal calcestruzzo. Può servire anche un tubo in PVC di un diametro compreso tra 60 e 100 mm tagliato nella sua mezzera.



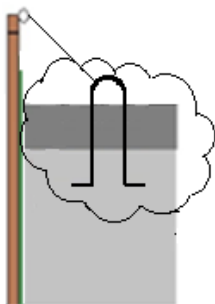
È consigliabile quindi durante lo scavo del diaframma non "esagerare" con la benna in modo tale da evitare il più possibile "spanciamenti" dell'utensile che daranno spazio a deformazioni eccessive nel terreno e le ritroveremo poi successivamente.



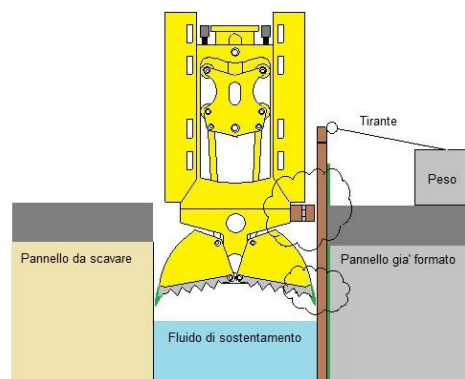
### TOGLIERE IL PROFILATO GIUNTO



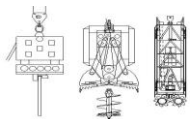
Assicuriamo innanzi tutto la palancola con un cavo e un Tirfor per evitare che si muova e si possa torcere.



Un'altra idea è quella di posizionare un ferro a "U" nel calcestruzzo in fase di getto che ci servirà successivamente da ancoraggio del profilato.



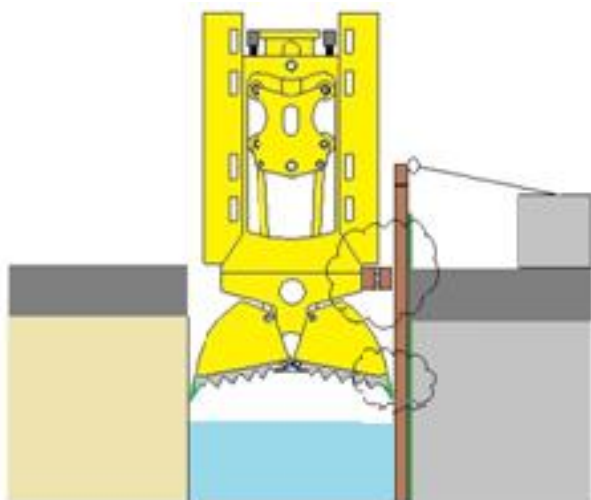
Quando dobbiamo togliere il giunto e buona regola scavare facendo attenzione ai bulbi di calcestruzzo che inevitabilmente incontriamo nello scavo.



Quindi cerchiamo di sondare lentamente in modo da togliere il cemento in eccesso. (anche se a dire il vero la benna tende sempre a spostarsi dalla parte "tenera" cioè verso la parte di terreno adiacente).

A questo punto per mantenere la verticalità dello scavo e' consigliabile aprire le **"MANI"** che abbiamo nella benna così ci manteniamo accostati al profilato e siamo sicuri di mantenere pulita la parete del giunto dal cemento. (diciamo che e' consigliato farlo ogni 3 o 4 metri almeno).

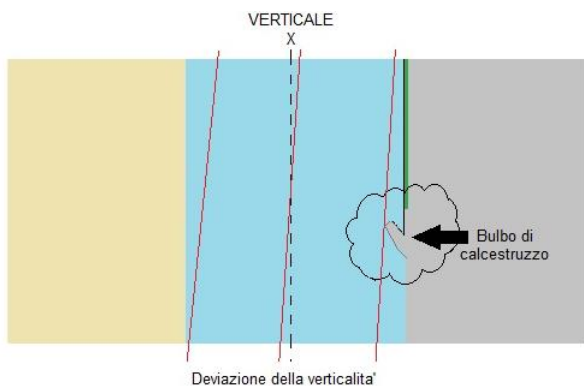
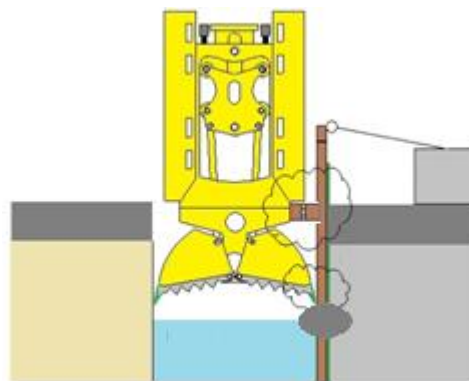
In questo modo quando arriviamo alla profondità di fine giunto non ci sarà difficile staccare il profilato che abbiamo posto come giunto.



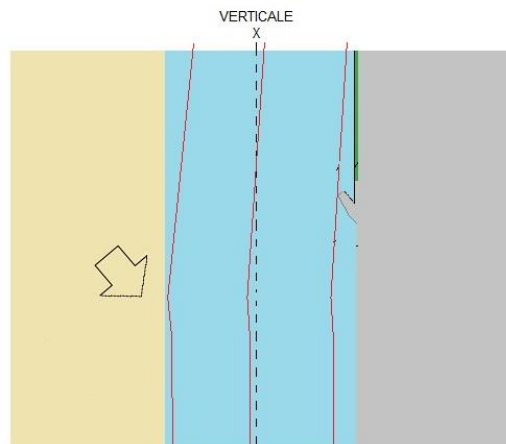
Un'altra cosa importante e' la tolleranza o spazio che dobbiamo avere tra i denti della benna e le **"MANI"** che dovrebbe essere di **circa 3 cm** in modo tale che i denti appunto possano pulire bene il profilato raschiando al passaggio e le mani possano così trovarsi a rompere il meno possibile facendo in modo che la benna non si abbassi molto lateralmente.

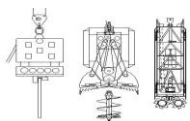
(questo potrebbe torcere il profilato anche in maniera grave)

Purtroppo per le cose che abbiamo visto in precedenza molto spesso durante lo scavo ci troveremo di fronte ad alcuni tratti dove incontreremo bulbi di calcestruzzo in superficie e anche e soprattutto in corrispondenza di fine giunto e dobbiamo necessariamente avere pazienza e tentare di toglierli, anche se spesso resta solo una speranza. (l'importante e' sondare ogni volta sullo sperone che incontriamo in modo tale che possa rompersi e cadere nello scavo in modo tale da poterlo togliere).



Diciamo pure che questi bulbi potranno deviarci leggermente la verticalità sull'asse X ma una volta passata la benna e le "spalle" l'effetto rientra e generalmente non incontriamo difficoltà nell'inserimento delle armature .



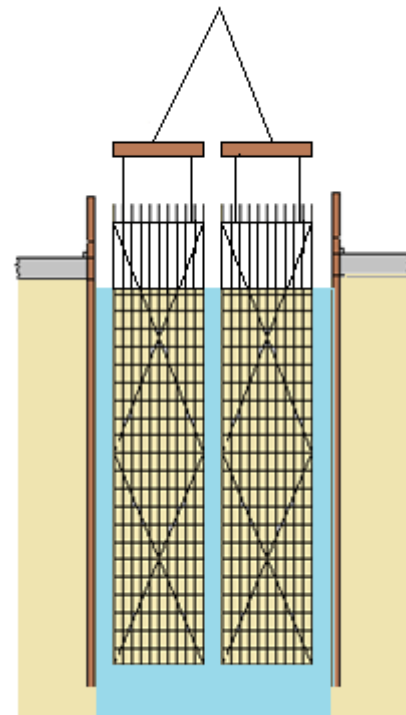


Va comunque tenuto in conto e riferito al personale che esegue l'armatura dello scavo perche' si renda conto di ciò che trova e ponga un'attenzione maggiore durante il calaggio delle gabbie d'armature.

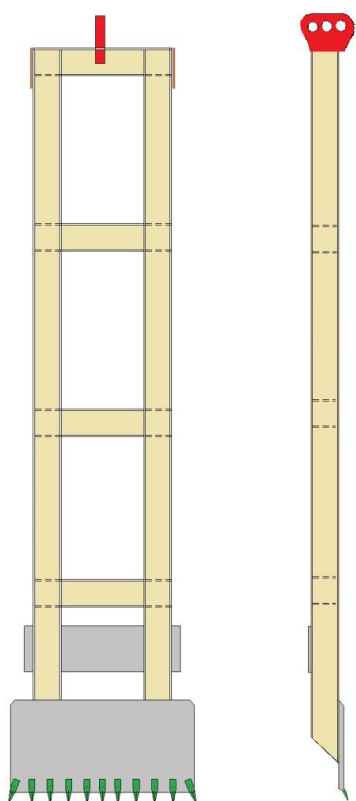


Nota  
Bene

Va tenuto conto che quando si calano le armature dobbiamo necessariamente pensare di avere uno spazio adeguato tra loro specialmente se lo scavo e profondo. (diciamo che non e' come sulla carta), e se si incontrano delle difficoltà dobbiamo necessariamente sollevarle e calarle insieme e poi eventualmente posizionarle una volta che sono scese alla quota dovuta.



## SCALPELLO RETTIFICATORE

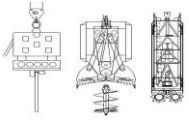


Come detto in precedenza lo scalpello ratificatore serve nell'eventualità che vi siano deviazioni dello scavo o bozze di calcestruzzo nello scavo.

Qui a lato il disegno lo mostra nella sua forma particolare e si può notare che a seconda di come lo agganciamo può lavorare in modo obliquo rettificando appunto lo scavo.

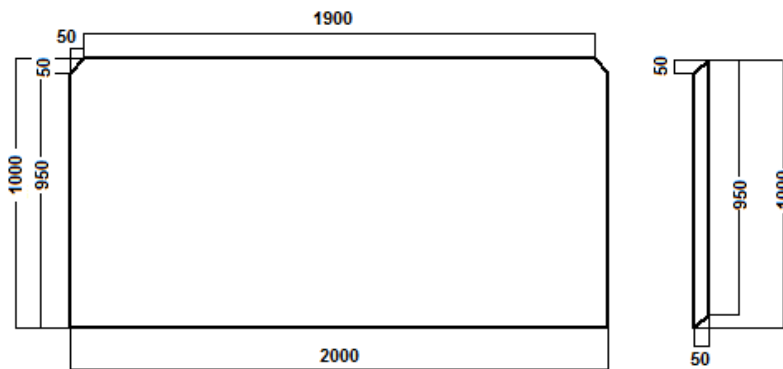
Diciamo pure che l'idea e' quella di utilizzare ferro comune o addirittura di recupero in modo tale da risparmiare. L'importante e' che sia lungo in modo tale che abbia un buon "appoggio" nelle pareti che dovrà rettificare, addirittura quando lo scavo e particolarmente profondo si raddoppia la sua lunghezza che di solito e di 11 o 12 metri per ovvi motivi di trasporto. Allungando le putrelle si può agevolmente anche arrivare al doppio, con appositi attacchi e perni adeguati.





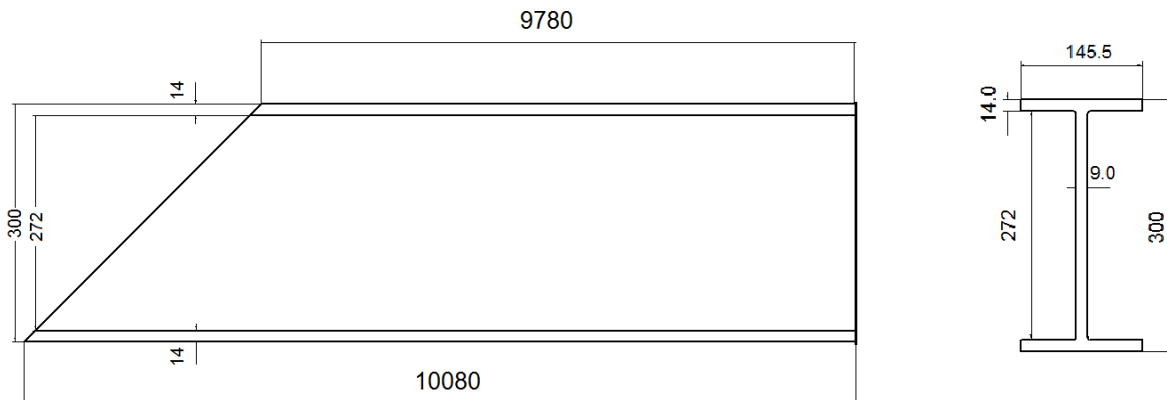
VEDIAMO COME COSTRUIRLO:

Particolare 2 Qta' pezzi 1



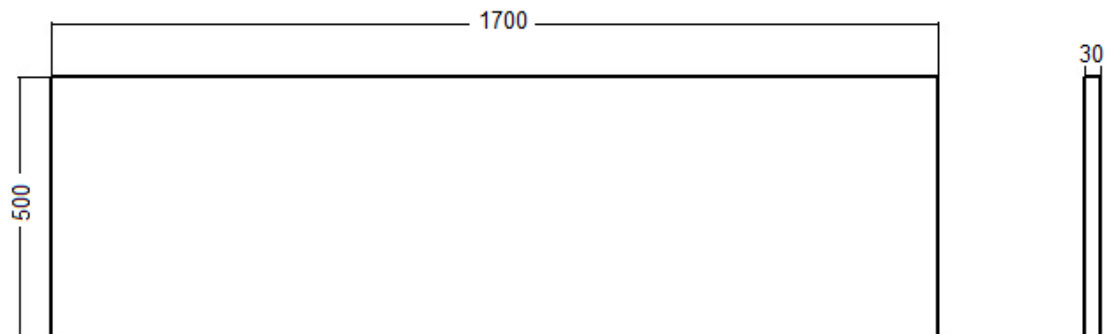
Lamiera 2000 x 1000 x 50  
Ferro normale RST 37 -2 DIN 37100

Particolare 3 Qta' pezzi 2

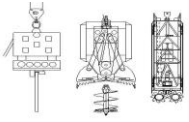


Putrella a ali larghe Ferro normale RST 37/2 DIN 17100

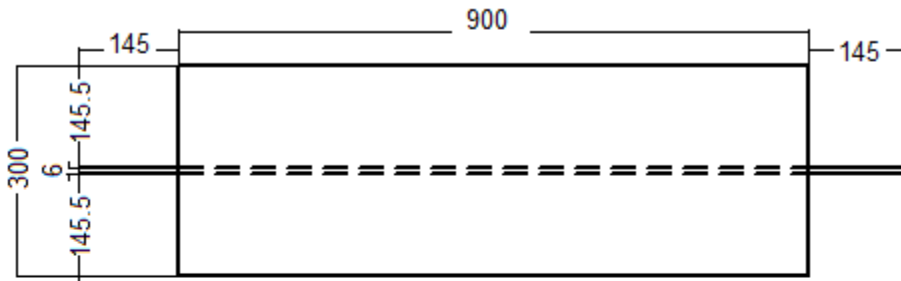
Particolare 4 Qta' pezzi 1



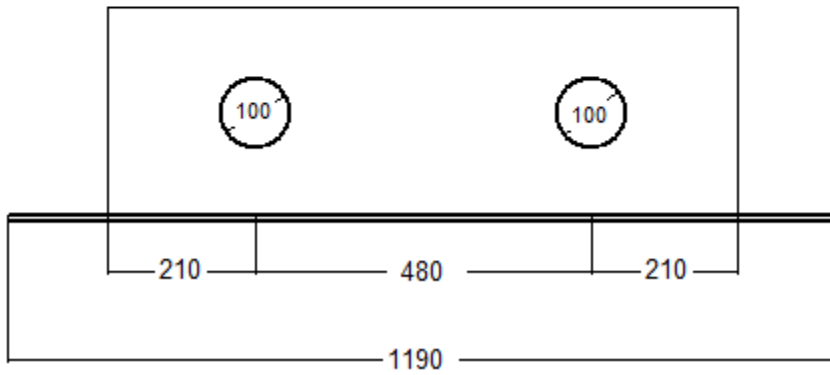
Lamiera 1700 x 500 x 30 Ferro normale RST 37-2 DIN 17100



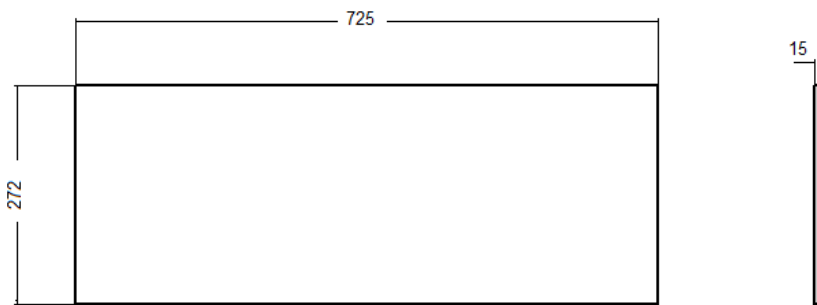
Particolare 5 Qta' pezzi 3



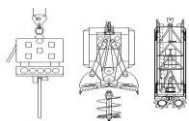
Potrella a ali larghe ferro normale RTS 37-2 DIN 37100



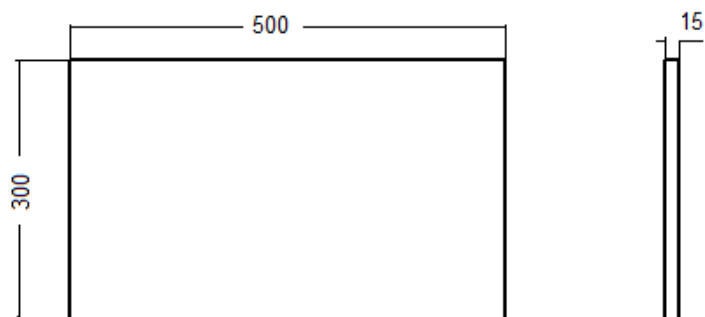
Particolare 6 Qta' pezzi 2



Lamiera 725 x 272 x 15 Ferro normale RST 37-2 DIN 37100

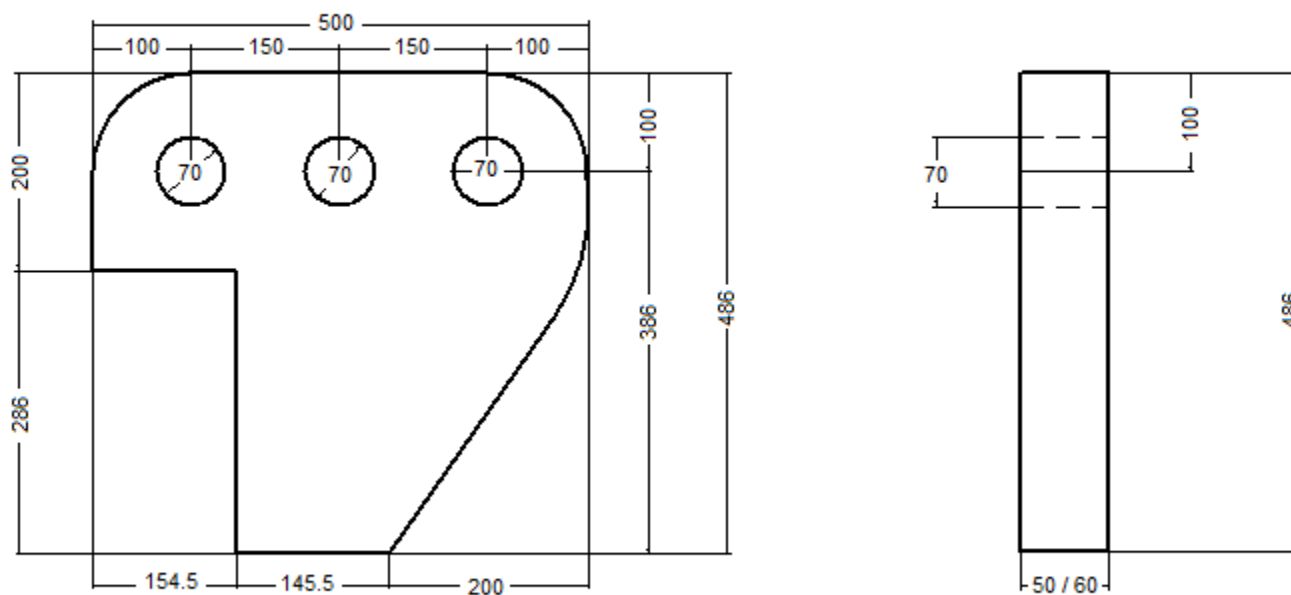


Particolare 7 Qta' pezzi 2

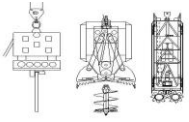


Lamiera 500 x 300 x 15 Ferro normale RTS 37-2 DIN 37100

Particolare 8 Qta' pezzi 1



Lamiera 500 x 486 x 50 o 60 mm Ferro normale RST 37-2 DIN 37100



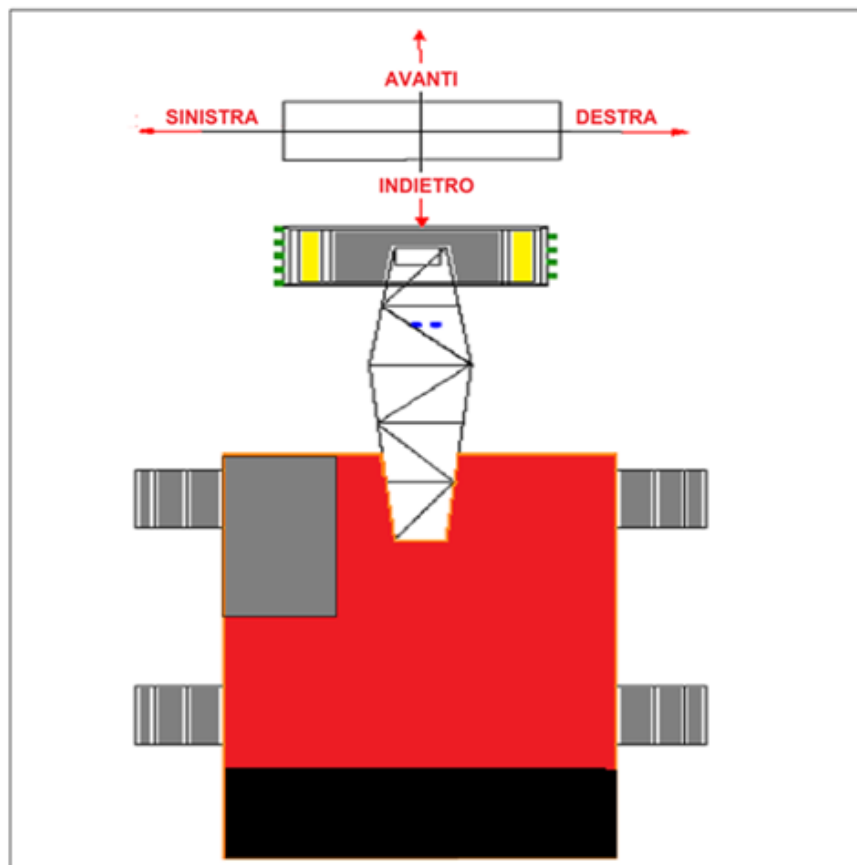
**PRINCIPIO D' UTILIZZO DEI "PATTINI" SOLETANCHE - BACHY** per correggere le deviazioni nello scavo dei diaframmi.

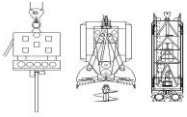
1 / L'utilizzo di pattini nella correzione delle deviazioni non consente di annullare la deviazione (non e' un raschiatore), ma permette di riprendere la verticale teorica con la tolleranza autorizzata.

2 / Il posizionamento dei pattini nella valva della benna permette di recuperare molto rapidamente (entro 2 o 3 metri) in senso antiorario alla deviazione osservata. Poi necessariamente si dovranno rimuovere i pattini per non avere uno scarto contrario e indesiderato.

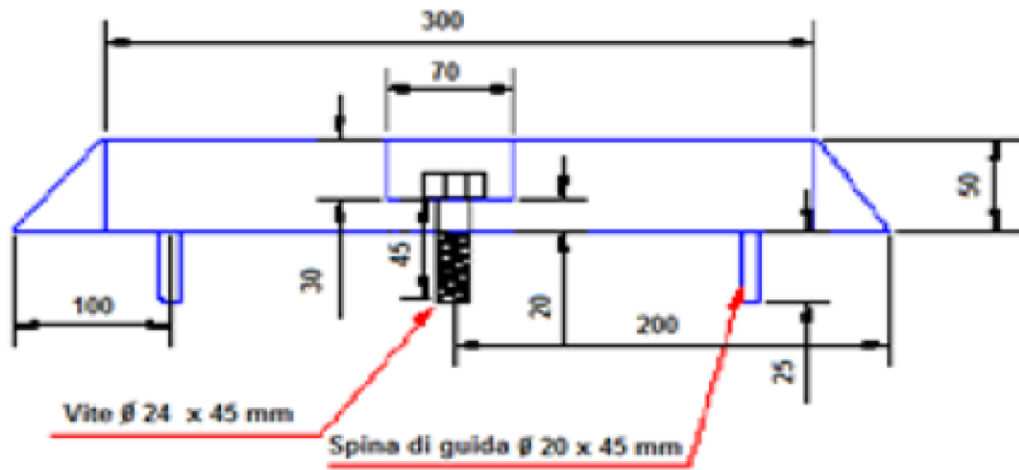
3 / Usare questo sistema non è difficile, ma per essere efficiente, richiede buona attenzione e pratica.

### SCHEMA DI POSIZIONAMENTO DELLA GRU DI SCAVO

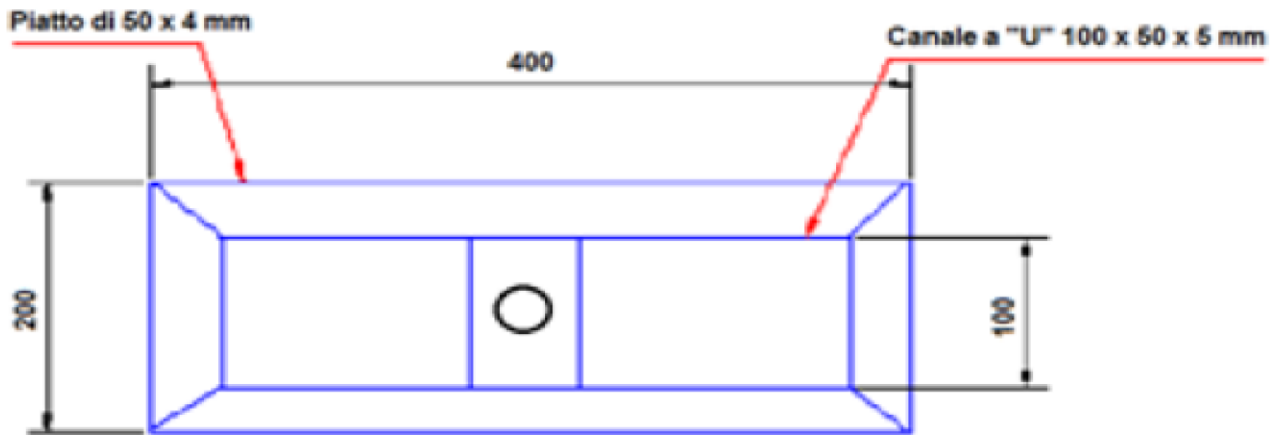




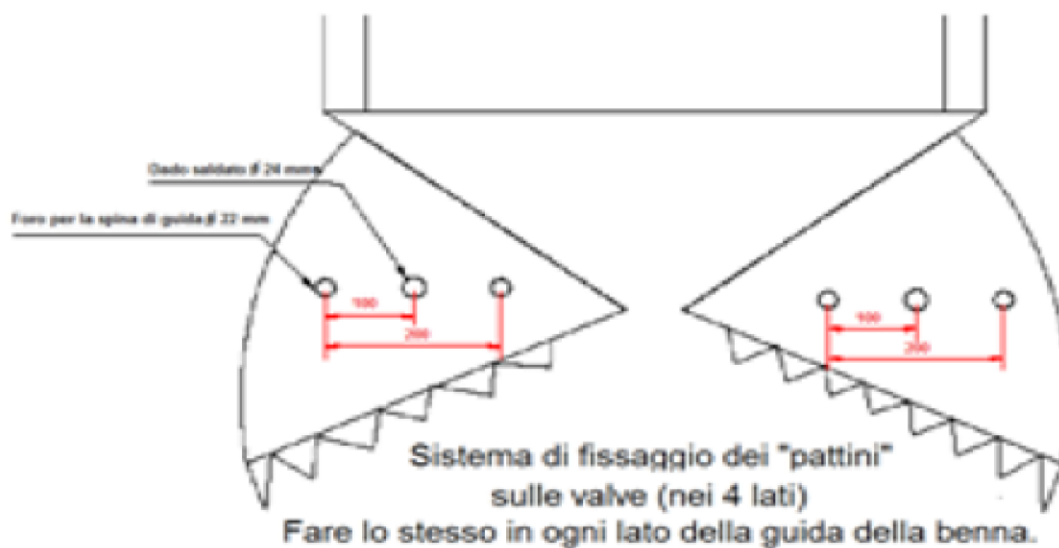
### SCHEMA DI UN PATTINO CORRETTORE

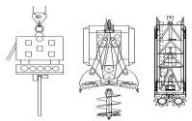


### VISTA DI LATO







### VISTA IN PIANTA



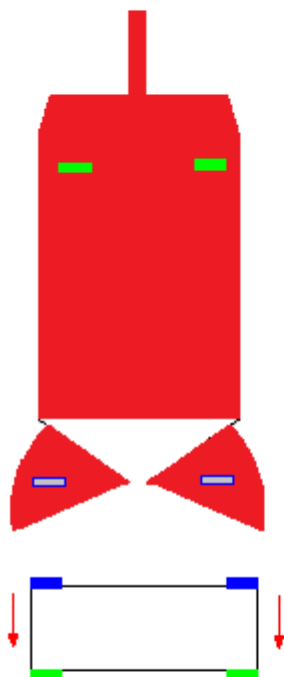


**LEGENDA**

	PATTINO DELLA VALVA		PATTINO DELLA GUIDA
	PATTINO DELLA VALVA AL LATO OPPOSTO		PATTINO DELLA GUIDA AL LATO OPPOSTO

**AV = AVANTI IN = INDIETRO DX = DESTRA SX = SINISTRA**

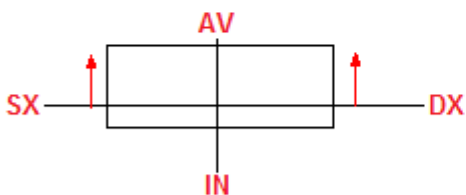
## DEVIAZIONE AVANTI / INDIETRO INDIETRO / AVANTI



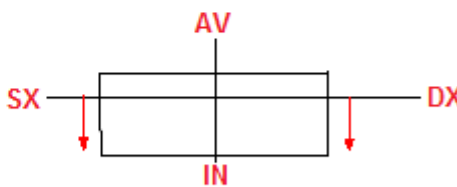
Correzione della deviazione collocando i pattini per spingere la benna verso indietro



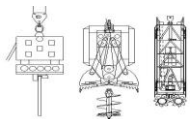
Correzione della deviazione collocando i pattini per spingere la benna verso avanti



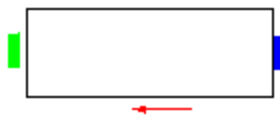
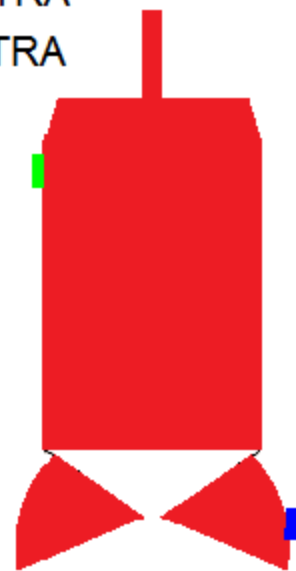
DEVIAZIONE VERSO AVANTI



DEVIAZIONE VERSO INDIETRO

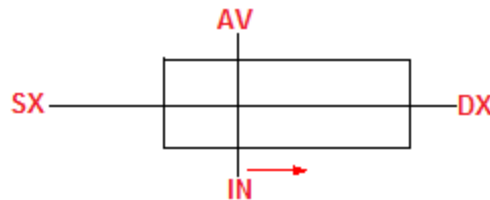
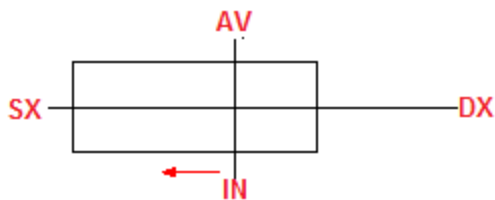


### DEVIAZIONE DESTRA / SINISTRA SINISTRA/ DESTRA



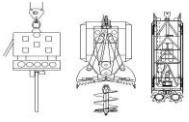
Correzione della deviazione collocando i pattini per spingere la benna verso destra

Correzione della deviazione collocando i pattini per spingere la benna verso sinistra

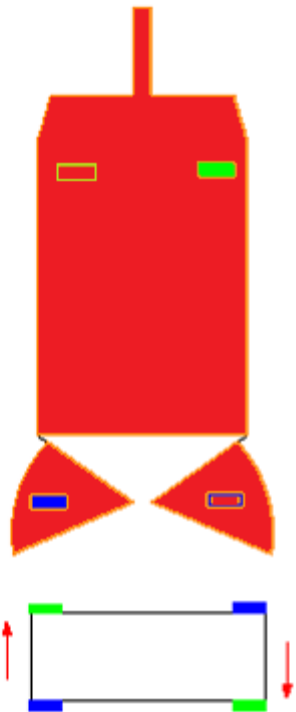


Caso di deviazione da destra verso sinistra

Caso di deviazione da sinistra verso destra



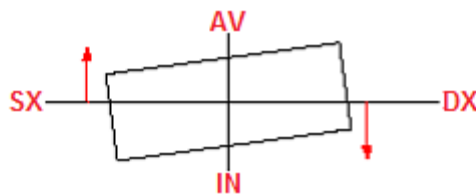
## DEVIAZIONE TORSIONE NEI DUE ESTREMI



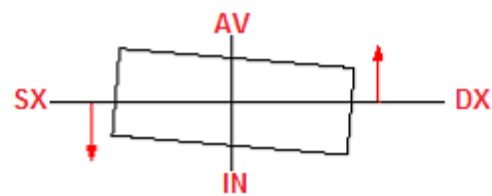
Correzione della deviazione, collocando i pattini per spingere il lato destro della benna verso indietro; e il lato sinistro verso avanti.



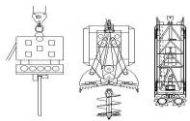
Correzione della deviazione, collocando i pattini per spingere il lato destro della benna verso avanti.; e il lato sinistro verso indietro



Deviazione con torsione in ambo i sensi dello scavo.  
Lato sinistro verso indietro  
Lato destro verso avanti.



Deviazione con torsione in ambo i sensi dello scavo.  
Lato sinistro verso avanti.  
Lato destro verso indietro



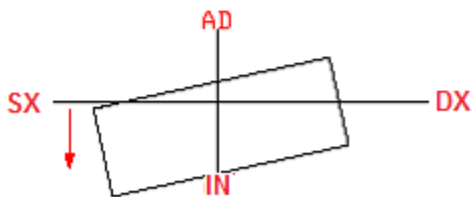
### DEVIAZIONE TORSIONE



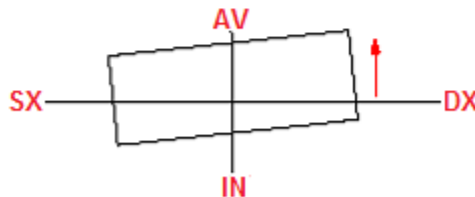
Correzione della deviazione, collocando i pattini per spingere il lato sinistro della benna verso avanti.;



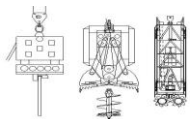
Correzione della deviazione, collocando i pattini per spingere il lato destro della benna verso indietro



Deviazione / torsione verso indietro e nel lato sinistro dello scavo.



Deviazione / torsione verso avanti e nel lato destro dello scavo.



### SISTEMI PER DISARMARE IL GIUNTO

Il sistema di rimozione del giunto che forma la parete di appoggio del cemento tra un modulo e l'altro e' un metodo pensato e messo in funzione dalla **ICOS** (Impresa Costruzioni Opere Specializzate) La stessa impresa Italiana che con i suoi ingegneri fuoriusciti dalla RODIO hanno di fatto realizzato per primi il muro a diaframmi.

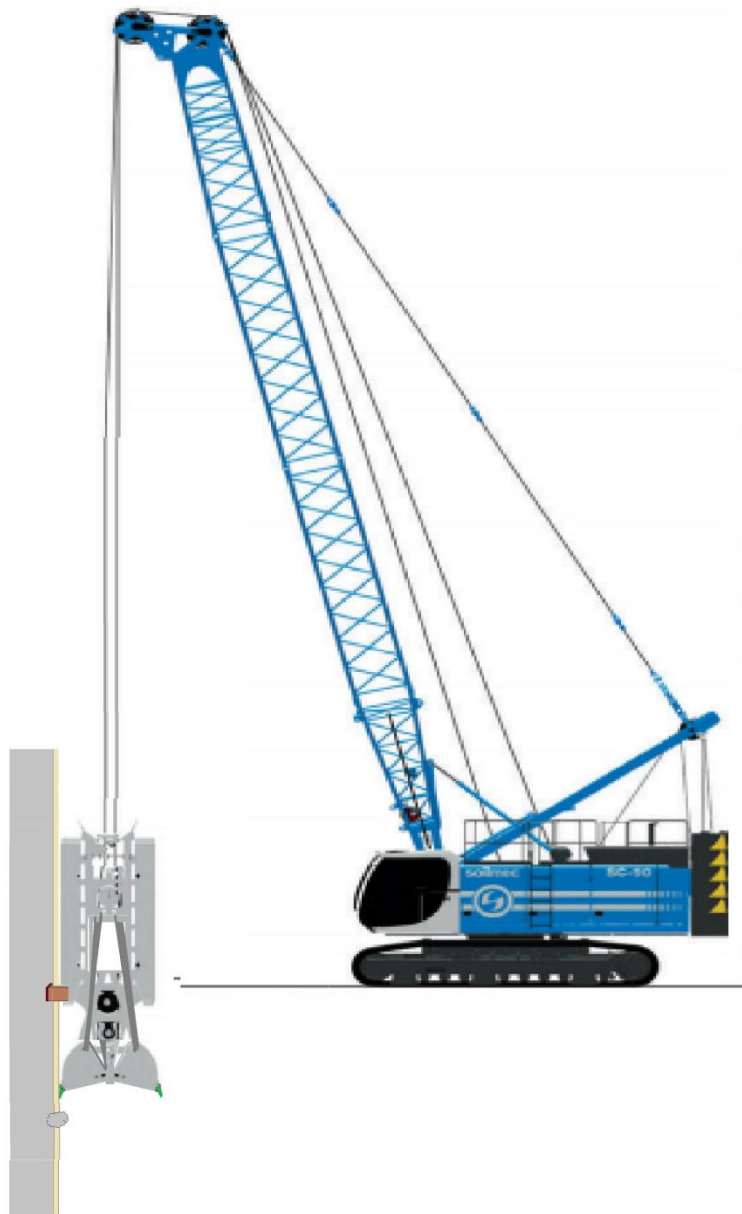
Ogni azienda del settore poi ha sviluppato e a volte migliorato con vari metodi la rimozione del laminato che da forma al giunto.

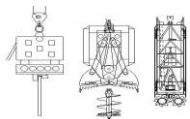
Il sistema generalmente piu' utilizzato e' quello con la benna di scavo alla quale vengono applicate le "mani che vanno ad abbracciare il profilato da rimuovere attraverso l'azione di sondaggio a piccoli colpi dell'utensile che scalza l'eventuale calcestruzzo che avvolge a volte il giunto e rende spesso difficoltosa la rimozione della palancola dallo scavo.

Per quanto ho potuto provare attraverso la mia esperienza resta tuttavia la soluzione piu' sicura e semplice poiche' la benna ha un notevole peso ed i denti che precedono le mani al loro passaggio puliscono (generalmente me non sempre) il calcestruzzo che e' attorno al profilato lasciando alle mani il compito di scalzare la lamiera dal modulo precedente.

Le benne moderne sono comunque alte e la distanza che c'e' tra i denti dell'utensile e le mani si aggirano sull'ordine dei 2 metri circa ed a volte perche' le mani possano arrivare a scalzare e si deve scavare oltre la normale quota per poter arrivare fino alla fine del laminato del giunto.

Altro "svantaggio e' che la macchina di scavo e' impegnata e non puo' continuare la produzione e lo scavo di altri moduli.



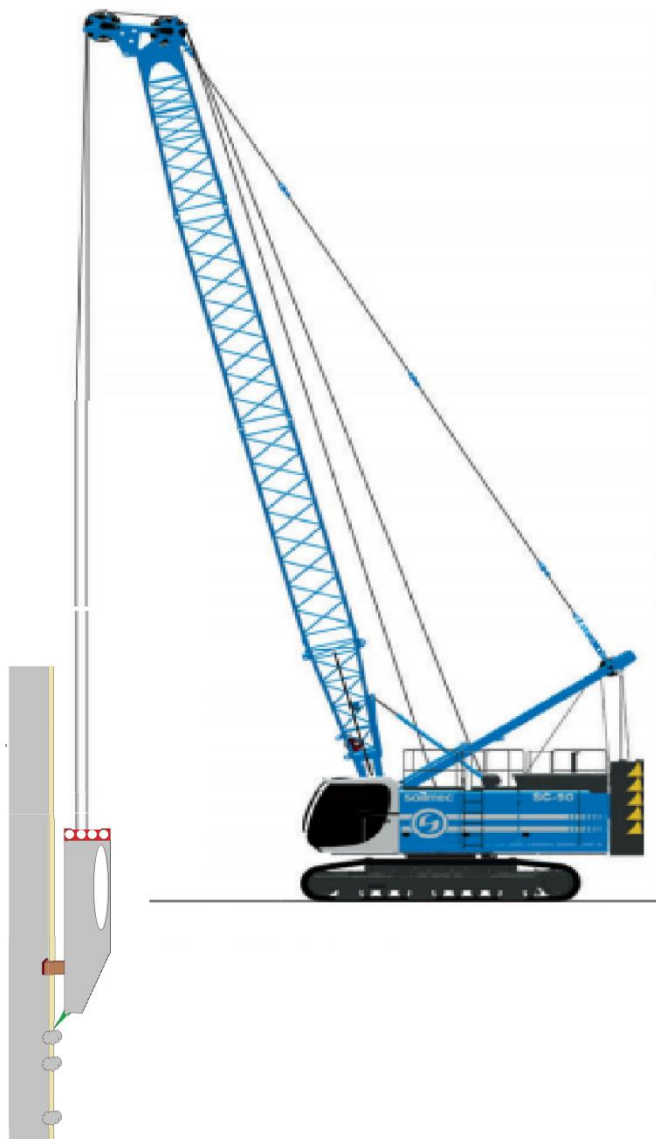


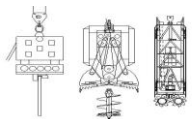
Altro sistema e' quello di usare uno scalpello che si puo' utilizzare con la gru di servizio lasciando libera la macchina di scavo.

Lo scalpello va comunque usato utilizzango due cavi: Uno di sospensione e l'altro per il lavoro vero e proprio.

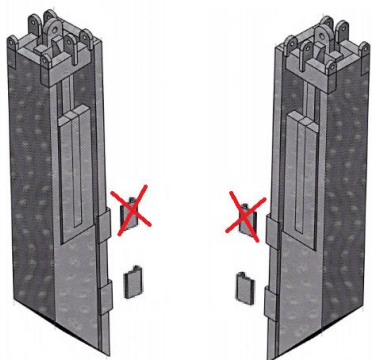
Se si rompe la fune di sondaggio si ha sempre comunque l'altra per poter sollevare ed estrarre l'utensile. Al contrario con una sola fune ....

Diventa tutto piu' problematico e bisogna andare alla pesca con notevole perdita di tempo per il cantiere.

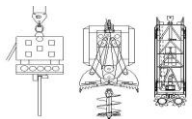




Una bella idea e' quella di prevedere una sorta di mazza battente che applicata allo scalpello nel caso in cui durante le fasi di sondaggio rimanga "incastrato sollevando rapidamente al contrario andra' a sbattere nella parte superiore come fosse una "contromazza" ed in questo modo sara' certamente piu' facile estrarre l'utensile bloccato.

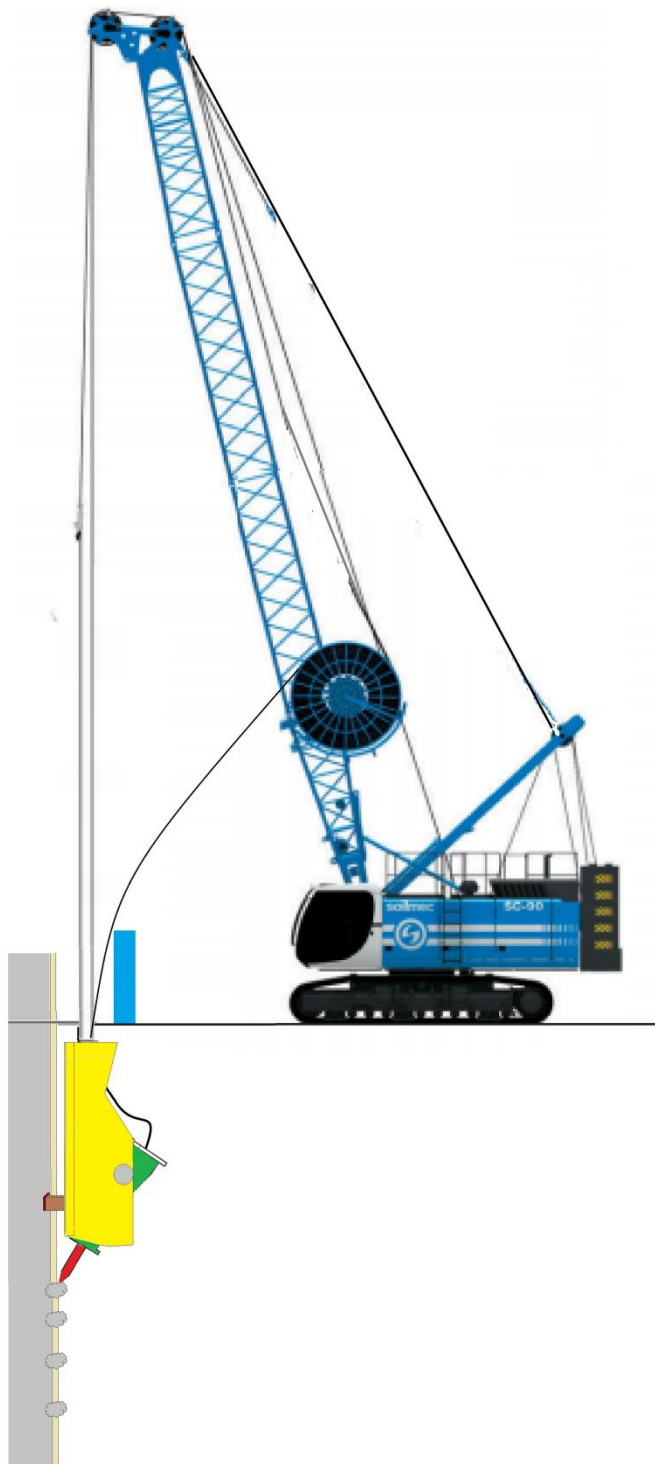


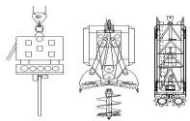
Le mani superiori vanno eliminate: bloccano facilmente l'utensile e non lasciano muovere il telaio verso l'interno dello scavo che serve a staccare il profilato dal calcestruzzo.



?

Chissa,' dico io, se un martello idraulico applicato ad una sagoma ben robusta possa essere utile a sbloccare la "maledetta" palancola quando si blocca e ci fa' diventare matti a toglierla.





## SISTEMA SOILMEC - NEW GENERATION



**Diaframmi** Le pareti del diaframma (DW) sono elementi in calcestruzzo armato gettato in situ, costruiti end-to-end e ampiamente utilizzati per costruire muri di contenimento profondi - trincee aperte nel terreno o scantinati profondi. I diaframmi sono comunemente usati per i progetti sotterranei più grandi e difficili del mondo, dal primo esempio della "vasca da bagno" presso il World Trade Center di New York, a esempi più recenti in città come Copenhagen, Londra e Amsterdam, dove questi i muri formano le "scatole" delle stazioni e i portali delle gallerie per i recenti progetti di metropolitana e metropolitana.

I DW sono costruiti completando singoli elementi rettangolari rinforzati (pannelli) uno alla volta, per formare un muro continuo. Il confine verticale tra due pannelli adiacenti è chiamato "un giunto". Le strutture a parete del diaframma possono avere centinaia di giunti; difetti relativamente piccoli possono avere un marcato effetto negativo sulle prestazioni del DW. Le conseguenze di articolazioni di scarsa qualità possono essere disastrose, con rischi per il benessere delle persone e infrastrutture adiacenti.

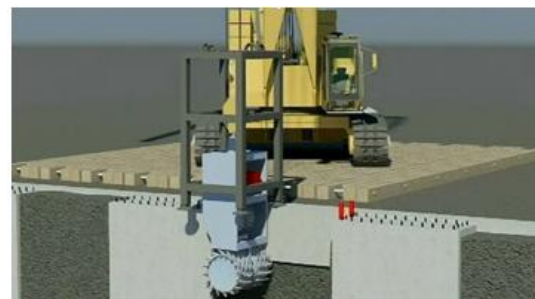
I metodi tradizionali per la costruzione di giunti DW sono affidabili, ma in genere solo per profondità di 30-40 m, in base alle diverse tecniche e cure applicate (anche se sono deboli nel trasferimento degli sforzi di taglio, in profondità solleva la questione di come l'integrità delle articolazioni possa essere garantita a queste maggiori profondità.

**Concetto TTMJ** Il sistema TTMJ offre la possibilità di costruire giunti "perfetti" a maggiore profondità, seguendo il profilo del pannello primario con un mulino (il trimmer per giunzioni) che è guidato da tracce precedentemente gettate nel pannello primario (dopo che il pannello secondario è stato scavato e prima che si concretizzi) garantendo la qualità delle articolazioni nel DW completato. Il flusso di lavoro di base è riassunto di seguito

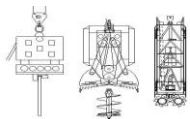


**PASSO 1** I pannelli primari vengono installati per primi. Due binari di guida sono collegati a ciascuna estremità della gabbia di rinforzo installata in questi pannelli primari, adiacente alla posizione del giunto del pannello. Questo schema mostra un pannello primario che viene gettato con il calcestruzzo.

**PASSO 2** Quando il calcestruzzo ha acquisito una resistenza sufficiente, il pannello secondario adiacente può essere scavato. Dopo lo scavo, il TTMJ Trimmer (guidato dai cast delle piste - i due tubi rossi nella figura, nel pannello primario e quindi non soggetto a preoccupazioni di tolleranza di verticalità differenziale tra i pannelli primario e secondario), piani da 20mm a 100mm di calcestruzzo da le estremità del pannello primario producono un giunto profilato di costruzione.

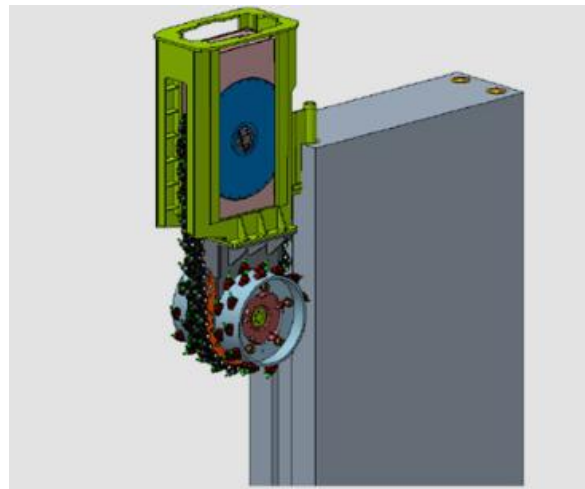


**PASSAGGIO 3** Dopo aver rifilato la superficie del giunto del pannello primario, è possibile posizionare la gabbia di rinforzo e versare il calcestruzzo per completare il pannello secondario.



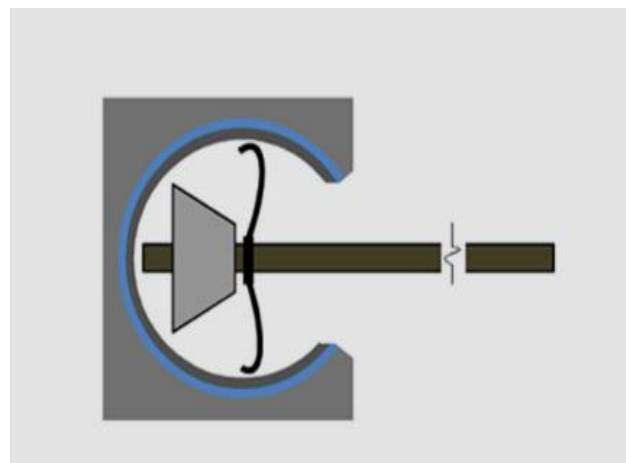
### Taglia-giunti TTMJ

Il trimmer TTMJ pialla il calcestruzzo dall'estremità di un pannello primario della parete del diaframma per formare un giunto profilato. Le guide attaccate al corpo del trimmer corrono lungo la guida mantenendo il suo allineamento verticale della ruota di fresatura rispetto al pannello primario e assicurando che il trimmer non possa allontanarsi dalla superficie del calcestruzzo. Per la maggior parte delle applicazioni, la pista di guida avrà una tipica copertura in cemento di 50 mm. Il trimmer incorporerà un utensile di taglio.



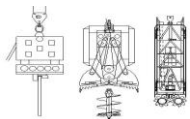
### Caratteristiche TTMJ: connessioni di tensione

Il sistema di guide TTMJ può fornire una significativa forza e capacità di taglio attraverso il giunto. Le barre di ancoraggio fissate alla gabbia di rinforzo del pannello secondario possono essere posizionate nella guida e quindi gettate col calcestruzzo in posizione, fornendo una connessione tra i pannelli primari e secondari, attraverso il giunto. I precedenti tentativi di fornire capacità di tensione in questo modo si sono rivelati problematici!



### Caratteristiche TTMJ: barre d'acqua

I giunti fresati in genere non contengono tiranti valvolati e non è necessario incorporarli nel giunto fresato TTMJ. Tuttavia, un tirante può essere fornito con il sistema ed incorpora al suo profilato un cavo idrofilo che si espande per sigillare il giunto.



### MISURAZIONE DELLA VERTICALITA' - TARALOG - JL

#### PRIMA COSA

1. Accertarsi che vi sia comunicazione tra il MEMO ed il sensore: altrimenti attivarlo controllandone la regolazione ed il numero utilizzato (in modalità di programmazione).



2. Controllare che il sensore nella benna sia nella posizione corretta. Se necessario cambiarlo con la chiave: ?

3. tra 0 e 2 m, interrompere e bloccare la benna. Premere il tasto 0 per resettare il sensore di rotazione riferimento. I giri di tempo dall'ultima calibrazione del sensore di rotazione vanno a 00'.

4. regolarmente, scendere ad una velocità tra 1 000 et 2 000 m/h. Quando è raggiunto il massimo della profondità, si puo' risalire anche velocemente.

#### SECONDO STEP



2.1 Ruotare la gru a benna fino a 180°.

2.2 tra 0 e 2 m, interrompere e bloccare la benna. Premere il tasto 0 per resettare il riferimento. al sensore di rotazione

I giri di tempo dall'ultima calibrazione della sensore di rotazione vanno a 00'.

Scendere regolarmente, ad una velocità compresa tra 1 000 ed i 2 000 m/h. Quando i si è raggiunto il massimo profondità, si puo' risalire anche velocemente.



Se la deviazione misurata è soddisfacente, si deve salvare in memoria.

In caso contrario, è necessario avviare nuovamente il processo di acquisizione dei dati.

#### CONTROLLO DI PROFONDITÀ

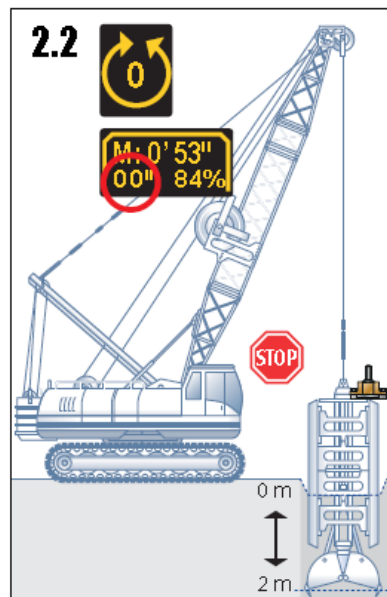
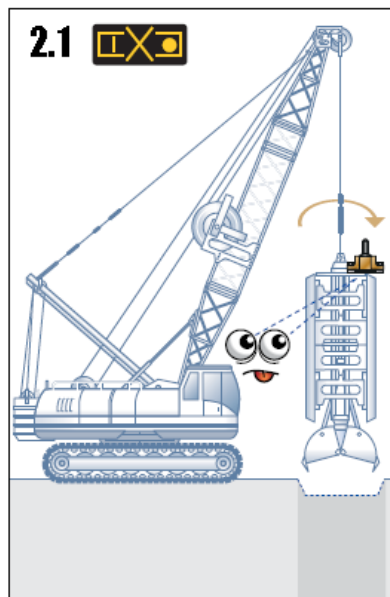
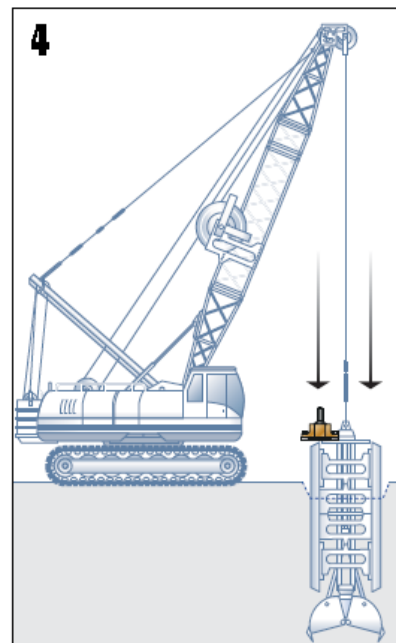
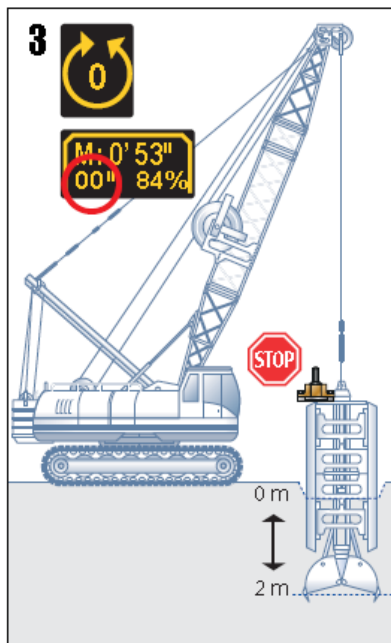
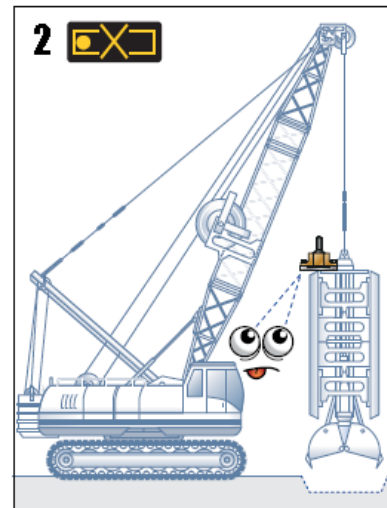
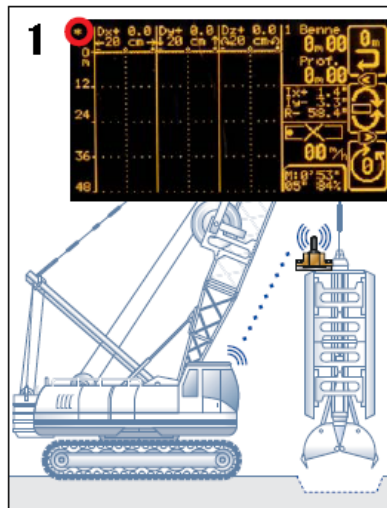
Con la benna a quota cordolo si deve avere lo Zero della profondità. In caso contrario premere il tasto 0 m per azzerare la profondità.

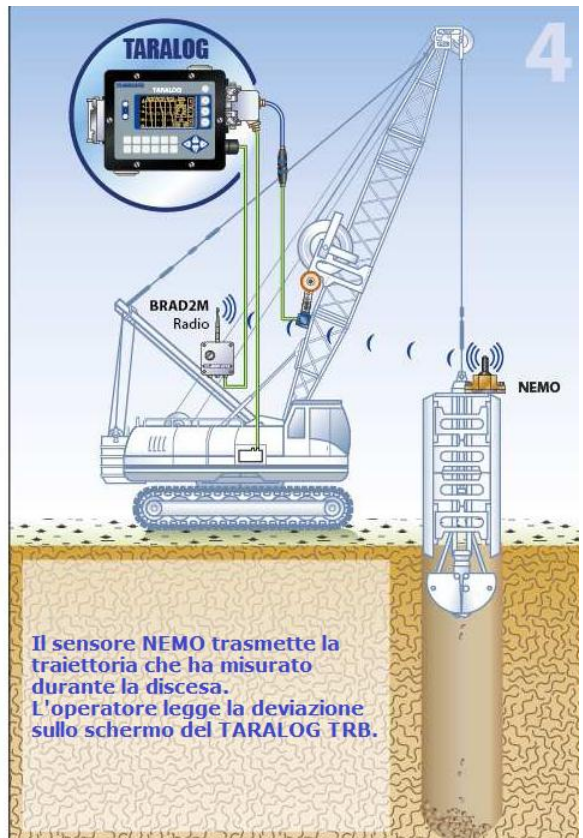
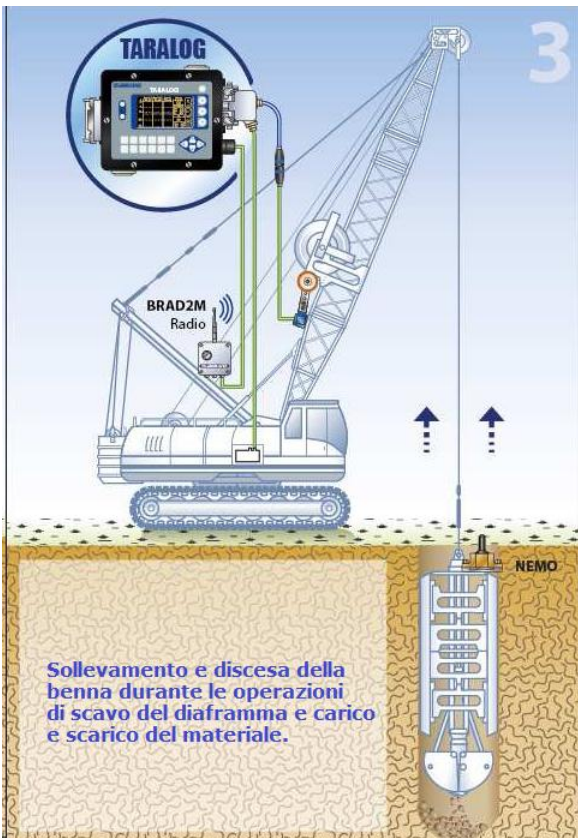
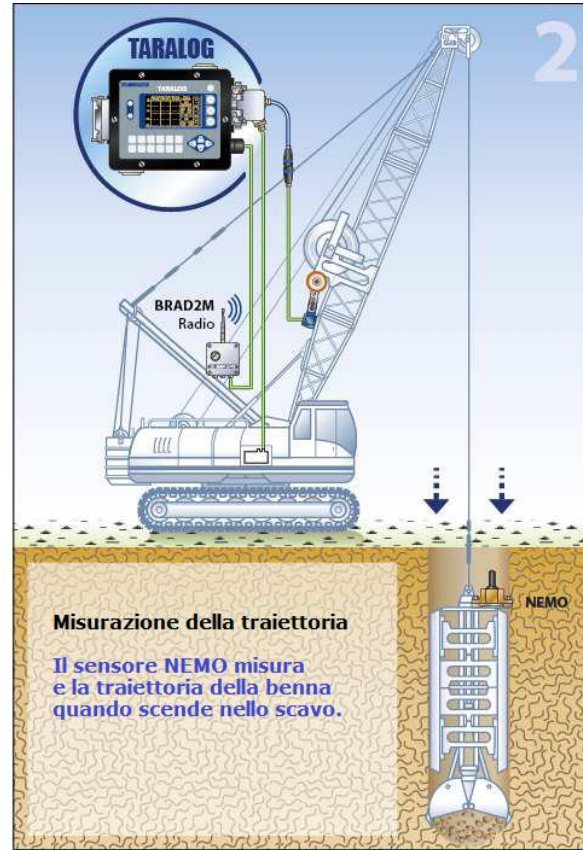
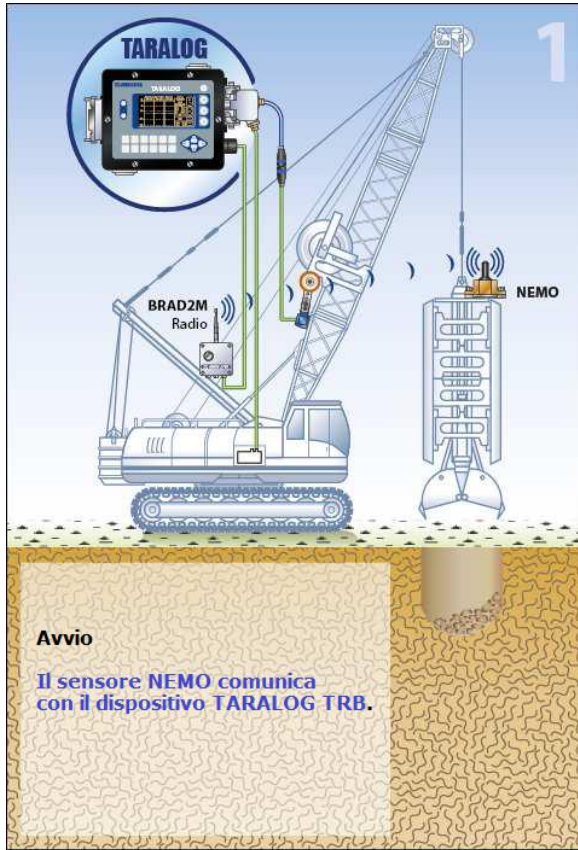
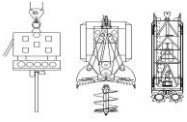


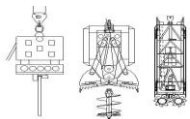
Il numero di strati dell'argano deve essere preciso alla profondità della benna



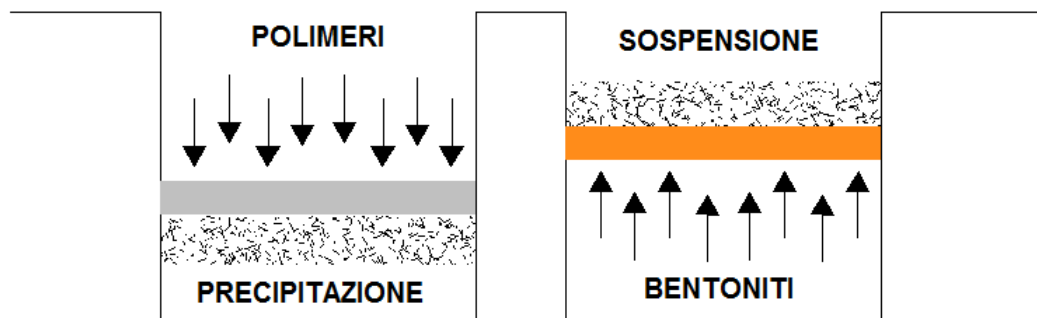
Altrimenti premere il tasto quando lo strato della fune cambia.







## CONSIDERAZIONI SUI FANGHI DI PERFORAZIONE E SOSTENTAMENTO DEGLI SCAVI



### I Polimeri

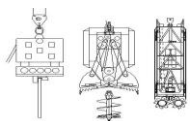
Il gel creato dai polimeri abbassa la sabbia e i materiali fini durante l'esecuzione dello scavo sul fondo.

Prima di iniziare la posa in opera delle gabbie d'armatura si attendono circa 15 – 20 minuti e si porta a termine lo scavo lasciato in precedenza, in questo lasso di tempo il gel decantando porterà sul fondo: la sabbia, i materiali fini e lo sporco presente nel foro. Si avrà così uno scavo pulito da ogni residuo. Comunque è importante ricordare di non estrarre tutto il fluido dallo scavo specialmente quando si sta per terminare il getto perché altrimenti si porterà nelle tubazioni di pompaggio e quindi alle vasche di contenimento un fango sporco di malta cementizia che potrebbe alterare la sospensione dei polimeri e renderli quindi inefficaci all'uso successivo. Ricordarsi che un'eccessiva presenza di cloro nell'acqua di preparazione del fluido ne abbatte l'efficacia. Bisogna tener presente oltretutto che il polimero non aumenta il carico nel fango di perforazione e quindi va usato in terreni mediamente facili. Per intenderci dove si potrebbe scavare anche solo in presenza d'acqua.

### La bentonite

Se ha la densità giusta mantiene in sospensione il materiale fine durante lo scavo e la posa in opera delle gabbie d'armatura.

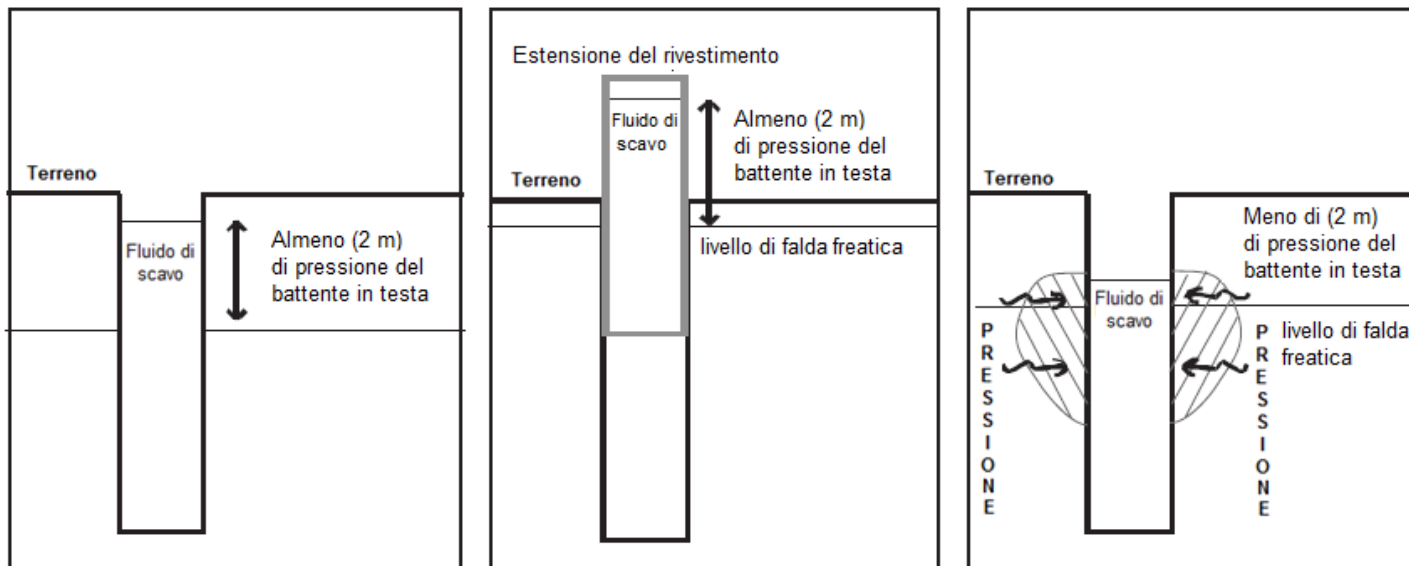
Durante la fase di getto usando il dissabbiatore si ha una sufficiente pulizia del fango poiché appunto la densità della bentonite è sufficiente a mantenerlo in sospensione e dunque a portarlo fuori. Al contrario se si ha un'insufficiente qualità della sospensione: il dissabbiatore non funziona o vaglia male i detriti riportati dal fluido di scavo. Oltretutto, ed è la cosa più importante durante l'esecuzione del getto la sabbia che in questo modo si deposita sul fondo dello scavo può mescolarsi facilmente alla massa di calcestruzzo e dar luogo a sacche di calcestruzzo flocculato (particolarmente magro) e in special modo nei pannelli si avranno bozze di sabbia in prossimità dei giunti che ne pregiudicheranno la effettiva funzionalità. Ultimamente si sono sparse voci sulla tossicità della bentonite; ebbene la bentonite è un materiale naturale, d'origine vulcanica, tra i suoi impieghi vi è anche quello di filtrante per il vino, da qui risulta chiaro che non è la bentonite che è tossica o inquinante ma lo è in quanto come materiale di perforazione date le sue caratteristiche diventa veicolo di trasporto dei materiali attraversati. Se verrà utilizzata per perforazioni petrolifere chiaramente porterà all'esterno residui oleosi.



## POLIMERI

### LIVELLO DI FALDA

Il livello di sospensione deve essere mantenuto almeno (2 m) al di sopra della **falda freatica** per equilibrare la pressione idrostatica e per prevenire il collasso della eventuale formazione instabile. Se si il livello del fluido si viene a trovare sotto tale livello, l'operazione deve essere sospesa e ristabilito il livello corretto del fango aggiungendo acqua fresca e polimero direttamente a bocca foro o trasferendo il fango fresco premescolato da un dei serbatoi di stoccaggio. E' comunque sempre consigliato l'uso del rivestimento superficiale.



La pressione del battente idraulico di testa in ogni momento deve essere mantenuta ad un livello di (2 m) sopra il livello freatico dell'acqua.

Se il livello di falsa acquifera e' vicino alla superficie del terreno, si dovra' elevare il rivestimento al di sopra per ottenere una sufficiente pressione del battente idraulico in testa

In caso contrario si avra' il crollo della parete dello scavo vicino al livello di falsa dell'acqua.

### CONTROLLI E PROVE SULLE PROPRIETÀ DEI FANGHI:

Ci sono quattro principali proprietà di un fango che richiedono i controlli durante l'uso:

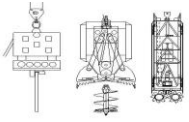
#### 1) CONTROLLO DEL PH

Il controllo viene effettuato immergendo un pezzo di carta al tornasole (carta pH) nella sospensione e confrontando il cambiamento di colore in un grafico standard. Il risultato è riportato in un numero da 1 - 14: - Da 1 - 6 è acido, 7 è neutro, e da 8 a 14 è alcalino. La zona ottimale per la massima resa del fango e' compresa tra 8 e 10. A questo livello, le molecole polimeriche possono idratarsi completamente e prolungare la loro azione. Il mantenimento del PH entro questi valori si ottiene con il trattamento dell' acqua con soda caustica.

#### 2) VISCOSITÀ AL CONO DI MARSH

Questo controllo deve essere eseguito sia inizialmente che ad intervalli frequenti durante l'uso del fango

Si tratta di misurare Il tempo in secondi che impiega un litro di fango per passare attraverso la punta dell'imbuto (cono di **Marsh**, e/o viscosimetro) . il risultato viene riportato come viscosità secondo il volume misurato . **La viscosità** è la misura della concentrazione del polimero e la sua capacità di stabilizzare i terreni circostanti. Aggiungendo polimero fresco il fango aumenta la propria viscosità.



### 3) DENSITÀ

Questo test viene eseguito con un bilancia fango standard conosciuto anche come scala fango o scala di densità. esso è segnalato come peso specifico, libbre per piede cubico, o libbre per gallone. Il polimero indipendentemente dalla viscosità, ha la stessa densità dell'acqua, con un peso specifico di: 1,0 ( $\pm$  0,05). Se la densità è fuori di questo intervallo, la concentrazione del polimero potrebbe essere troppo bassa.

Il controllo di viscosità dovrebbe essere eseguito immediatamente per conferma.

### CONTENUTO DI SABBIA

Questo controllo viene eseguito con un kit standard ed i risultati sono riportati secondo la percentuale di sabbia.

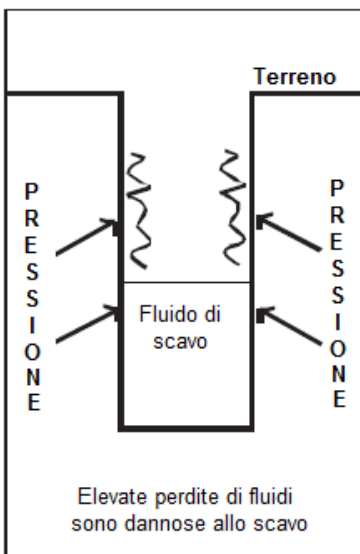
Esso è normalmente eseguito al termine dello scavo o appena prima di immettere il cemento.

Utilizzando il polimero, il contenuto di sabbia raramente sale oltre 1,0%

Grazie alla sua capacità di flocculazione, la sabbia scende molto rapidamente sul fondo e la sospensione rimane pressoché libera e pulita.

### PROBLEMI E SOLUZIONI

#### Perdita di fango

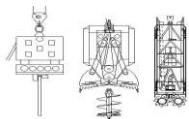


Elevate perdite di fango durante l'escavazione sono sicuramente dannose per lo scavo.

Dannosa per la stabilità dello scavo poiché la migrazione di fluido attraverso le pareti laterali dello scavo può ridurre la coesione del terreno circostante, compensare la pressione tra il foro e il terreno, aumentare potenzialmente l'idratazione delle argille rigonfiabili e scisti, e causare lo sfaldamento o il collasso (frammento) del foro.

#### OPZIONI:

- Aumentare il dosaggio del polimero e la viscosità della sospensione aggiungendo ulteriore polimero  
Aggiungere direttamente a bocca foro la polvere polimerica attraverso l'aggiunta d' acqua.
- Trasferire il fluido polimerico ad alta viscosità premescolato direttamente dal serbatoio di stoccaggio.
- Possono essere aggiunti all'impasto liquido esistente gli agenti di controllo per perdita di fluido, (Usare solo additivi sviluppati per la compatibilità con il fluido in uso).
- I limi naturali che sono già stati rimossi dallo scavo possono essere aggiunti direttamente nella parte superiore dello scavo o applicandoli direttamente alla zona della perdita collocando il limo naturale sull'utensile di scavo. L'utensile poi: deve essere ruotato in modo da portare il materiale fuori contro le pareti laterali dello scavo appena sopra la zona di perdita.



## 1 Attrezzatura e preparazione del lavoro

Date le caratteristiche uniche del **sistema G3®** ci sono diversi passaggi importanti e procedure da seguire in modo da garantire le massime prestazioni del prodotto.

### Approvvigionamento idrico:

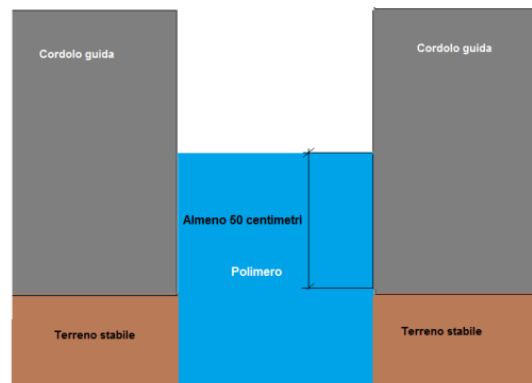
Deve essere sempre disponibile una fornitura adeguata d'acqua. Se la quantità d' acqua disponibile e' ritenuta insufficiente, si dovrà provvedere ad equipaggiarsi di appositi serbatoi in linea con le esigenze del progetto. Se per la produzione del prodotto si dovrà far l'uso d'acqua salmastra o salata; **Il Servizio Tecnico GEO** vi consiglierà le necessarie modifiche da apportare

### Raccomandazioni sul differenziale positivo alla testa idrostatica

Si raccomanda di mantenere sempre un minimo di **3 metri** di differenziale positivo alla testa idrostatica sopra la falda acquifera. Qualora ciò non sia possibile, GEO consiglia di sollevare la piattaforma di lavoro o d' aumentare la densità del fluido usando Alfa-Bond ®. Si raccomanda inoltre nell'esecuzione di diaframmi, che il livello del polimero sia di **0,5 m** sopra il piede del cordolo guida costruito su terreni che non presentino alcun problema d' erosione.

### Installazione del serbatoio di miscelazione

• Deve essere installato un serbatoio di miscelazione considerando la necessità di omogeneizzare la miscela polimerica durante la miscelazione. Dopo il completamento non è necessario mantenere l'agitazione.



**L'agitazione può essere fatta ad aria compressa**, o la circolazione continua attraverso una pompa o eliche poste nei serbatoi o con altri mezzi meccanici consentendo al liquido di omogeneizzarsi.

Nel caso si preferisca l'uso di un agitatore azionato da un dispositivo a lame, **la sua velocità non deve superare 60 a 100 rpm.**

• **GEO raccomanda di utilizzare pompe a membrana o a pistoni per migliorare i risultati.** Le pompe centrifughe non dovrebbero mai essere utilizzate per la miscelazione. (rompono la catena del polimero) • Per attivare più facilmente ed in modo rapido l'idratazione del polimero si dovrà saldare una piastra metallica direttamente sotto il flusso di acqua diretto verso la vasca con un angolo di circa 45 °. • Se il flusso d'acqua, o l'agitazione del liquido sono insufficienti nell'aggiungere il prodotto i granuli di polimero, si formerà un agglomerato (gommoso) ed inerte, con un conseguente aumento del consumo di polimeri superiore a quello inizialmente previsto.

• **I serbatoi di stoccaggio dovrebbero essere considerati secondo il volume di scavo giornaliero previsto dalla produzione e preferibilmente con una capacità superiore di 1,5 volte.** • Sono inoltre essenziali le vasche di sedimentazione per il processo di auto pulizia del fluido di scavo, per decantazione.

### Installazione del serbatoio di miscelazione

• Deve essere installato un serbatoio di miscelazione considerando la necessità di omogeneizzare la miscela polimerica durante la miscelazione. Dopo il completamento non è necessario mantenere l'agitazione.

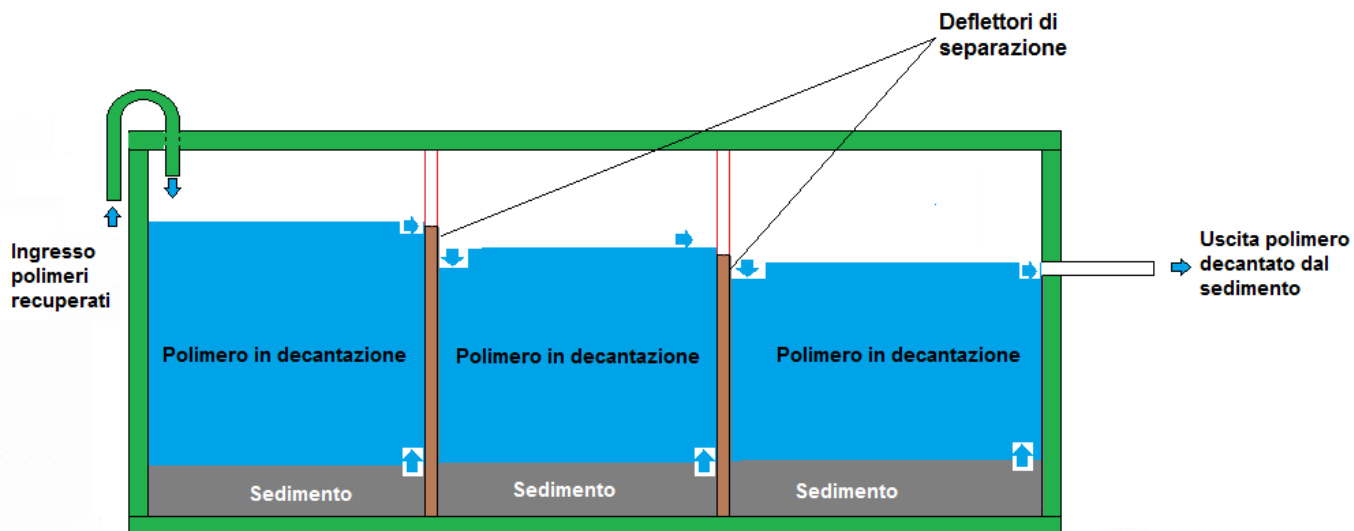
**L'agitazione può essere fatta ad aria compressa**, o la circolazione continua attraverso una pompa o eliche poste nei serbatoi o con altri mezzi meccanici consentendo al liquido di omogeneizzarsi.

Nel caso si preferisca l'uso di un agitatore azionato da un dispositivo a lame, la sua velocità non deve superare 60 a 100 rpm. • GEO raccomanda di utilizzare pompe a membrana o a pistoni per migliorare i risultati. Le pompe centrifughe non dovrebbero mai essere utilizzate per la miscelazione. (rompono la catena del polimero) • Per attivare più facilmente ed in modo rapido l'idratazione del polimero si dovrà saldare una piastra metallica direttamente sotto il flusso di acqua diretto verso la vasca con un angolo di circa 45 °. • Se il flusso d'acqua, o l'agitazione del liquido sono insufficienti nell'aggiungere il prodotto i granuli di polimero, si formerà un agglomerato (gommoso) ed inerte, con un conseguente aumento del consumo di polimeri superiore a quello inizialmente previsto. • **I serbatoi di stoccaggio dovrebbero essere considerati secondo il volume di scavo giornaliero previsto dalla produzione e preferibilmente con una capacità superiore di 1,5 volte.**

• Sono inoltre essenziali le vasche di sedimentazione per il processo di auto pulizia del fluido di scavo, per decantazione

### I serbatoi di stoccaggio e sedimentazione

- Le vasche di sedimentazione devono essere in grado di sopportare un volume minimo di **20m<sup>3</sup>**.



La superficie superiore della vasca di decantazione deve essere aperta in modo da permettere un facile accesso per la pulizia e la rimozione dei residui solidi.

- L'inclusione di due deflettori in metallo equidistanti assicurano il flusso continuo del fluido in cascata, aumentando la velocità di sedimentazione che si verifica tra i differenti compartimenti. Ciò comporta un notevole aumento della velocità di sedimentazione dei residui solidi. La valvola di aspirazione deve essere installata sul fondo del primo deflettore in lamiera. Entrambe le valvole devono essere alla stessa altezza dal fondo dei deflettori in lamiera.
- L'installazione dei serbatoi dovrebbe consentire la miscelazione del prodotto, inviare e ricevere un fluido alla volta o in modo da non interferire con la produzione prevista.
- Sarà data una consulenza tecnica aggiuntiva per l'installazione efficiente di tutti i serbatoi quando sia preventivamente richiesto dal cliente.

## 2 Descrizione ed uso delle linea dei prodotti G3®

### 2.1 PolyMud®

È un polimero sintetico biodegradabile e deve essere miscelato con acqua ad un dosaggio iniziale di 1 kg per m<sup>3</sup>.

- Prima di aggiungere il **PolyMud®** all' acqua **deve essere regolato il pH tra 9 e 12**. Per una corretta regolazione del pH dell'acqua si suggerisce l'uso di idrossido di sodio (soda caustica) o idrossido di potassio, in forma liquida. Il dosaggio standard di idrossido di sodio (soluzione 45-50%) è di **1 litro per m<sup>3</sup> d'acqua**. Se e' stata acquisita la soda caustica in forma solida si raccomandata un dosaggio di **0,5Kg per m<sup>3</sup> d'acqua**.
- Con la dose iniziale raccomandata dopo il trattamento iniziale la viscosità dell'acqua ottenuta varia tra i **60 e 140 secondi (API Marsh Funnel)**. **PolyMud®** mantiene le sue proprietà nel tempo a meno che non sia esposto ad alte concentrazioni di inquinanti chimici, quali tra gli altri il carbonato di calcio, magnesio, calcio e cloro,.
- I valori sopra descritti sono stati calcolati tenendo in considerazione l'uso di un adatto serbatoio di miscelazione. Se le circostanze non consentono l'uso di serbatoi, e si decide di mescolare direttamente nella bocca dello scavo, il dosaggio sarà più alto, influenzando negativamente sulle prestazioni del prodotto polimerico.
- E' una raccomandazione di GEO ogniqualvolta che la miscela sia effettuata nel serbatoio. In ogni caso, a seconda delle condizioni di lavoro, di regola, come la mancanza di spazio o tipo di terreno, può essere necessario aggiungere **PolyMud®** direttamente allo scavo.

L'applicazione di questo metodo apporta vantaggi quali: una maggiore viscosità quando necessario e agisce a livello di miglioramento nella stabilizzazione della formazione geologica, contribuendo a prevenire la perdita di liquidi e aumentando le prestazioni complessive del fluido

### 2.2 MicroBond®

E' il catalizzatore della matrice **G3®** in base alle nuove tecnologie dei polimeri 3a generazione. Le sue funzioni e rafforzare associative gruppi anionici di matrice polimerica primaria, **PolyMud®**, oltre ad essere utilizzato per le operazioni di travaso del fluido, come nello scavo o per la pulizia nelle vasche di sedimentazione.

**Micro-Bond®** è disponibile allo stato liquido e mescolato con acqua. La quantità di prodotto utilizzato varia con l'uso specifico, tipicamente in soluzioni che vanno dal 10 al 25%. L'aggiunta di queste soluzioni viene fatto direttamente nello scavo o posto in sacchetti di plastica e dato al suo peso collassa in caso di applicazione locale nel foro

### 2.3 AlfaBond®

È un copolimero multifunzionale del sistema **G3®** preparato in forma liquida.

Ha numerose applicazioni quali il controllo della perdita di fluido e di aumento localizzato della viscosità, e permette varie combinazioni con altri prodotti e sistemi chimici **G3®** per risolvere i problemi differenti.

Con concentrazioni dello 0,5% aumenta la capacità della sospensione nel fluido che permette di ottenere valori di una maggiore densità nella colonna dello scavo. **Alfa-Bond®** viene applicato direttamente allo scavo. Il prodotto può essere preparato anche in sacchetti di plastica simili a quello già descritto.

### 3 Specifiche tecniche e di controllo della qualità

#### 3.1 Viscosità

Con il **PolyMud®** la viscosità dovrebbe essere mantenuta al di sopra di 50 secondi (API Marsh Funnel) o su consiglio di esperienza GEO maturata dopo il lavoro.

Le prestazioni del prodotto possono essere influenzate negativamente se la viscosità è bassa ed inferiore a 50 secondi. Non ci sono limiti sui valori nel controllo con una viscosità alta, mentre **non è consigliato superare valori superiori a 140 secondi**. La viscosità con i parametri così elevati compromette l'integrità della prestazione o il consumo eccessivo del prodotto nello scavo.

In alcune formazioni geologiche si suggeriscono parametri di viscosità più elevate. Ogni progetto ha le proprie condizioni geologiche che spesso sono uniche e perciò richiedono le proprie specifiche applicazioni. Quando sia richiesto preventivamente dal cliente GEO naturalmente può dare un supporto tecnico specifico per ogni progetto.

La viscosità deve essere misurata utilizzando un imbuto di Marsh: nel serbatoio e quando il polimero viene aggiunto di nuovo per inviarlo allo scavo, o dopo aver ricevuto il polimero dallo scavo durante e dopo il getto o all'invio ai serbatoi di stoccaggio

La viscosità deve anche essere verificata nello scavo in caso di necessità, prima di mettere l'armatura e quando si debba lasciare uno scavo aperto durante la notte e monitorandolo con campionature in uno scavo che rimanga aperto per lunghi periodi di tempo.

#### 3.2 pH

**Il pH del PolyMud® deve essere sempre mantenuto tra 9 e 12.**

Le rese migliori si ottengono quando **PolyMud®** correzione parametri pH sono mantenuti in questi valori.

In ogni caso il pH del fluido deve essere inferiore 9 o superiore a 12.5. GEO consiglia l'uso di una sostanza chimica fortemente alcalina come l'idrossido di sodio o l'idrossido di potassio per la correzione del pH. Questi prodotti chimici sono disponibili in commercio in forma liquida o solida. È estremamente importante mantenere continuamente il pH del fluido sotto controllo, poiché è generalmente l'unica protezione contro le contaminazioni.

**GEO sconsiglia l'uso del carbonato di sodio** come correttore del pH. Il carbonato di sodio causa la diminuzione dei valori di viscosità e inoltre non riesce a proteggere efficacemente il fluido contro contaminanti chimici, ed influire negativamente sulle sue prestazioni. Oltre ad essere inefficace non riesce a raggiungere i valori di pH desiderato. Il pH deve essere costantemente monitorato per garantire che il fluido sia protetto contro gli inquinanti chimici nelle migliori condizioni. Per controllare il pH si usano le cartine reagenti al tornasole o con strumenti elettronici. Mentre la viscosità deve essere verificata come descritto sopra.

#### 3.3 Peso specifico e densità

Il peso specifico di PolyMud® una nuova miscela è **1 grammo / cm<sup>3</sup>**.

I parametri normalmente variano tra **1,00 e 1,08 g / cm<sup>3</sup>**.

Quando i carichi idrostatici sono bassi, è possibile ottenere valori di densità più elevate. Questi parametri saranno adeguati dopo il lavoro di osservazione.

Il peso specifico deve essere controllato utilizzando i fanghi stoccati nel serbatoio, dopo il riciclo del fluido o direttamente nello scavo come richiesto dalle specifiche di progetto. Inoltre, è opportuno controllare alla fine dello scavo, e quando si procede al posizionamento delle armature.

### 3.4 contenuto di sabbia

Dalle specifiche GEO nei campioni prelevati dal fondo dello scavo sono solitamente pari o inferiori al 2% o 3% sia nei diaframmi o nei pali. Il processo di sedimentazione dei solidi sospesi può essere ottenuto rapidamente mediante l'aggiunta di **Micro-Bond®** disponibile nella linea di prodotti GEO in aggiunta, l'insabbiamento viene rimosso con le necessarie attrezzature.

Questo metodo consente di risparmiare tempo di produzione e richiede meno spazio ed attrezzature.

Il contenuto di sabbia deve sempre essere sempre verificato prima di mettere l'armatura come indicato dalle specifiche di progetto.

### 3.5 Campionamento, controllo di qualità e ottimizzazione delle prestazioni

Per garantire che le caratteristiche e le proprietà del fluido siano mantenute in conformità con le specifiche, è necessario un controllo frequente sia nei serbatoi sia nello scavo. Al fluido deve essere provata : la viscosità, il pH, la densità ed il contenuto di sabbia come descritto sopra. Si può fornire un controllo di registrazione cartaceo delle condizioni del fluido quando sia espressamente richiesto dal cliente.

Condizioni del fluido dopo scavo essere testato prima dell'introduzione del acciaio in modo che la pulizia dei fanghi è assicurata. In questo modo essi devono essere ottenuti attraverso un campionatore che permette loro fuori alla profondità desiderata.

Questo record identifica tutti i test vengono eseguiti in una tabella organizzata da riempire sul posto ed ha successivamente presentato come documentazione informativa.

### 3.6 Miglioramento delle prestazioni nel sistema G3®

Per migliorare le prestazioni del sistema **G3®** GEO nella stabilizzazione di terreni in condizioni estreme, consiglia i seguenti stabilizzatori che possono essere acquistati separatamente dal cliente. GEO eventualmente, su richiesta, raccomanda fornitori locali.

<b>Descrizione del prodotto</b>	<b>Applicazione</b>
<b>Silicato di sodio (1)</b>	<b>Stabilizzatore di zona</b>
<b>Alluminato di sodio</b>	<b>Catalizzatore</b>
<b>Soda caustica</b>	<b>Regolatore di pH</b>

Questo sistema è consigliato da GEO in alcuni progetti per assicurare le migliori condizioni di stabilizzazione del terreno. L'applicazione deve essere effettuata dalla combinazione di silicato di sodio come primo elemento e alluminato di sodio come catalizzatore. Dopo aver aggiunto lo stabilizzatore direttamente alla zona di scavo, essi dovranno avere un tempo di alcuni minuti per reagire. Il catalizzatore viene applicato per metà rispetto allo stabilizzante di zona. producendo così una reazione esotermica che porta alla solidificazione della zona interessata. Questo solidificazione avviene attraverso la **matrice G3®** sulle pareti dello scavo. Le quantità applicate non permettono la gelificazione o solidificazione del fluido nella colonna idraulica dello scavo.

Questi prodotti fungono anche da eccellente controllo per la perdita di liquidi. Il catalizzatore può anche essere applicato in combinazione con **AlfaBond®** e idrossido di sodio in una tecnica sviluppata dallo gruppo tecnico GEO chiamato " **plastificazione della matrice G3®** " usato come soluzione per situazioni di perdite estreme o al collassare delle pareti in terreni altamente permeabili e di bassa consistenza.

(1) Silicato di sodio (o un altro nome commerciale con il numero CAS 1344/09/08) in soluzione al **40%**.

#### 4 Impatto ambientale

Il sistema G3® è sintetico e biodegradabile, non è quindi inquinante per l'ambiente.

Esistono diversi metodi di trattamento di fluidi polimerici dopo l'uso, il trattamento più comune è quello con ipoclorito di calcio e acido cloridrico.

Questo trattamento neutralizza livelli di pH ed elimina il sistema, rendendo il fluido adatto ad essere immesso nelle acque reflue. Questa procedura viene applicata solo una volta alla fine del progetto, a meno che il cliente decida di riutilizzare il liquido in un'altra opera.

In alternativa, il trattamento del polimero è la sostituzione di ipoclorito di calcio da ipoclorito di sodio. Per quanto riguarda il funzionamento è uguale sia un additivo che l'altro.

L'acido cloridrico viene utilizzato per neutralizzare il pH alcalino. Generalmente questo prodotto è disponibile in forma liquida in soluzioni di **30%**. Le quantità applicate variano da **3 a 5 litri per m<sup>3</sup>** di liquido. I serbatoi devono essere mescolati quando è fatta l'aggiunta di questo prodotto.

Un altro metodo per neutralizzare il pH è di aggiungere acqua per raggiungere valori di pH voluti prima dello smaltimento.

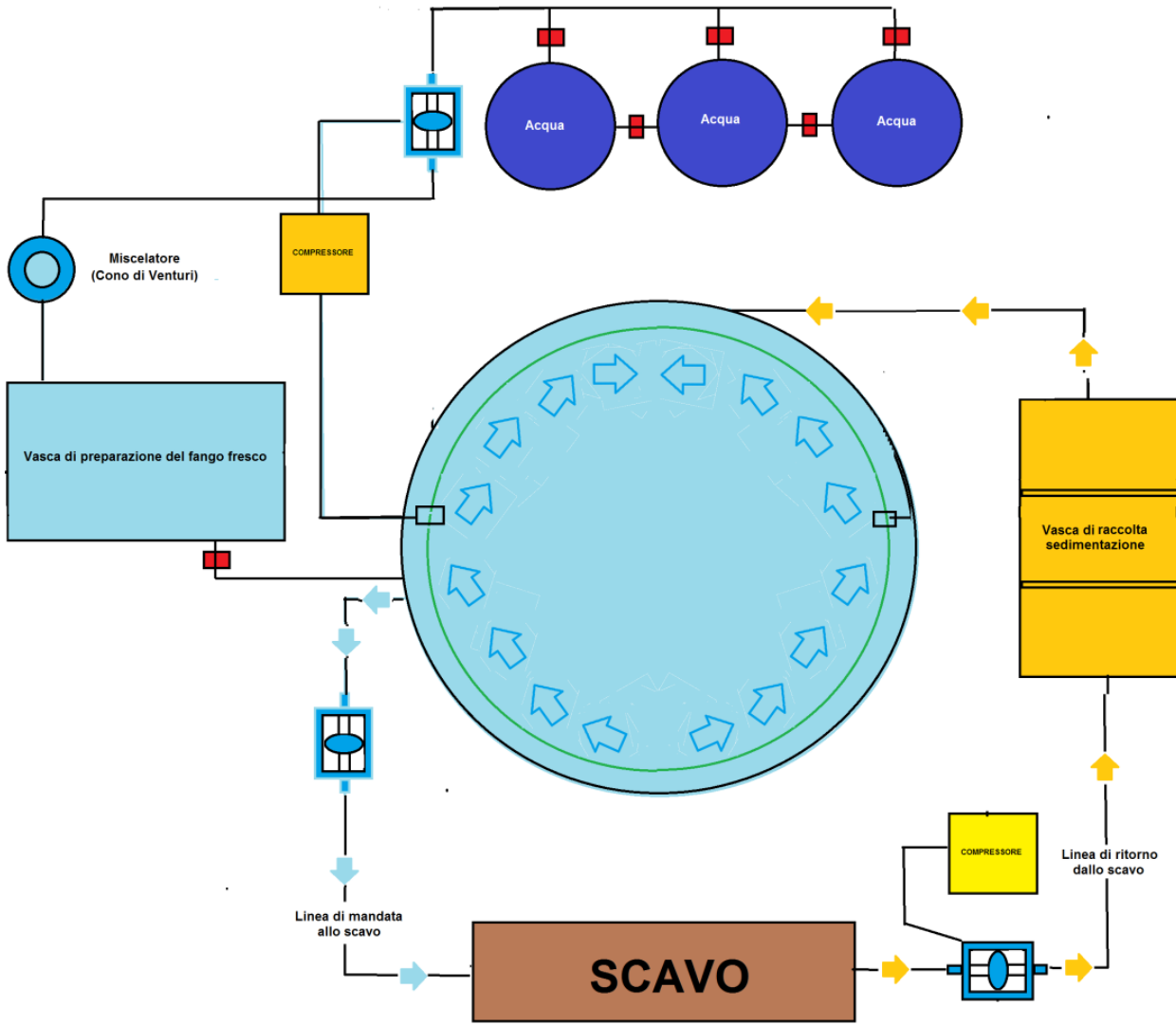
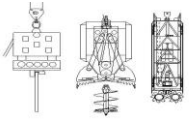
L'ipoclorito di calcio è disponibile in commercio in granuli e in varie concentrazioni, il più adatto è quello al 60 al 70%. I quantitativi impiegati variano tra **0,1 e 0,5 Kg / m<sup>3</sup>** aggiungendo il prodotto al fluido direttamente al pH del fluido fino alla neutralizzazione. In caso si utilizzi l'ipoclorito di sodio o ipoclorito di calcio in concentrazioni diverse rispetto alle quantità raccomandate aggiunte essi varieranno in funzione della loro concentrazione.

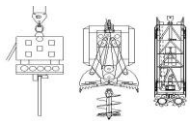
Il risultato finale è la trasformazione di fluido nelle acque reflue. Il termine "**acque reflue**" è usato perché i residui di particelle di terreno sono stati precedentemente sospesi. Il prodotto finale di questo trattamento può essere scaricato senza pericolo di contaminazione direttamente nell'ambiente o in sistemi fognari in accordo con le leggi locali.

#### 5 Nota finale

Il contenuto di questo documento e le informazioni da essa fornite sono date in buona fede e correttezza dato le nostre conoscenze ed esperienze. GEO non può prevedere o controllare le diverse condizioni alle quali possono essere utilizzati i suoi prodotti, quindi non può dare garanzia delle prestazioni. I destinatari dei nostri prodotti sono responsabili del rispetto delle leggi in vigore nel paese in cui si svolge il lavoro e alle altre specifiche locali.

GEO, accoglie l'opportunità di collaborare ad un progetto. Per qualsiasi ulteriore informazione, siamo disponibili sul numero 912.773.179 e il numero di fax 912.919.776. [www.geosoil.com](http://www.geosoil.com) / [espana](mailto:espana@geosoil.com)





## LA BENTONITE

### Le argille.

Genericamente parlando, sono costituite in prevalenza da silicati idrati d'alluminio e provengono dalla decomposizione di rocce magmatiche, avvenuta per opera d'agenti atmosferici ed in particolar modo dell'acqua e dell'anidride carbonica.

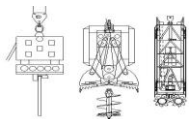
Talvolta esse provengono dalla trasformazione di silicati in genere, o di ceneri vulcaniche avvenute in profondità

(in pratica in ambiente ad elevata temperatura e pressione), e si hanno perciò giacimenti d'elevata purezza.

Spesso invece, provengono dall'azione d'agenti atmosferici su rocce superficiali. Questi agenti disgregano gli stessi silicati, n'asportano gli *alcali*, il *calcio*, il *magnesio*, ecc. sotto forma di carbonati solubili, mentre i composti di ferro si ossidano e si separano insieme a idrossidi, idrosilicati d'alluminio e *silice*; sotto forma prevalentemente colloidale. Successivamente le acque superficiali trasportano i vari materiali a distanze in parte grandi, dando così origine a depositi alluvionali e a rocce sedimentarie; ben conosciuto è, infatti, il fenomeno della "*Caolinizzazione dei feldspati*"; per il quale l'*ortoclasio* è trasformato in *caolino*, *silice* e *carbonato* solubile di *potassio*. In conseguenza della loro origine, i grandi giacimenti d'*argilla* non sono mai puri. Anche nelle *argille* propriamente dette, insieme a uno o più minerali che si possono definire "nobili" (in quanto puri *silicati* d'alluminio, *caolinite*, *halloysite*, *montmorillonite*, e pochi altri meno diffusi), si trovano spesso associati altri *idrosilicati* ed *idrossidi* vari, insieme a residui finissimi di degradazione meccanica delle rocce (per lo più *sericite* e *quarzo*). I minerali argillosi si distinguono in diversi gruppi: il *caolino*, di cui le specie più importanti sono le *caolinite* e le *halloysiti*; il gruppo delle *montmorilloniti* (oggi conosciute con il nome di *smectite*) e quali specie affini la *beidellite*, la *nontronite*, la *saponite*, la *stevensite*; i gruppi della *clorite*, della *vermiculite*, della *sepiolite* (o *attapulgite*), delle argille a strati misti. Le *argille*, per la prevalenza di uno o più minerali tipici, oltre che per maggiore o minore purezza e per composizione chimica diversa, presentano anche caratteristiche tecniche differenti nei fenomeni di rigonfiamento, plasticità, contrazione, compressibilità, refrattarietà, assorbimento. Fenomeni che spesso stanno in rapporto con la finezza dei granuli, con il contenuto di minerali scagliosi e con le caratteristiche dei loro reticoli cristallini. Esse trovano quindi vari impieghi industriali come: materie prime per porcellane, ceramiche, carte, isolamenti elettrici, refrattari o come argille plastiche, terre decoloranti, materiali impermeabilizzanti o agglomeranti. Gli elementi delle argille si trovano spesso intimamente associati tra loro, e la distinzione delle varie specie non può essere affidata alla sola analisi chimica; si deve ricorrere all'esame microscopico, all'indagine roentgenografica ed ad analisi termica differenziale per mezzo d'apparecchi autoregistratori che permettono di rilevare fenomeni endotermici ed esotermici che stanno in rapporto con trasformazioni cristallo-chimiche caratteristiche dei singoli minerali. Fra le rocce argillose rientra la bentonite caratterizzata da prevalenza di "Montmorillonite" insieme a sostanze vatrose, a geli colloidali d'alluminio e di silice

### Generalità sulla bentonite.

La *bentonite* è un'*argilla* di spiccate caratteristiche colloidali: la caratteristica fondamentale della *bentonite* è di rigonfiare in acqua fino ad occupare un volume di parecchie volte superiore a quello del materiale allo stato secco e di dar luogo alla formazione di *gel tixotropici* anche con rapporti di *bentonite-acqua* molto bassi. Il nome *bentonite*, fu proposto nel 1898 da W. C. Knight, che così chiamò un'argilla plastica, dall'aspetto saponaceo, trovata in strati del Cretaceo nella formazione Fort Benton del Wyoming. Hevett dimostrò che la *bentonite* è originata dall'alterazione in situ di ceneri vulcaniche. Ross e Shannon confermarono quest'idea e limitarono la denominazione di *bentonite* alle argille d'origine vulcanica costituite in maggioranza dal minerale *montmorillonite*. Il processo, d'alterazione delle ceneri vulcaniche, che danno luogo alla formazione della *bentonite* è essenzialmente, una devetrificazione in ambiente acquoso, con un allontanamento di una parte della *silice*, seguita dalla cristallizzazione della *montmorillonite*. La composizione chimica (ed in particolare il tipo di cationi presenti) dipende da quella dell'acqua nella quale le ceneri vulcaniche sono cadute. La bentonite si trova in formazioni d'età variabile dal terziario al primario; i suoi giacimenti commerciali sono per lo più in affioramento ed, in ogni caso, a profondità molto limitate. La *bentonite* appena scavata contiene il  $25 \pm 40$  % d'umidità, il suo colore può variare dall'avorio intenso al bianco-verdastro, o diverse tonalità di rosso secondo le impurezze metalliche che si presentano. I giacimenti di *bentonite* sono generalmente lenticolari spesso di notevole estensione, ma il loro spessore è dell'ordine di qualche metro. L'escavazione e la lavorazione della *bentonite* non sono particolarmente difficili, tuttavia occorre avere cura di allontanare dal minerale grezzo la massima parte delle impurezze grossolane costituite, talvolta, da conglomerato nerastro, alcune volte da *calcare* o da *silice*. La *bentonite* grezza selezionata è frantumata, essiccata, macinata e insaccata. In vista di particolari impieghi, certe *bentoniti* devono essere sottoposte ad attivazione. Importanti giacimenti esistono negli U.S.A., Grecia, Italia, Argentina, Ungheria, Spagna, Brasile, Romania, Polonia, Iran, Turchia, Sud Africa, Messico, Algeria, Cipro. Nel 1975 ne fu stimata una produzione annua di 4,3 milioni di tonnellate



## CARATTERISTICHE CHIMICHE E FISICHE

### Composizione chimica.

I risultati analitici indicano un esteso campo di variabilità nella composizione chimica delle *bentoniti*. Le differenze analitiche riscontrate sono da attribuirsi solo in parte alle impurezze presenti in talune delle *bentoniti* analizzate; la parte più consistente delle differenze analitiche è da attribuire, infatti, alla particolare struttura cristallina della *montmorillonite*.

### Struttura cristallina e formula.

Si è già affermato la *bentonite* è costituita in gran maggioranza dal minerale *montmorillonite*. Ogni unità cristallina di *montmorillonite* può considerarsi formata dalla condensazione di tre strati disposti parallelamente, dei quali il centrale è costituito da *Gibbsite* ottaedrica  $Al(OH)_3$  e quelli periferici da  $Si(OH)_4$  tetraedrico.

La formula idealizzata della *montmorillonite* è:  $Si_8 Al_4 O_{20} (OH)_4 nH_2O$ .

In pratica si ha una certa sostituzione isomorfa dell' $Al^{+++}$  con  $Mg^{++}$  o  $Fe^{++}$  e, in grado minore, del  $Si^{++++}$  con  $Al^{+++}$ . La carica negativa che ne risulta viene in parte controbilanciata dall'entrata di cationi ( $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Ca^{++}$ ) negli spazi compresi tra gli strati di *silice*.

Questi cationi sono attratti al reticolo da forze elettrostatiche; pertanto l'immersione della *montmorillonite* in acqua determina il loro allontanamento dalle posizioni d'equilibrio nel minerale secco. Si osserva cioè, il rigonfiamento caratteristico di quest'*argilla*; inoltre si ha la possibilità di scambio di cationi fra gli ioni interstiziali e quelli eventualmente presenti nell'acqua.

### Scambio ionico.

Lo scambio ionico nella *montmorillonite* è, in massima parte, dovuto alla presenza dei cationi scambiabili negli spazi tra gli strati reticolari. Un contributo assai minore allo scambio ionico ( $10 \pm 15\%$ ) è dato dalla presenza dei legami rotti agli spigoli ed ai vertici degli strati. Le cariche elettriche che ne risultano sono controbilanciate dall'assorbimento di ioni. L'entità di questo scambio ionico dipende, ovviamente, dalle dimensioni delle particelle di *montmorillonite*, aumentando con il diminuire di queste. Il fatto che la capacità di scambio cationico sia pressoché costante con il variare delle dimensioni delle particelle dimostra quanto detto sopra, cioè che lo scambio cationico è dovuto, in modo preponderante, ai cationi inter-reticolari. Lo scambio cationico è una caratteristica di fondamentale importanza nelle *bentoniti* poiché il tipo e le quantità dei cationi presenti determinano, in modo preponderante, il comportamento della *bentonite* come *elettrolita colloidale*. Numerosi ricercatori hanno dimostrato che i diversi cationi differiscono fra loro per la facilità di sostituzione nelle *bentoniti*. Una serie di "ordini di sostituzione" è stata proposta nel 1940 da **Schachtschabel**:

$Li^+ Na^{++} Mg^{++} Ca^{++} Sr^{++} Ba^{++} Rb^{++}$ . Può sostenersi che, in genere, i cationi bivalenti si combinano più facilmente alla *bentonite* di quelli monovalenti; ciò si spiega perché le *bentoniti* naturali sono a maggioranze calciche.

Il grado d'idratazione ed il potere rigonfiante delle *Bentoniti* dipendono dai tipi di Cationi scambiabili presenti.

La determinazione della capacità di scambio Cationico è d'interesse fondamentale per lo studio delle *Bentoniti*.

Dei numerosi metodi descritti in letteratura, il più largamente seguito è basato sulla soluzione dei Cationi scambiabili con lo Ione Ammonio e sulla determinazione dell'Ammonio nella *Bentonite* col metodo di **Kjeldahl**. Un esame critico dei metodi per la determinazione della capacità di scambio è stato effettuato da **Deuel** e **Hostettler**.

Negli anni più recenti si è andato affermando il metodo basato sull'impiego dei Radioisotopi, col quale può anche essere convenientemente seguita la cinetica dello scambio Cationico. La composizione dei Cationi scambiabili può essere dedotta dall'analisi chimica, ma, talvolta, si ottengono dati non bene correlativi con la capacità di scambio Cationico determinata sperimentalmente.

### Analisi termica differenziale.

Questo metodo d'indagine è di notevolissima importanza per lo studio delle *Bentoniti*. Attraverso lo studio del loro comportamento alle alte temperature le diverse *bentoniti* sono caratterizzate sia per ciò che riguarda le impurezze minerali presenti, sia per il contenuto in acqua e per il modo con cui quest'acqua è legata al reticolo. Le *Bentoniti sodiche* presentano picchi caratteristici differenti da quelle *calciche*; per questo motivo l'analisi termica differenziale è d'importanza fondamentale nello studio dell'attivazione delle *Bentoniti*.

### Studi ottici.

Molti autori hanno studiato le *Bentoniti* al microscopio ottico (ultramicroscopio) ed a quello elettronico. Gli studi microscopici, sono di una considerevole importanza per la determinazione delle impurezze minerali presenti e per stabilire il comportamento delle *Bentoniti* con *elettroliti colloidal*i. Il valore dell'indice di rifrazione delle *Bentoniti* è talvolta usato per la loro caratterizzazione. E' da notarsi però, che differenze nel grado di sostituzione reticolare e nella composizione dei *Cationi* scambiabili conducono a valori dell'indice di rifrazione notevolmente variabili. L'indice di rifrazione medio delle *Bentoniti* è compreso tra 1,48 e 1,55.

### Dimensioni delle particelle.

La determinazione delle dimensioni delle particelle cristalline, è di principale importanza per lo studio del comportamento della *bentonite* con *elettrolita colloidale*. Per questa determinazione è necessario, preliminarmente, disperdere il minerale in modo da rompere gli *aggregati cristallini*, senza tuttavia spezzare i singoli cristalli. Trattandosi di un'*argilla* con cristalli molto piccoli, i metodi per la determinazione delle particelle sono per lo più, basati sul principio della sedimentazione. I diametri delle particelle sono calcolati dalle velocità di *sedimentazione* con la legge di **Stokes**.

Le particelle della *bentonite*, essendo di forma appiattita, sedimentano più lentamente delle particelle sferiche d'egual massa. Poiché, tuttavia le leggi che governano la *sedimentazione* di particelle piatte non sono ben conosciute, ci si riferisce solitamente al diametro equivalente, che è uguale al diametro di una particella sferica che sedimenta alla stessa velocità della particella piatta considerata.

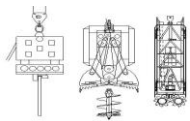
E' così possibile ottenere, da esperimenti di sedimentazione, la curva della distribuzione dei diametri delle particelle di *Bentonite*.

### La bentonite come elettrolita colloidale.

Disperdendo in acqua la *Bentonite*, i cationi scambiabili si allontanano dalle particelle della *Bentonite*, che acquistano così una carica negativa in corrispondenza delle superfici piane. Ai bordi delle particelle di *Bentonite*, si hanno, invece, cariche elettriche dei due segni, dovute alle forze di valenza residua derivanti dall'interruzione del reticolo cristallino. La definizione d'*elettrolita colloidale* si addice dunque molto bene alla *Bentonite*. Le sospensioni acquose di *Bentonite* possiedono, in grado molto accentuato, la proprietà della *Tixotropia*: esse passano, in pratica, in modo reversibile dallo stato di *Gel* a quello di *Sol*, per effetto di una semplice agitazione meccanica. La *Viscosità* e la *Tixotropia* nelle sospensioni acquose della bentonite dipendono essenzialmente dai seguenti tre fattori:

- 1) Idratazione delle particelle colloidal.
- 2) Mutua repulsione delle particelle colloidal, causata dalla presenza di cariche negative presenti sulle superfici piane dei cristalli.
- 3) Mutua attrazione delle particelle colloidal, causata dalla presenza di cariche elettriche dei due segni ai bordi dei cristalli.

L'idratazione della *Bentonite* è un fenomeno assai complesso. Il meccanismo dell'idratazione e del rigonfiamento della *Bentonite* è stato seguito da **Nagelschmidt** con misure di diffrazione dei raggi X. La dimensione dell'asse "c" del cristallo, che in una *Bentonite* perfettamente secca è dell'ordine di 10,5 Å per effetto del graduale ingresso d'acqua negli spazi *inter-reticolari*. Il primo stadio del rigonfiamento corrisponde all'idratazione dei *Cationi scambiabili* presenti. Successivamente all'idratazione dei *Cationi scambiabili* si ha l'assorbimento di molecole d'acqua alla superficie piana del reticolo della *bentonite*; le molecole assorbite sono orientate con la parte *positiva* del dipolo verso la superficie della *Bentonite*, carica *negativamente*. Lo spessore dell'acqua assorbita dipende dalla capacità di *scambio Cationico* della *Bentonite* e del tipo di *Catione scambiabile* presente. Nelle *Bentoniti Sodiche* lo spessore dell'acqua assorbita può raggiungere i 100 Å, mentre nelle *bentoniti Calciche*, meno dissociate, questo spessore non sembra superiore ai 15 Å.



Il diametro effettivo delle *particelle colloidali* è, quindi, maggiore nelle *Bentoniti sodiche* rispetto a quelle *Calciche*; inoltre una frazione maggiore dell'acqua nella quale la *bentonite* è sospesa, è in sostanza immobilizzata. Questa è una delle ragioni per cui le *Bentoniti Sodiche* danno luogo, per eguali concentrazioni, a sospensioni più viscosse che non le *bentoniti Calciche*. Per l'effetto del rigonfiamento, il volume della *Bentonite* aumenta fino a 8 □ 10 volte quello del minerale allo stato secco.

Le forze di mutua repulsione fra le particelle di *bentonite* in sospensione sono dovute alle cariche negative presenti nelle superfici piane dei cristalli, in seguito alla dissociazione delle *particelle colloidali* di *Bentonite* in sospensione tendono ad allontanarsi una dall'altra, diminuendo l'attrito causato dagli urti reciproci. Le *Bentoniti sodiche*, che si dissociano in misura maggiore delle *bentoniti Calciche*, sono quelle nelle quali le forze di *mutua repulsione*, dovute alla *carica negativa* del reticolo, si fanno maggiormente sentire. In pratica, si nota un maggior grado di dispersione ed una pressochè totale assenza di flocculazione, al contrario delle *bentoniti Calciche*. Quest'effetto dovrebbe essere accompagnato da quello di una minore *viscosità* (a causa del minore attrito fra le particelle), ma l'aumento di *viscosità* dovuto al maggior grado d'idratazione delle *bentoniti sodiche*, è tale da annullare l'effetto sulla *viscosità* nella repulsione reciproca delle particelle. Restano da considerare le forze di *mutua attrazione* fra le particelle colloidali, derivanti dall'interruzione del reticolo cristallino. Basterà qui considerare che questo tipo di forza tende ad orientare in modo definito le *particelle argillose in sospensione*, che si dispongono secondo una struttura tale da rendere minima l'energia libera del sistema. Sulla natura di questa struttura non si hanno indicazioni precise: certi autori, sulla base di ricerche sperimentali con l'ultramicroscopio, ritengono che questa struttura non sia che una specie di debole *flocculazione*; altri, invece, si oppongono recisamente all'ipotesi della struttura "tipo *flocculazione*", che non tiene conto né del tempo necessario alla formazione della struttura, né del fatto che una semplice agitazione è sufficiente alla sua rottura. L'ipotesi più largamente accettata è che le *particelle colloidali* si dispongono in posizione d'equilibrio, senza venire ad effettivo contatto tra loro. In un sistema siffatto, l'attrito è maggiore di quello che si avrebbe se le particelle fossero libere di muoversi senza interagire fra loro. Considerando, il fatto che le forze di *mutua repulsione*, e quelle, di *mutua attrazione* fra le particelle di *bentonite* in sospensione esercitano la loro azione simultaneamente, e che, una qualsiasi modificazione della sospensione (aggiunta di sali, variazione della temperatura, del pH, ecc.), agisce sull'uno e sull'altro tipo di forza modificando, in misura più o meno grande, l'equilibrio esistente nel sistema, ci si può fare un'idea della complessità del problema dal punto di vista *chimico-fisico* e *colloidale*.

#### **Attivazione della bentonite.**

Si è visto che le *bentoniti sodiche*, possiedono caratteristiche d'elettroliti colloidali assai superiori rispetto alle *bentoniti calciche*.

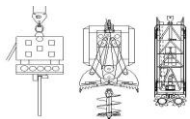
In virtù di tali caratteristiche esse, sono impiegate nell'industria direttamente, senza alcun trattamento chimico attivante.

Le *bentoniti calciche*, invece, i cui giacimenti sono più numerosi, in molti casi non possono essere impiegate industrialmente senza una preliminare attivazione chimica. Il processo d'attivazione più seguito generalmente, consiste nell'ottenere la *bentonite sodica* per scambio *cationico*, tra la *bentonite calcica* ed un sale sodico. Numerosi *sali sodici*, sono stati proposti come agenti attivanti della *bentonite calcica*.

IL NaCl sarebbe ovviamente l'agente attivante più economico, ma col suo impiego si ottengono scarsi risultati.

Il Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, invece, si è rivelato un ottimo attivante ed è usato in modo del tutto generale.

Gli esperti sono d'accordo nel ritenere necessario al processo d'attivazione della *bentonite* la presenza di *ioni ossidrili OH<sup>-</sup>* (*ambiente alcalino*), che sembra favorire la dissociazione della *bentonite* facilitando la reazione di scambio. Un fattore di notevolissima importanza per il meccanismo dell'attivazione è dato dalla solubilità in acqua del *sale calcico*, che si forma nella reazione di doppio scambio, tra la *bentonite calcica* ed il *sale sodico*. Quando il *sale calcico* che si forma è anche solubile, la sua presenza tende a far retrocedere la reazione di scambio *ionico* ed a favorire il raggiungimento di un equilibrio in cui la reazione di scambio è avvenuta solo parzialmente. Al contrario, nella reazione di doppio scambio si ha la formazione di un *sale calcico insolubile*, la *reazione* procede fino alla sostituzione completa dei *cationi*: questo spiega perché il carbonato è un attivante più efficace del NaCl. L'attivazione della *bentonite* deve essere effettuata in presenza d'acqua per permettere la reazione di *scambio cationico*. L'umidità, presente naturalmente nella *bentonite* grezza, è sufficiente all'attivazione. Il tempo necessario, all'attivazione invece è relativamente lungo, quando avviene alla presenza di poca acqua. IL metodo d'attivazione ad umido, che consiste nell'effettuare la reazione di scambio su una miscela preparata aggiungendo acqua e soda, alla bentonite sminuzzata, da risultati molto buoni, ma non è generalmente seguito per ragioni economiche. Il procedimento normale d'attivazione consiste nell'aggiungere la quantità prestabilita di soda alla *bentonite* grezza prima dell'essiccazione, la quale deve avvenire a temperatura non elevata per non rovinare il reticolo cristallino.



Nell'effettuare l'attivazione della *bentonite* con *soda* occorre tenere presente che la riuscita del procedimento dipende dalla quantità impiegata. Un difetto di *soda* rispetto alla concentrazione ottima conduce ad uno scambio *cationico* parziale, quindi si ottengono prodotti di qualità scadenti; d'altra parte, un eccesso di *soda* conduce a risultati negativi, per l'azione flocculante esercitata sulla bentonite dal  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  in eccesso. E' quindi prioritario stabilire con esattezza la quantità di *soda* necessaria.

Conoscendo la capacità di scambio *cationico* della *bentonite* da attivare e la composizione esatta dei cationi scambiabili, si può calcolare con precisione la quantità d'attivante necessario. Poiché, tuttavia, la composizione della *bentonite* non è costante in un giacimento, conviene effettuare prove d'attivazione in laboratorio.

### **Impiego industriale della bentonite.**

Le caratteristiche particolari, colloidali della *bentonite*, hanno determinato lo sviluppo di tutta una serie d'importanti applicazioni industriali di questo minerale; ci limiteremo quindi a darne qualche cenno sommario.

### **Industria fusoria.**

La *bentonite* è largamente impiegata quale elemento delle terre da fonderia. Le sue tipiche, qualità leganti, forniscono alle miscele composte di sabbia, *bentonite*, acqua ed eventuali altri additivi, caratteristiche di *coesione*, *refrattarietà* e *resistenza all'abrasione* del metallo fuso tali da determinarne un ampio uso nelle fonderie di ghisa, acciaio e metalli non ferrosi.

### **Ingegneria civile.**

Numerosi problemi d'ingegneria idraulica possono essere risolti vantaggiosamente con l'impiego della *bentonite*. Le caratteristiche di plasticità, rigonfiamento, stabilità chimica, tixotropia della bentonite ne rendono possibile l'uso per impermeabilizzazione di bacini in cemento o in terra, sbarramenti, dighe, palificazioni, diaframmi, pannelli.

Il fango bentonitico evita il pericolo di franamenti e, alla presenza di falda acquifera fornisce una contropinta di tipo idrostatico. La *bentonite* mescolata al cemento è usata anche per le iniezioni di contenimento e consolidamento del terreno.

### **Trivellazioni.**

La bentonite è largamente utilizzata, com'elemento del fango di perforazione, al quale conferisce una viscosità sufficiente per sollevare i detriti che sono poi mantenuti in sospensione durante le soste di lavorazione, sfruttando le sue caratteristiche *Tixotropiche*. Infine, per la sua struttura lamellare, lubrifica l'utensile di scavo e, per le proprietà colloidali, consolida le pareti del foro eseguito.

### **Impermeabilizzazioni.**

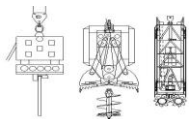
La sua proprietà rigonfiante, rende la *bentonite* particolarmente adatta per impermeabilizzare terreni o per impedire infiltrazioni d'acqua attraverso discariche civili e industriali. Per la stessa ragione essa è impiegata anche per creare laghetti artificiali, per impermeabilizzare canali, bacini, sbarramenti fluviali, depositi d'acqua di scarico e sottofondi su cui verranno messe a dimora piante avide d'acqua.

### **Industria chimica.**

La *bentonite*, aggiunta ai lattici di gomma, ne migliora sensibilmente le caratteristiche *d'adesività* e permette una più omogenea distribuzione delle cariche. Essa è altresì utilizzata come additivo nelle materie plastiche, nei saponi e nei cosmetici, negli anticrittogamici e negli insetticidi, nelle ceramiche e nelle emulsioni bituminose. Catalizzatori a base di *bentonite* sono impiegati per diversi processi industriali: in particolare, nei processi d'ossidazione nell'industria petrolchimica. Le caratteristiche di scambio ionico della *bentonite* ne hanno permesso l'uso per la depurazione delle acque e per la chiarificazione dei vini.

### **Altri impieghi.**

La *bentonite* è usata nell'industria cartaria, di colori e vernici, di ceramiche e refrattari, infine nell'importante settore della pelletizzazione dei materiali ferrosi.



**METODI DI PROVA SUI FANGHI BENTONITICI**

**VALORI ACCETTABILI DELLE CARATTERISTICHE FISICHE E METODI DI PROVA**

CARATTERISTICHE FISICHE	METODI DI PROVA APPARATI (UNITA')	FASE DI LAVORO				
		IN VASCA AL PRIMO UTILIZZO	NELLO SCAVO DURANTE L'USO	NELLO SCAVO PRIMA DEL GETTO	NELLA VASCA PRIMA DEL RIUTILIZZO	
Viscosita'	Imbuto di Marsh (sec)	<u>da 32 a 40</u>	<u>da 32 a 55</u>	<u>da 32 a 45</u>	<u>da 32 a 45</u>	<b>H<sub>2</sub>O</b> <b>28 sec</b>
Resistenza del fango	Viscosimetro (Fann) (10 min.- N/m <sup>2</sup> )	<u>da 4 a 40</u>	N/A	N/A	<u>da 4 a 40</u> *	
Perdita di fluidi	Filtro pressa (ml) (30 min@ 100 psi)	<u>da 16 a 30</u>	<u>da 16 a 50</u>	N/A	<u>da 16 a 50</u>	
pH	Cartine al tornasole	da 7 a 12	da 7 a 12	da 7 a 12 **	da 7 a 12	<b>100 kg</b>
Densita'	Bilancia del fango (kg/l)	<u>da 1.025 a 1.08</u>	<u>da 1.025 a 1.15</u>	<u>da 1.025 a 1.10</u>	<u>da 1.025 a 1.10</u>	
Contenuto di sabbia	Prova del contenuto di sabbia (%)	N/A	< 5.5	< 20	< 20	
<b>FREQUENZA DELLE PROVE</b>		Una prova prima dell'utilizzo dopo il tempo d'idratazione (Minimo 8 ore dopo la miscelazione)	Una prova ogni 5 metri di profondita' o al cambio del tipo di terreno e' piu' diretta dalla rappresentazione LTA	Una prova prima di abbassare la gabbia d'armatura che non deve essere piu' di un'ora prima del getto, del calcestruzzo	Una prova prima d'ogni inizio di turno giorno o notte a seconda di quale e' piu' frequente.	
<b>NOTE</b>	1. I valori sottolineati sono di primaria importanza 2. Gli altri valori sono di secondaria importanza 3. N/A = non applicabile 4. * La frequenza di prova con il viscosimetro (Fann) e' piu' diretta dalla rappresentazione LTA 5. ** Valori al di fuori dell'intervallo dato possono indicare che e' appropriato l'uso di un calcestruzzo speciale e dovrebbe essere studiata ulteriormente. Non dovrebbe essere fatto nessun tentativo per regolare il pH della bentonite nello scavo.					

## POMPE PER FANGHI

### 1.0 Cenni storici

Il recupero di materiale sotto forma di sospensioni non fluide ha di fatto posto sempre seri problemi ingegneristici; ora invece la rimozione dei fanghi densi tramite pompa non rappresenta più una tecnica nuova, e sebbene nell'America del nord sia stata introdotta questa tecnica di recupero dei materiali fangosi soltanto 10 anni fa, in Giappone dove è stata sperimentata per la prima volta, viene applicata già da parecchi decenni.

I lavori di ricerca e sviluppo che motivarono la progettazione di queste nuove attrezzature erano volti alla realizzazione d'un sistema di pompaggio dal costo di gestione molto contenuto, che al tempo stesso fosse molto più efficace rispetto ai sistemi tradizionali adottati.

La comparsa nel settore del sistema **TOYO** (Daniel Doyen Toyo) ha rappresentato in questo senso una vera e propria novità. Esso sfrutta l'utilizzo di una pompa per la raccolta dei fanghi a bassa densità depositati nei fondi di decantazione degli impianti di trattamento e nei punti di raccolta dei fanghi provenienti dalle operazioni di scavo in sottosuolo. La novità nel sistema è rappresentata dal fatto che: Il materiale prelevato dal punto dove esso ristagna, viene dapprima fanghificato, omogeneizzato e pompato solamente dopo aver acquisito un'elevata densità; e tutto ciò viene svolto in un'unica operazione.

### 1.1 Scelta della pompa

La percentuale di solido in volume contenuta in un liquido pompato dipende solamente dal tipo di solido e dalle sue condizioni di compattazione. Mediante questa tecnologia un getto creato dall'agitatore smuove il materiale da "dragare" in modo tale che lo stesso venga poi aspirato dalla pompa. Si può così capire chiaramente che: tanto più elevata sarà la percentuale del materiale addensato quanto più facilmente l'agitatore riuscirà a smuoverla.

Generalmente, per la scelta della pompa, si può considerare una percentuale media del 20% .

La velocità minima di precipitazione dipende dal peso specifico dei solidi trasportati e dalla granulometria degli stessi.

Per ogni diametro della tubazione di mandata è quindi possibile determinare la portata minima al di sotto della quale si ha la precipitazione dei solidi. Le portate minime sono rappresentate in tabella:

La portata (mc./h) della pompa, una volta conosciuta la percentuale di solidi aspirati, viene determinata in base alla quantità di materiale (mc.) che si vuole pompare nell'unità di tempo (h). A tale proposito va tenuto presente che la quantità di solidi effettivamente prodotti diminuisce per effetto della movimentazione della pompa che ingenera tempi morti. Si può considerare una riduzione del 20-30%; che dipende dalla movimentazione suddetta e anche dall'abilità dell'operatore.

La prevalenza totale (mt.) che la pompa dovrà vincere è data dalla somma della prevalenza geometrica e le perdite di carico.

La prevalenza geometrica (mt.) è la differenza tra il livello dell'acqua nel bacino di scavo e del livello dove il materiale pompato viene scaricato. Nella maggior parte dei casi, il livello nel bacino di scavo rimane costante; nel caso in cui il livello si abbassasse è bene scegliere quale prevalenza geometrica la differenza tra il fondo del bacino ed il punto in cui viene scaricato il materiale.

Le perdite di carico (mt.) sono le perdite di prevalenza che si hanno per l'attrito nei tubi a al passaggio del liquido contenente solidi. Esse dipendono dal tipo e percentuale di solido pompato, dalla lunghezza del tubo di scarico e dalla portata.

In tabella sono indicate le perdite di carico per 100 mt. di tubo per acqua pulita.

Le perdite di carico per liquido contenente solidi dal 20 al 30 % si ottengono aumentando le perdite per acqua pulita dei seguenti valori:

Le curve e le tabelle forniscono i valori della prevalenza totale in funzione della portata della pompa.

Per ogni valore di portata, conoscendo la lunghezza del tubo di mandata, il tipo di solido e la sua percentuale è possibile calcolare le relative perdite di carico. Per ogni pompa quindi è possibile costruire facilmente il grafico portata-prevalenza geometrica, togliendo alla prevalenza totale le relative perdite di carico.

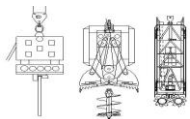
Prendiamo ad esempio la pompa TOYO Dp 150 Lp collegata con un tubo di mandata  $\varnothing$  200 mm e lungo 200 mt., che pompa acqua contenente il 20 % di sabbia fine.

Consideriamo quattro valori di portata e precisamente: 540 – 420 – 360 – 300 mc/h. A questi valori di portata corrispondono le seguenti perdite di carico:

La prevalenza geometrica che può vincere la pompa, ad una portata di 540 mc/h, sarà di  $31,5 - 24,2 = 7,3$  mt. In questo modo si determina il punto "1" della curva B (vedi grafico).

La prevalenza geometrica che può vincere la pompa ad una portata di 420 mc/h sarà di:  $34 - 15,8 = 18,2$  mt. In questo modo si determina il punto "2". Una volta determinati i punti 3 e 4, congiungendo tutti i punti si ottiene la curva B.

Come si può vedere a 31 metri di prevalenza geometrica la pompa ha una portata di 570 mc/h, mentre con 200 metri di tubo ha una portata di 260 mc/h.



La scelta della pompa più idonea viene effettuata nel seguente modo: si determina innanzitutto la percentuale di solido o assumendo come percentuale il valore del 20 % (salvo verifica con prova successiva), o determinando la percentuale vera effettuando una prova in condizioni reali mediante una pompa più piccola. Nota la portata necessaria si determina, consultando la tabella delle perdite di carico sia il diametro del tubo di mandata che le successive perdite di liquido contenente solido. Si ottiene così la prevalenza totale sommando alla prevalenza geometrica le perdite di carico. In base alla prevalenza così ottenuta si sceglie il tipo di pompa, utilizzando la tabella sottostante in modo che la pompa sia la più vicina richiesta all'esigenza richiesta.

Si controlla che il diametro della bocca di mandata della pompa coincida con quello scelto precedentemente; in caso contrario è necessario ricominciare utilizzando il diametro minore. Individuato il tipo di pompa se necessario, si può costruire la curva dell'insieme pompa + tubo definendo così le prestazioni reali. Determinato il punto di funzionamento della pompa si controlla che la portata sia superiore a quella minima indicata nella tabella dimensionale portata/diametro tubazione/solidi.

#### Esempio:

- Tipo di materiale da pompare :	limo	fine
- Peso specifico:	2,6	2,7
- Produzione richiesta:	mc/h	50
- Lunghezza tubo di mandata:	mt.	200
- Prevalenza geometrica:	mt.	15

Per effetto della movimentazione la portata istantanea di solido dovrà essere aumentata del 20 %; pertanto la quantità istantanea dei solidi dovrà essere di 60 mc./h; supponendo una percentuale di solido del 20 % si avrà una portata istantanea della pompa di 300 mc./h.

Riferendoci alla tabella delle perdite di carico si può scegliere un tubo di mandata da 200 mm a cui corrisponde una perdita:

$3,2 \times 2 = 6,4$  mt. questa perdita dovrà essere aumentata del 20 % per la presenza di solido e pertanto totale sarà di: 22,6 mt.

Dalla tabella riportata la pompa che più si avvicina è il tipo DP 75B, con bocchettone di mandata da 200 mm e una portata di 360 mc./h a 22,5 mt.

Ora per conoscere la portata effettiva della pompa tipo DB 75B è necessario costruire la curva (B) della pompa + tubo come indicato in precedenza; la curva portata/prevalenza geometrica della pompa DB 75B collegata ad un tubo di mandata lungo 200 mt. è riportata nel grafico soprastante.

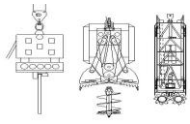
La portata reale della pompa a 15 mt. di prevalenza geometrica sarà quindi di mc./h 320, la portata di solido mc./h 64.

Nella scelta della pompa con motore idraulico si può seguire lo stesso sistema sopraindicato, bisogna però riferirsi ai grafici effettivi in quanto le prestazioni delle pompe variano a seconda del numero dei giri.

## 1.2 Installazione

L'installazione dovrà essere eseguita da personale esperto tenendo presente quanto segue:

- Controllare che la tensione d'alimentazione corrisponda a quella indicata sulla pompa.
- Assicurarsi che la potenza disponibile per l'avviamento sia sufficiente in particolare quando la pompa è collegata ad un gruppo elettrogeno; in questo caso la potenza in kVA del generatore dovrà necessariamente (fase di spunto all'avviamento), essere aumentata di circa 2,5/3 volte la potenza in KW della pompa da utilizzare.
- Per la protezione del circuito utilizzare valvole ritardate.
- Normalmente le pompe sono equipaggiate con 20 mt. di cavo elettrico; cavi più lunghi possono essere utilizzati tenendo conto che la caduta di tensione non deve superare il 3 % del valore nominale.
- Controllare che la pompa abbia prestazioni superiori rispetto a quelle richieste.
- Per evitare il funzionamento a secco della pompa, si consiglia di dotare la stessa di un galleggiante incorporato o di collegarla ad un quadro di comando esterno.
- Non sollevare o tirare la pompa per il cavo elettrico.
- Sospendere la pompa ad un cavo (fune d'acciaio), oppure posizionarla sopra ad assi di legno per evitare che si immerga nel fango, nel caso non sia dotata di. Preagitatore.
- E' molto importante effettuare un test d'avvio; di fatto un errato senso di rotazione significherà bassa capacità di pompaggio, maggior usura e maggiore potenza assorbita. All'avvio la pompa (vedi figura) dovrà produrre un contraccolpo in senso antiorario rispetto al senso di rotazione di funzionamento; se ciò non si verifica sarà necessari invertire due fasi.
- Nel caso la pompa non sia munita di preagitatore, tutto quello che passa attraverso il filtro può passare attraverso la girante della pompa. Detriti, foglie, torba ecc. contenuti nell'acqua possono ostruire i fori del filtro stesso; per evitare tale inconveniente è sufficiente applicare una rete metallica attorno al filtro.

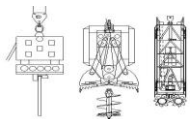


## **2.0 Pompe peristaltiche sistema Bauer**

Queste pompe funzionano secondo il principio illustrato nelle figure.

Sono ottime per il pompaggio di:

- Fanghi bentonitici.
- Miscele cementizia (granulometria max degli inerti 7 – 8 mm).
- Materiali di ritorno dai processi di fanghificazione.
- Fanghi densi, sino a 2 Kg/cm<sup>3</sup>.



## DIAFRAMMI CON LA FRESA - SISTEMA BAUER

### CAPITOLO 1 Generalità

Questa brochure descrive il metodo di costruzione e la sequenza delle attività richieste per la costruzione di un muro a diaframmi. Descrive anche l'attrezzatura principale di cui si avrà bisogno per eseguire i lavori.

Noi sosteniamo che questa brochure è una descrizione d'eventi e dati per la pianificazione.

Condizioni di suolo o di luogo differenti comportano necessariamente lo studio appropriato della metodologia di costruzione.

Modifiche notevoli saranno valutate e approvate dal nostro staff tecnico.

I pannelli a diaframma sono elementi strutturali sotterranei usati comunemente per sistemi di ritenuta e muri di fondazione permanenti. Possono essere anche usati come barriere profonde di protezione contro terra e acqua.

Con l'ausilio di fango appropriato pompato nello scavo si costituiscono i muri a diaframmi.

La tecnica consiste nello scavo di una trincea stretta che è tenuta piena di un fluido appositamente preparato (sospensione di bentonite in acqua). Il fango così preparato esercita pressione idraulica contro i muri delle trincee sostenendola per prevenirne il crollo.

Escavazioni di trincee con fango possono essere costruite in tutti i tipi di suolo.

Questa tecnologia è più appropriata laddove siano critiche le condizioni del materiale da attraversare e lo scavo con benna idraulica sia reso difficoltoso per la presenza di materiali molto duri e resistenti.

La tecnica di "taglio" del materiale a circolazione di fango è sicuramente più vantaggiosa di quella con "scavo" tradizionale a benna mordente ed è particolarmente adatta nell'attraversamento di materiali granulari e pietre molli.

## Descrizione dell'attrezzatura

### Fresa per trincea-pannello BC

La fresa è una macchina che taglia ed opera sul principio della circolazione inversa. È montata su un telaio d'acciaio pesante (1) sul fondo del quale sono

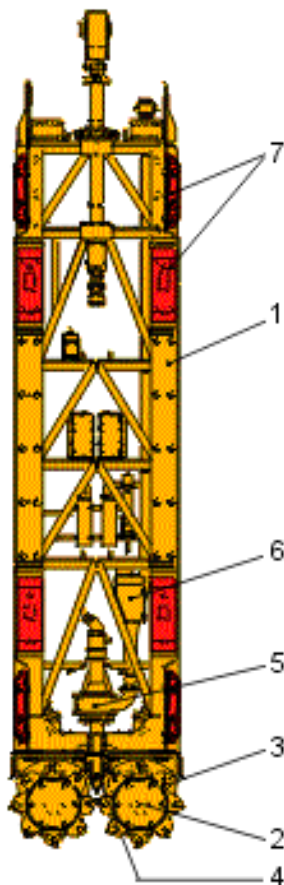


Fig 1 Bauer fresa per trincee-pannelli

montate due scatole d'ingranaggi che danno la forza di rotazione (2) alle ruote taglianti per mezzo di una serie di denti che sono riparati in appositi spazi; Esse ruotano in direzioni opposte, separano il materiale di scavo e lo mescolano con la sospensione di bentonite (3). Al penetrare delle ruote dentate, terreno, pietre e bentonite sono trasportati verso le aperture della sezione centrale (4). Da dove sono poi aspirati da una pompa centrifuga (5), posizionata sopra le ruote, e attraverso il tubo incorporato nel telaio della fresa prendono la via che porta al sistema di dissabbiaggio. Qui il terreno solido, le particelle di pietra e bentonite liquida sono separati e la bentonite così vagliata viene nuovamente pompata nella trincea. La forma a collana delle ruote taglianti in combinazione col peso della fresa è sufficiente a tagliare qualsiasi tipo di terreno e schiacciare ciottoli, i piccoli ciottoli o le pietre tenere ed anche la parte di calcestruzzo della sovrapposizione nei pannelli adiacenti.

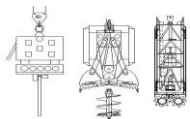
Possono essere montati diversi tipi di denti, secondo le condizioni del terreno da attraversare, variando anche la tipologia dei denti stessi. Denti aggressivi, per tagliare terreni duri (Granito) denti a percussione per asportare ciottoli. Per proteggere la scatola degli ingranaggi della fresa da forze dinamiche eccessive ed alla presenza di grosse pietre, sono montati appropriati ammortizzatori elastici tra le ruote della fresa e le scatole degli ingranaggi.

La verticalità della fresa e così l'allineamento nello scavo è misurato su due assi attraverso due inclinometri indipendenti (6): l'asse "X", dà l'allineamento assiale e l'asse "Y" perpendicolare.

I dati provenienti da questi inclinometri sono elaborati ed esposti on-line dal computer. L'operatore può così esaminare continuamente e, se necessario, correggere la verticalità e la coassialità della fresa. La rettifica della verticalità nelle due direzioni è eseguita da un sistema di flaps idraulici posti sul telaio della fresa (7). In tutto il processo d'escavazione l'operatore è incitato dal software della macchina che calcola il

suo status operandi ed indica l'azione più adatta da prendere. Tutte le informazioni possono essere scaricate su un supporto che può essere stampato dopo il completamento d'ogni pannello ed usato per gli scopi di controllo qualità.

L'avanzamento della fresa può essere controllato selettivamente, in relazione alla percentuale di penetrazione (in suoli molli) o dal peso e dal tagliente (forza in suoli duri), usando le regolazioni di spinta poste sul pannello di controllo. Questi attivano l'organo principale estremamente sensibile montato sulla macchina. Il controllo di rettifica dell'avanzamento della fresa, la velocità delle ruote e il volume d'asportazione di fango della pompa, sono gestiti direttamente da una serie di potenziometri. I programmi di monitoraggio nel pannello di controllo sono posti su diversi livelli, cambiando i quali, si possono ottenere dati più particolareggiati sul controllo della fresa.



## CAPITOLO 2 - ATTREZZATURA PER LA CIRCOLAZIONE ED IL DISSABBIAGGIO DEL FANGO

Il fango Bentonitico è costretto a stabilizzare la trincea. Insomma, quando si lavora con la fresa, il fango è usato per trasportare il materiale scavato fuori dallo scavo. Il fango di perforazione è pompato ad un sistema di dissabbiaggio, dove il contenuto solido del fango stesso è separato dalla frazione liquida che è in seguito, pompata nella trincea.

L'impianto di trattamento è fatta su di quattro componenti essenziali:

- **L'unità di miscelazione.** Un'unità di miscelazione efficiente mescola la bentonite polverizzandola in acqua e la pompa ad un serbatoio d'idratazione dove il fango è tenuto in movimento e areato per 12 ore prima di essere utilizzato. Questo processo è necessario alla bentonite per sviluppare pienamente le sue proprietà della viscosità e della tixotropia. Il fango bentonitico idrato è trasferito poi da una pompa al serbatoio principale.

- **L'unità di dissabbiaggio.**



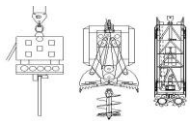
L'unità di dissabbiaggio è costituita di tre parti principali: un Schermo Separatore comune e centrale (Vibrando separa il fango nelle varie unità) uno rimuove tutte le particelle più grandi di 8 mm attraverso un schermo vibrante; due unità di dissabbiaggio che comprendono idrocycloni, essiccatori ridistribuendo e pompando quello separato dallo fango di tutte le particelle fino a 20 micron. Il fango dissabbiato è pompato poi indietro al serbatoio di deposito per il riutilizzo.

Fig 1 Bauer dissabbiatore BE 500

- **L'unità di deposito del fango dissabbiato.** L'unità di deposito può essere costituita da una serie di vasche stagne direttamente scavate nella terra, da serbatoi di acciaio paralleli e accatastati o in cima uno ad uno altro o, una serie di Silos. Si possono avere configurazioni secondo la geometria e lo spazio del luogo ma è importante per garantire la continuità nel lavoro che la capacità totale del deposito sia almeno 3 volte il volume di un pannello. Nello studio della capacità di deposito, la considerazione dovrebbe essere data dalla geologia locale. Se ci sono indicazioni della presenza di formazioni che potrebbero condurre ad una perdita improvvisa di bentonite durante escavazione e quello potrebbe compromettere con ciò la stabilità della trincea. La misura dei bacini di deposito dovrebbe prendere in considerazione un approvvigionamento d'eccedenza che ha bisogno di essere usato in queste situazioni d'emergenza.

- **L'unità d'adduzione e/o pompaggio.**

L'unità di pompaggio è costituita da una serie di pompe, tubi, valvole di controllo; progettate per facilitare il trasporto della bentonite ad e dalla trincea. Nello studio preliminare del conto d'unità che servono al cantiere deve essere preso in considerazione un alto volume di flusso di Bentonite ad e dalla trincea: Loro possono essere per esempio 500 m<sup>3</sup>/h. Su linee di ritorno, fanghi appesantiti possono avere una densità più alta anche dell' 8%. Particelle che fluiscono attraverso le linee possono essere grandi anche 80 mm. Bisogna oltre a tutto tener conto anche della distanza dalla posizione da fuori del pannello all'impianto di trattamento del fango. I diametri di tutte le condutture, sono normalmente: di 150 mm (6"). Nella linea di ritorno, della bentonite dal getto di calcestruzzo comunque, il diametro può essere di 100 mm (4"). Nel progetto dell'unità di trasporto dei fanghi è sempre buona norma includere una linea d'approvvigionamento d'acqua fresca alla trincea. Questa è usata principalmente per la pulizia dell'impianto a fine lavorazione. La sistemazione del luogo di deposito e le aree di trattamento della bentonite sono mostrate negli insiemi.



### CAPITOLO 3 SEQUENZA DI ESECUZIONE

La sequenza delle lavorazioni per la costruzione di un muro con diaframmi comprende i seguenti passi chiave:

- Preparazione del luogo e livellamento del piano di lavoro delle attrezzature, costruzione dei cordoli guida per la trincea dell'escavazione.
- Escavazione di pannello.
- Pulizia del pannello a fine scavo (dissabbiaggio e/o sostituzione del fango)
- Installazione delle armature
- Getto di calcestruzzo

#### 3.1 Cordoli guida.

I cordoli guida devono essere costruiti prima dello scavo del diaframma; essi provvedono a:

- Assicurare l'allineamento corretto della pre-escavazione.
- La stabilità della trincea superiore, che potrebbe essere colpita dalla fresa, ed altro materiale o attrezzature adiacenti alla trincea.
- Protezione contro l'instabilità degli strati più alti di terreno causata dal lavaggio costante e dalla fluttuazione dei livelli di fango bentonitico durante l'escavazione.
- Prevenire il crollo, della cima, a causa dei carichi d'attrezzatura vicini alla trincea.
- Sostenere i carichi verticali imposti dalle gabbie di armatura che sono sospese sulla cima del muro di guida.

I muri di guida sono normalmente costruiti con un'appropriata armatura e gettati in situ con calcestruzzo.

Le dimensioni tipiche sono mostrate sotto:



Fig 2

Sistema tipico dei cordoli guida

In primo luogo, la trincea che ospita il cordolo guida sarà scavata con un livello di base fisso.

Proseguendo con le lavorazioni si provvede all'imbastitura delle casseforme e delle armature, nella forma e dimensione fissata a progetto e si richiuderà con il calcestruzzo. Le casseforme, generalmente saranno rimosse il giorno seguente e potranno essere riusate per la sezione di muro di guida seguente. È buona norma di installare una controventatura orizzontale e solida (per es. travetti di legno di 150 mm, stretti nel cordolo con cunei) ogni 2 m per evitare la eventuale chiusura del cordolo guida quando si lavora con attrezzature pesanti vicino alla trincea aperta.

La costruzione del cordolo guida e della trincea saranno poi ricoperti all'esterno con strati di terreno ben compattato.

### 3.2 Pre-scavo.

Prima di iniziare l'azionamento della fresa deve iniziare la circolazione di bentonite nella trincea.

La pompa del fango nella fresa è localizzata sopra le ruote taglienti ed in ordine di marcia questa pompa deve essere completamente sommersa nel fluido di bentonite.

La pre-escavazione della trincea deve essere eseguita perciò, usando altri attrezzi:

(es. escavatore idraulico, benna mordente a fune e/o idraulica) per facilitare in primo luogo il funzionamento della pompa del fango bentonitico.

E' imperativo prima di avviare qualsiasi lavoro di escavazione con la fresa accertarsi che il pannello non sia attraversato da linee elettriche o telefoniche esistenti o quant'altro di pubblica utilità che possono essere danneggiate dal lavoro. Devono essere preventivamente localizzate e se necessario rimosse o trasferite .

### 3.3 Scavo dei pannelli.

Dopo la preparazione del luogo e la costruzione dei cordoli guida, l'escavazione nella trincea del pannello si può cominciare ad usare la fresa. Per assicurarsi che si esegua uno scavo senza problemi e che sia mantenuto l'allineamento richiesto della trincea, la fresa dovrebbe sempre funzionare all'interno di confini simili.

Gli schizzi seguenti illustrano le tecniche tipiche.

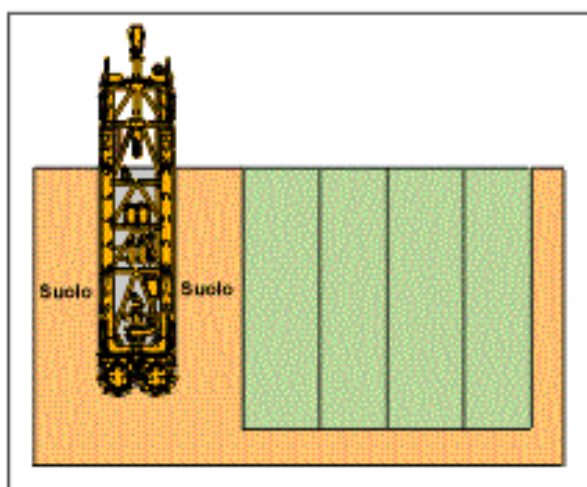


Fig 3 Scavo del terreno – confini nel terreno

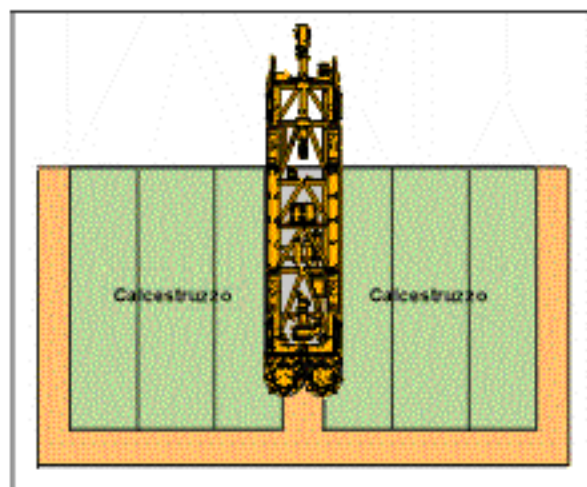


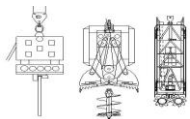
Fig 4 Scavo in calcestruzzo - confini nel calcestruzzo

La costruzione di un muro a diaframmi comincia con la trincea che è scavata in sezioni discontinue o "pannelli" usando una fresa BAUER BC.

Soli o multipli sono costruiti prima i pannelli di "morso" primari, seguiti dalla costruzione di pannelli secondari o ultimi ed intermedi.

L'escavazione di un pannello è eseguita in una sequenza predefinita per facilitare la costruzione di giunture sicure.

Si realizzano pannelli "primari" ed alternati prima, seguiti dall'escavazione dei pannelli "secondari" o "ultimi" ed intermedi.



### 3.3.1 SCAVO DEL PANNELLO PRIMARIO E FORMAZIONE DEL GIUNTO

La lunghezza minima di un pannello può variare da 2.8 a 3.2 m (esso è determinato dalla geometria della macchina). Ogni qualvolta il suolo condiziona la geometria del muro, il “morso” multiplo dei pannelli primari sarà più lungo, consistendo in 3 morsi consecutivi, può essere costruito:

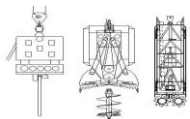
(morso sinistro 2.8 m - morso destro 2.8 m - morso al centro da 0.5 a 1.5 m = lunghezza di pannello primaria e totale da 6.1 a 8 m).

Durante escavazione delle trincee di pannello primarie il livello del fango di bentonite all'interno della trincea scavata deve essere esaminato continuamente e deve essere controllato per assicurare stabilità della trincea aperta.

Dopo essere giunti alla profondità finale, la verticalità della trincea sarà ricontrollata, e la bentonite di solito è riciclata per assicurarsi che adempia ai criteri specificati per il getto di calcestruzzo.

Fig 5 Scavo a triplo “morso”

The diagram shows a vertical cross-section of a trench. A yellow machine is positioned in the center, with its cutting tools extending into the soil. The trench is divided into three sections labeled 'Morso 1', 'Morso 3', and 'Morso 2'. The total width of the excavation is indicated as 6.1 - 8m. The soil is shown in a textured orange color, and the trench walls are shown in a light gray color. The machine is shown in a yellow color with black outlines.



### 3.3.2 SCAVO DEL PANNELLO SECONDARIO E FORMAZIONE DEL GIUNTO.

Le giunture tra pannelli successivi sono formate per assicurare continuità del muro di diaframma, quando si scavano le trincee dei pannelli secondari si avrà un soprataglio nel calcestruzzo dei primari. Lo spessore di soprataglio è variabile e può essere determinato secondo la guida seguente:

Larghezza del pannello	Spessore di soprataglio "S"
0 - 20 m	150 mm
20 - 40 m	150 - 200 mm
> 40 m	200 mm

La distanza tra gli orli dei pannelli primari ed adiacenti è progettata perciò per lasciare una rimozione di 2.8 m (o 3.2 m) - 2S m per l'escavazione delle trincee di pannello secondarie.

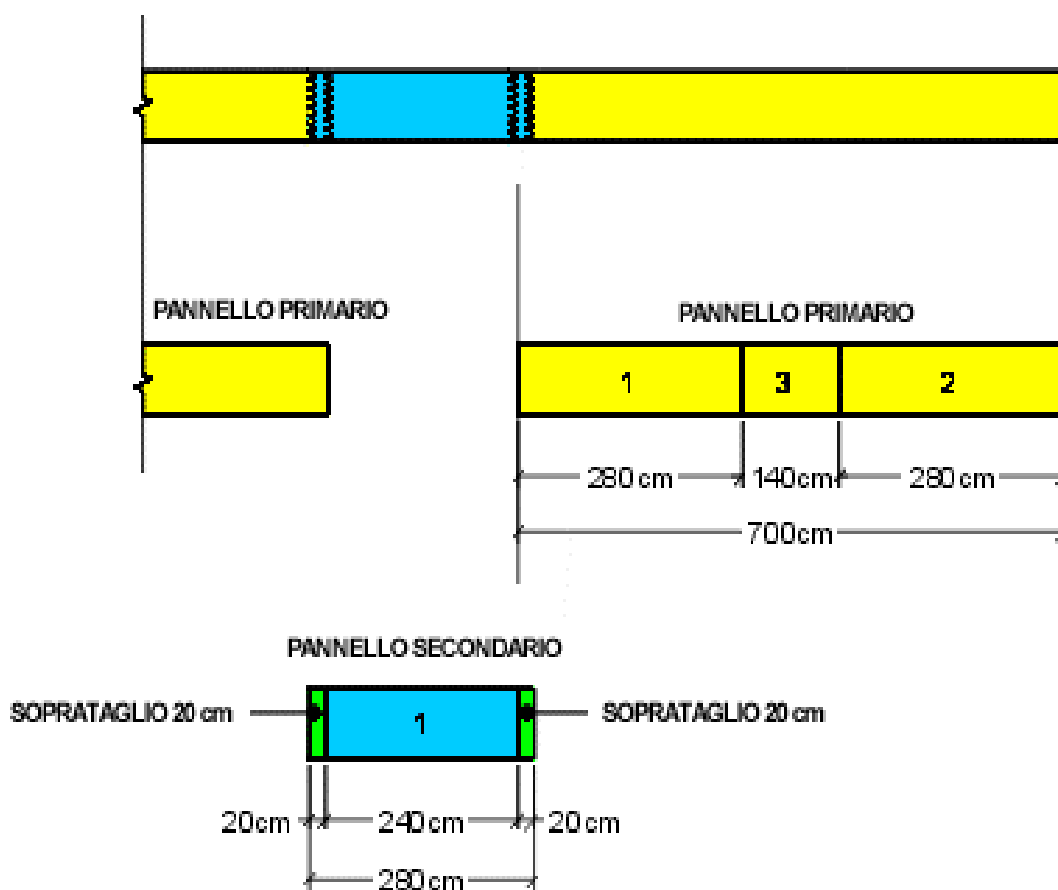
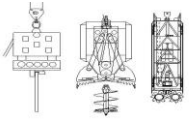


Fig 6 Sequenza pannelli primari – Sequenza pannelli secondari

Si esegue con la fresa un "morso" di solito singolo di una trincea lungo 2.80 m (3.20 m), così da tagliare lo spessore "S" nel calcestruzzo dei due pannelli primari adiacenti, la scanalatura che ne deriva, avrà così la superficie resa ruvida del pannello primario gettato. La costruzione di pannelli secondari non dovrebbe avvenire prima di 3 o 4 giorni dal completamento dei pannelli primari ed adiacenti.



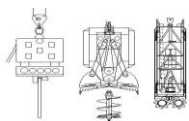
Per ottenere una buona giuntura è importante che il calcestruzzo del pannello secondario entri in contatto diretto con le superfici gettate e pulite dei pannelli primari ed adiacenti. Si deve avere una buona presa del calcestruzzo, assicurandosi che nessuna tasca significativa di bentonite o grumi di terreno aderiscono alla superficie gettata. È perciò la buona norma compiere un ciclo di pulizia con la spazzola nelle giunture prima di gettare il calcestruzzo.

Una spazzola d'acciaio legata al lato di un cestello è calata ed alzata lungo le superfici dei pannelli primari, affinché siano puliti.



**Fig 7 Spazzola per pulire I giunti**

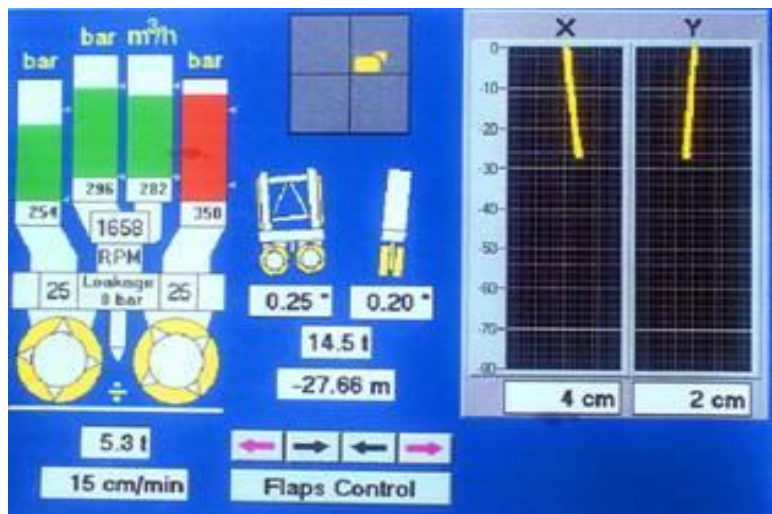
Alternativamente e temporaneamente le spazzole d'acciaio possono essere anche collegate sopra le ruote della fresa. Estendendosi approssimativamente 50 mm oltre le punte dei denti. Abbassando la fresa nella trincea aperta i taglienti della fresa possono ruotare e le spazzole che puliscono la superficie di calcestruzzo gettato su ambo i lati.



### 3.4 CONTROLLO DI VERTICALITÀ (REGISTRAZIONE DEI DATI)

La verticalità della trincea è misurata negli assi assiale e perpendicolare del pannello con l'ausilio di due sistemi inclinometrici indipendenti che sono montati sulla fresa.

Il sistema di B-Tronic registra l'inclinazione e la profondità dell'attrezzo durante l'escavazione del pannello.



Il computer a bordo della macchina elabora le informazioni ricevute dalla fresa.

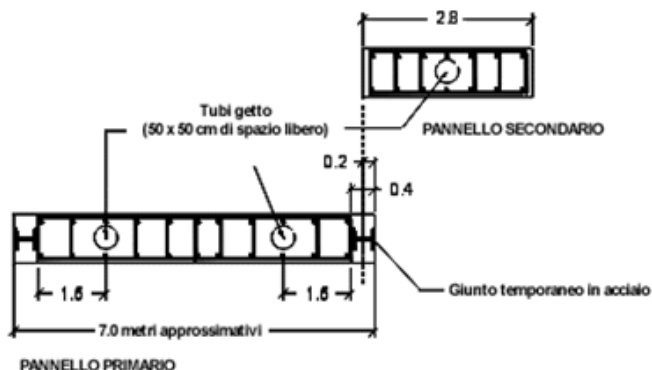
Una rappresentazione grafica dell'attrezzo e la sua posizione all'interno della trincea è esposta poi su un monitor nella cabina dell'operatore. Una prospettiva degli schermi come vista dall'operatore è mostrato nella figura a sinistra. Le informazioni esposte sullo schermo assistono l'operatore nel mantenere la verticalità e la coassialità dell'escavazione della trincea. Inoltre, raccoglie continuamente i dati e mostra una visuale completa relativa alla lavorazione in corso, fino al raggiungimento della profondità del pannello richiesta dal progetto. I dati guida delle misurazioni sono registrati dal computer e possono essere stampati in un "Rapporto" per ogni pannello eseguito.

Fig 8 Videata del pannello di controllo della fresa

#### • 3.5 Installazione delle armature

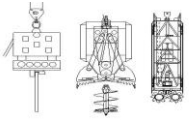
Una volta che l'escavazione del pannello è completa, una gabbia d'armatura appositamente prefabbricata è abbassata nella trincea alla profondità richiesta dalle specifiche di progetto. Una buona preparazione dei cordoli guida e quote le più possibili precise giovano sicuramente alla disposizione corretta delle

armature stesse. Il sistema di scavo con la fresa tra pannelli adiacenti consente di ottenere delle ottime giunzioni; richiede però speciale attenzione al dimensionamento e alla posa in opera delle armature. Si dovrà lasciare spazio a sufficienza per impedire alla fresa di tagliare anche solo fortuitamente le armature nei pannelli primari durante l'esecuzione delle "chiusure" nei pannelli adiacenti.



Se la gabbia d'armatura si estende molto in profondità, può essere necessario installare due tubi d'acciaio verticali e coassiali come "distanziatori" provvisori nella trincea primaria prima dell'inserimento della gabbia d'armatura. I tubi saranno estratti in seguito in fase di getto. Nel disegno della gabbia d'armatura si devono prevedere spazi liberi per il passaggio dei tubi-getto (circa: 50x50 cm) i quali devono essere fissati bene su tutte le facce per dare maggiore rigidità.

Fig 9 configurazione e preparazione delle armature



È sempre preferibile, per quanto possibile, alzare le gabbie d'armatura in un sol pezzo; anche se bisogna utilizzare due gru di servizio per il loro sollevamento e immissione nella trincea.

In alternativa l'armatura può essere installata in una o più sezioni avendo così una maggiore maneggevolezza. In tal caso ogni sezione successiva d'armatura è abbassata sopra la precedente

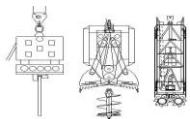


**Fig 9** Installazione delle gabbie d'armatura

e connessa assieme all'altra attraverso barre longitudinali o altre tecniche specifiche come ad esempio la saldatura o l'unione delle parti con l'ausilio di morsetti appropriati. Le gabbie devono essere preparate e rinforzate bene nella parte superiore per facilitarne il sollevamento. Una volta che l'armatura è completamente montata, è localizzata nella trincea la posizione di quota corretta rispetto alla cima del cordolo guida e con una serie di ganci preventivamente saldati sopra la gabbia stessa è fermata in tale posizione.

Appropriati "distanziatori" sono montati sui bordi esterni dell'armatura per assicurarne la corretta distanza (copriferro) in tutte le sue parti: tra lo scavo ed il passaggio del calcestruzzo.

Tali "distanziatori" possono essere a forma di "slitta" o "circolari" e preparati anche direttamente in cantiere con calcestruzzo.



### **3.6 DISSABBIAGGIO DEI FANGHI DI STABILIZZAZIONE.**

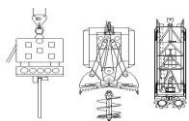
Prima di iniziare il getto di calcestruzzo, la bentonite che è circolata nel pannello passando attraverso l'impianto di produzione e dissabbiaggio, può essere sostituita in parte o completamente con fango fresco cosicché le sue caratteristiche soddisfino i requisiti e le specifiche di contratto.

La decisione se: far circolare e/o sostituire il fango nella trincea va presa tenendo conto principalmente del contenuto di sabbia, delle specifiche richieste dal contratto, dalle proprietà caratteristiche del materiale e dalla disponibilità di bentonite fresca

La decisione di far circolare e/o sostituire il fango va presa in funzione delle proprietà del fango nella trincea. Principalmente, il contenuto di sabbia, le specifiche di contratto che caratterizzano questo materiale, la disponibilità di bentonite fresca a disposizione e il tempo.

È pratica comune di usare la fresa stessa nel pannello per sostituire o riciclare il fango della trincea. La macchina è tenuta sul fondo della trincea e la sua pompa centrifuga è usata per pompare il fango all'impianto di trattamento.

In alternativa si usa una pompa di sommersa di dovuta portata abbassandola al fondo della trincea al posto della fresa



### 3.7 GETTO DEL CALCESTRUZZO NEL PANNELLO (TRINCEA).

Il sistema di getto del calcestruzzo in una trincea ripiena di fango bentonitico e quello comunemente chiamato "Contractor"; attraverso la colonna di tubi-getto, il calcestruzzo fresco, dal fondo del pannello risale spostando il fluido di perforazione e sostentamento verso l'alto. Il fluido dalla bocca dello scavo è poi pompato all'impianto di trattamento con l'ausilio di pompe appropriate.

Il calcestruzzo è trasportato al pannello da gettare con autobetoniere in una percentuale sufficiente ed approssimativamente deve essere di circa 45 m<sup>3</sup>/h, per assicurare la corretta esecuzione del getto.

Il numero di tubi-getto è determinato dalla profondità del pannello da gettare; i invece il numero di colonne- getto è determinato dalla sua larghezza: per pannelli fino a 4 m si usa una colonna getto da 4 a 7 m vanno invece utilizzate due colonne getto.



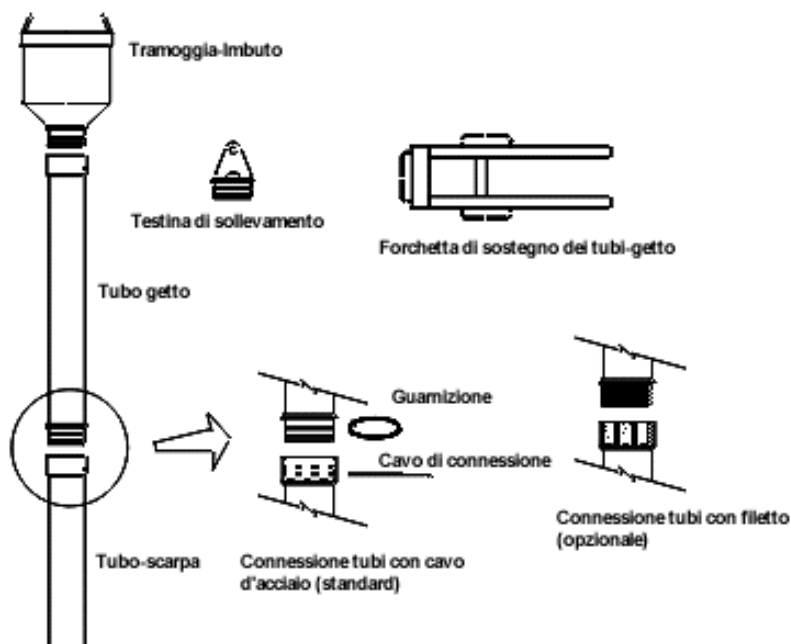
Fig 10 Getto del calcestruzzo

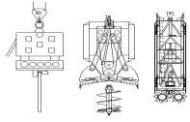
Fig 11 Assemblaggio tipico dei tubi getto

#### 3.7.1 Colonna-getto

Il materiale per il getto con sistema "contractor" è formato da:

- 1 testina per la movimentazione dei tubi.
- 1 imbuto (tramoggia) per l'adduzione del calcestruzzo nella colonna-getto.
- Tubi-getto da 250 mm di diametro con lunghezza unitaria di 3 - 5 m con i collegamenti maschio e femmina o con il bloccaggio a fune.
- 1 forchetta per sostenere la sequenza dei tubi sul cordolo guida.



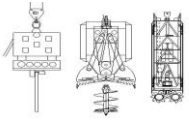


Durante l'utilizzo della batteria di getto vanno osservate scrupolosamente le seguenti le norme:

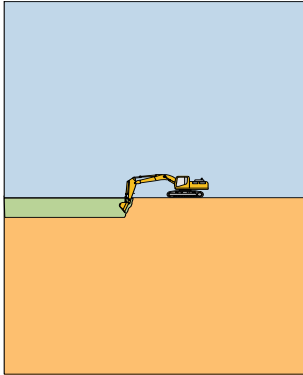
- Le guarnizioni d'accoppiamento (o-ring) vanno tenute in ordine e ingrassate bene per evitare le infiltrazioni d'acqua nella colonna durante il getto e facilitare le giunture successive.
- Prima di iniziare il getto inserire nella batteria dei tubi un tappo che prevenga la segregazione del calcestruzzo nella bentonite all'interno della colonna stessa.

Tale tappo può essere fatto con granuli di "vermiculite" o usando una palla di gomma o semplicemente una borsa di plastica riempita con stracci.

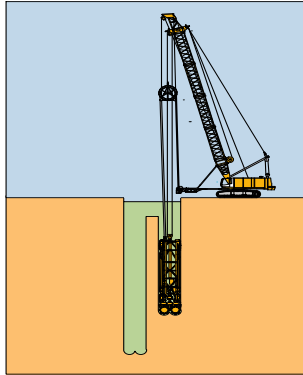
- La colonna dei tubi-getto è posizionata e movimentata da una gru di servizio apposita.
- Il calcestruzzo è trasportato al pannello da gettare con autobetoniere in una percentuale sufficiente ed approssimativamente deve essere di circa 45 m<sup>3</sup>/h, per assicurare la corretta esecuzione del getto.
- Il calcestruzzo è versato direttamente nell'imbuto di getto dall'autobetoniera. durante l'operazione di getto, il fondo della colonna-getto deve essere sempre tenuto immerso nel calcestruzzo fresco per un **minimo di 3 metri**, per evitare inclusioni di bentonite nel pannello finito il livello tra calcestruzzo/bentonite ed il fondo del tubo-getto devono essere tenuti sotto controllo per assicurare che la differenza sia sempre compresa tra 3 m e 8 m.
- Quando si utilizzano due colonne-getto le autobetoniere devono scaricare il calcestruzzo simultaneamente per assicurare che il getto sia costante dalle due parti e non vi siano inclusioni di bentonite sul fondo della trincea.
- I tubi-getto vanno mantenuti puliti bene e non devono avere all'interno inclusioni di calcestruzzo vecchio e indurito, così da lasciare il passaggio liscio a quello fresco.
- La bentonite che risale nel pannello, durante il getto è pompata dalla bocca della trincea all'impianto di trattamento per essere dissabbiata e rigenerata. Gli ultimi 2m di bentonite poiché rimangono a contatto con il calcestruzzo fresco più a lungo durante il getto e sono probabilmente contaminati sono disposti altrove.
- Il pannello è gettato sino alla quota richiesta dal progetto ed è buona regola di fermare il calcestruzzo almeno 30/50 cm sopra il livello richiesto. Questo assicura che alla quota di progetto non vi sia la presenza di calcestruzzo segregato e/o contaminato da inclusioni di bentonite o altro.



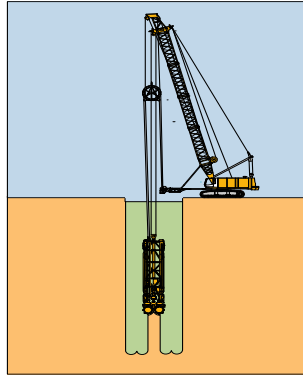
3.8 SCHEMATIZZAZIONE DI LAVORO CON LA FRESA



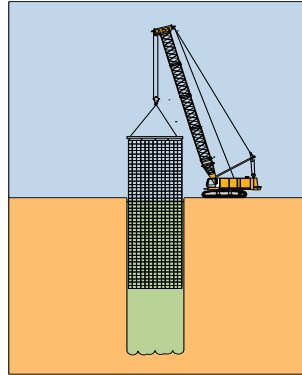
Pre-scavo



Scavo dei pannelli:  
primario e secondario

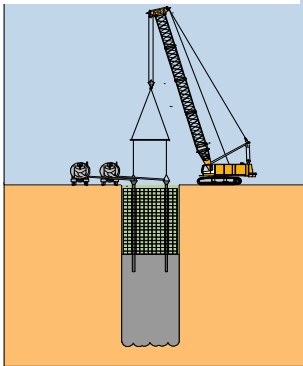


Scavo della parte centrale

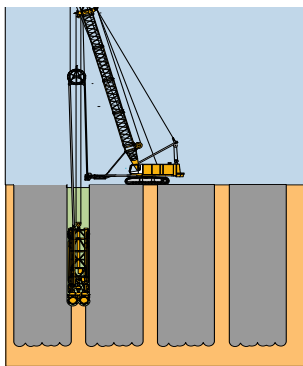


Calaggio delle armature

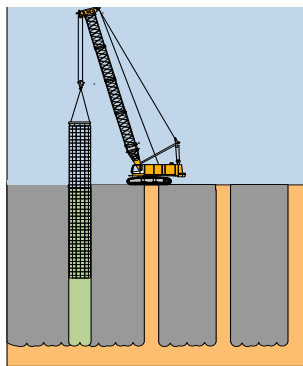
Getto del calcestruzzo nel  
pannello primario



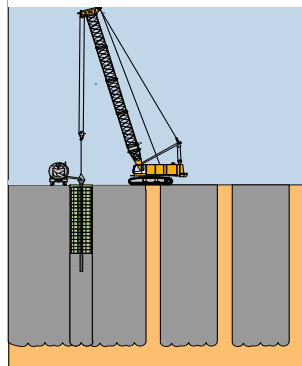
Scavo del pannello  
secondario



Calaggio delle armature



Getto del calcestruzzo nel  
pannello secondario



#### CAPITOLO 4 - SPECIFICHE DEI MATERIALI - Fluidi di stabilizzazione

Il fluido di stabilizzazione della trincea è una miscela di bentonite, polimero o una combinazione di ambo con acqua.

Miscele con aggiunta di carbonato di soda possono essere incluse anche progetto della miscela per prevenire, per esempio, la contaminazione di cemento o flocculazioni del fango a causa della salinità dell'acqua. Il tipo di fango più adatto va preparato su luogo seguendo i risultati ottenuti dalle miscele di prova. Una concentrazione di bentonite tipica è pari a: 30 - 40 kg di bentonite in polvere per 1 m<sup>3</sup> d'acqua.

La polvere di bentonite o i polimeri, sono stoccate in cantiere. Dopo averli mescolati completamente con acqua usando il mescolatore sopradescritto, si pompa ad un serbatoio d'idratazione dove il fango è tenuto in moto ed aerato per 12 ore. Questo processo è necessario alla bentonite per sviluppare pienamente le sue proprietà della viscosità e tixotropia. È quindi pompata ai serbatoi di deposito principali per l'uso.

Durante il processo di escavazione il fluido può essere diluito o può essere contaminato, è perciò importante che le sue proprietà siano controllate ad intervalli regolari per assicurare continuità alle sue qualità.

Le specifiche proprietà della bentonite o del polimero da usare in cantiere saranno certificati dal fornitore. I certificati saranno controllati e sottoposti all'approvazione prima dell'inizio dei lavori dalla D.L.

Le proprietà della bentonite dovrebbero essere controllate ad intervalli regolari alla bocca della trincea per assicurare una qualità costante del fango. Per controllare la qualità del fango l'attrezzatura usata sarà la seguente:

Cono di Marsh

Bilancia del fango (BAROID)

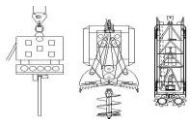
Kit per la misurazione del contenuto di sabbia

Filtro-prensa

Viscometro (o similare)

Gli elenchi della seguente tabella sono una serie di proprietà del fango bentonitico tipico. I valori sono empirici e possono essere usati a meno che siano dati valori diversi, nelle specifiche di progetto

Misurazioni caratteristiche	Apparecchiature e metodi di controllo	Sezione API RPI3	Valori raccomandati	
			Fango pompato nella trincea	Fango nella trincea prima del getto
Densità	Bilancia per fango "Baroid"	1	< 1.30 g/ml	< 1.15 g/ml
Viscosità	Cono di Marsh	2	30 - 70 secondi	< 90 secondi
Contenuto di sabbia	Sabbiometro "Baroid"	4	illimitato (un contenuto alto è vantaggioso in strati permeabili)	< 5 %
pH	Test elettronico pH valori pH da 7 a 14	-	9.5 a 12	9.5 a 12



### Calcestruzzo

Quando si gettano pannelli attraverso i tubi-getto, devono essere usate miscele di calcestruzzo, con valori tipici di "slump" compresi tra 150 mm - 200 mm. Il tipo di miscela più adatto è di solito preparato dopo un ciclo d'apposite prove. Ciò nonostante una miscela tipica per il calcestruzzo, usato nel getto di diaframmi è il seguente:

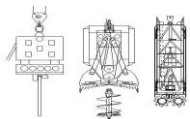
- 28 Giorni di maturazione dei cubi      30 N/mm<sup>2</sup>
- Rapporto max. acqua/cemento      0.50
- Lavorabilità allo slump test      150 mm - 200 mm
- Contentuto min. di cemento      380 kg/m<sup>3</sup>
- Dimensione max. aggregati      20 mm

Possono essere inclusi nella miscela additivi fluidificanti o ritardanti.

La campionatura e l'esame del calcestruzzo in cantiere di solito consistono in:

- Set di cubi. Il numero e la frequenza di controllo ed esame, sono descritte nelle specifiche di contratto.
- Controlli regolari si eseguono in cantiere per verificare la consistenza nella lavorabilità del calcestruzzo.

Durante il processo di getto, il consumo reale di calcestruzzo è rapportato al volume teorico e è incluso come parte dei parametri del pannello. Queste informazioni abilitano l'identificazione di zone con consumo teorico e/o sovraconsumo.

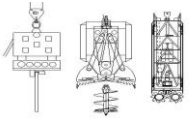


## Capitolo 5 - INSIEMI

### 5.1 Lista attrezzature.

Articoli principali che occorrono per l'accantieramento nella costruzione di diaframmi:

N°	Descrizione	kW	Fornitore	Capacità
1	Fresa BAUER montata su gru appropriata	450	Bauer	
set	Utensili della fresa (standard, da roccia o roller bits – dipende dalle condizioni del terreno)			
1	Unità dissabbiatrice BE 500	122	Bauer	500 m3/h
1	Unità dissabbiatrice BE 250	60	Bauer	250 m3/h
1	Miscelatore per bentonite	20	Bauer /locale	20 m3/h
1	Pompa KBKT	110	Bauer	450 m3/h
2-6	Pompa ausiliaria		Bauer /locale	
1	Gru di servizio da 60/80 tonnellate	300	locale	
1	Escavatore	100	locale	
	Altro	150	locale	
	Tubi per la circolazione della bentonite		Bauer /locale	
	<b>Total approssimativo</b>	<b>1300</b>		



## **5.2 Impianti di trattamento della bentonite.**

Gli impianti tipici per la produzione e lo stoccaggio della bentonite sono mostrati sotto.

Il volume a deposito è sostanziale ed è preparato in forma di vasche a terra, serbatoi in acciaio o silos.

Il volume di deposito è normalmente diviso in molte aree:

- Bacino di fango fresco per la muscolazione e l'idratazione.
- Bacino di recupero per lo scambio del fango prima del getto.
- Bacino di bentonite per la circolazione del fango durante lo scavo del pannello.
- Bacino per gli esuberanti di bentonite.

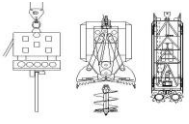
## **5.3 Configurazione delle condutture per la circolazione dei fanghi di sostentamento.**

I bacini saranno collegati tra loro, con un sistema di tubazioni fisse, e di pompe per permettere una continua circolazione del fango.

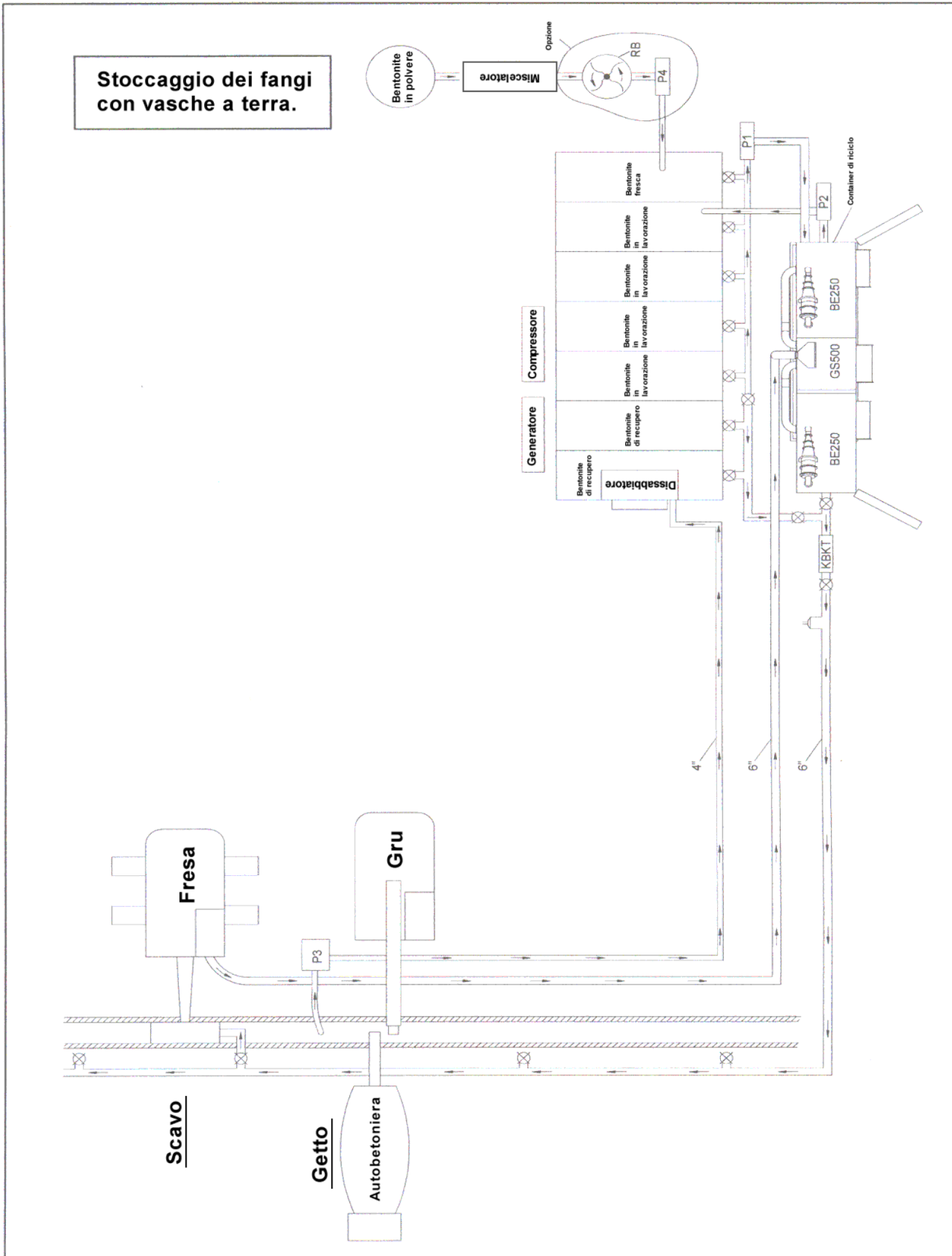
Per la circolazione della bentonite, una condotta d'acciaio da 6" sarà sistemata tra l'impianto e l'ubicazione dello scavo.

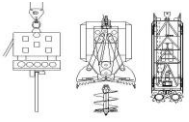
Consisteranno di un:

- Conduttura da 6" d'alimentazione della trincea.
- Conduttura da 6" di ritorno dalla trincea.
- Conduttura da 4" di ritorno dalla trincea durante il getto del pannello.

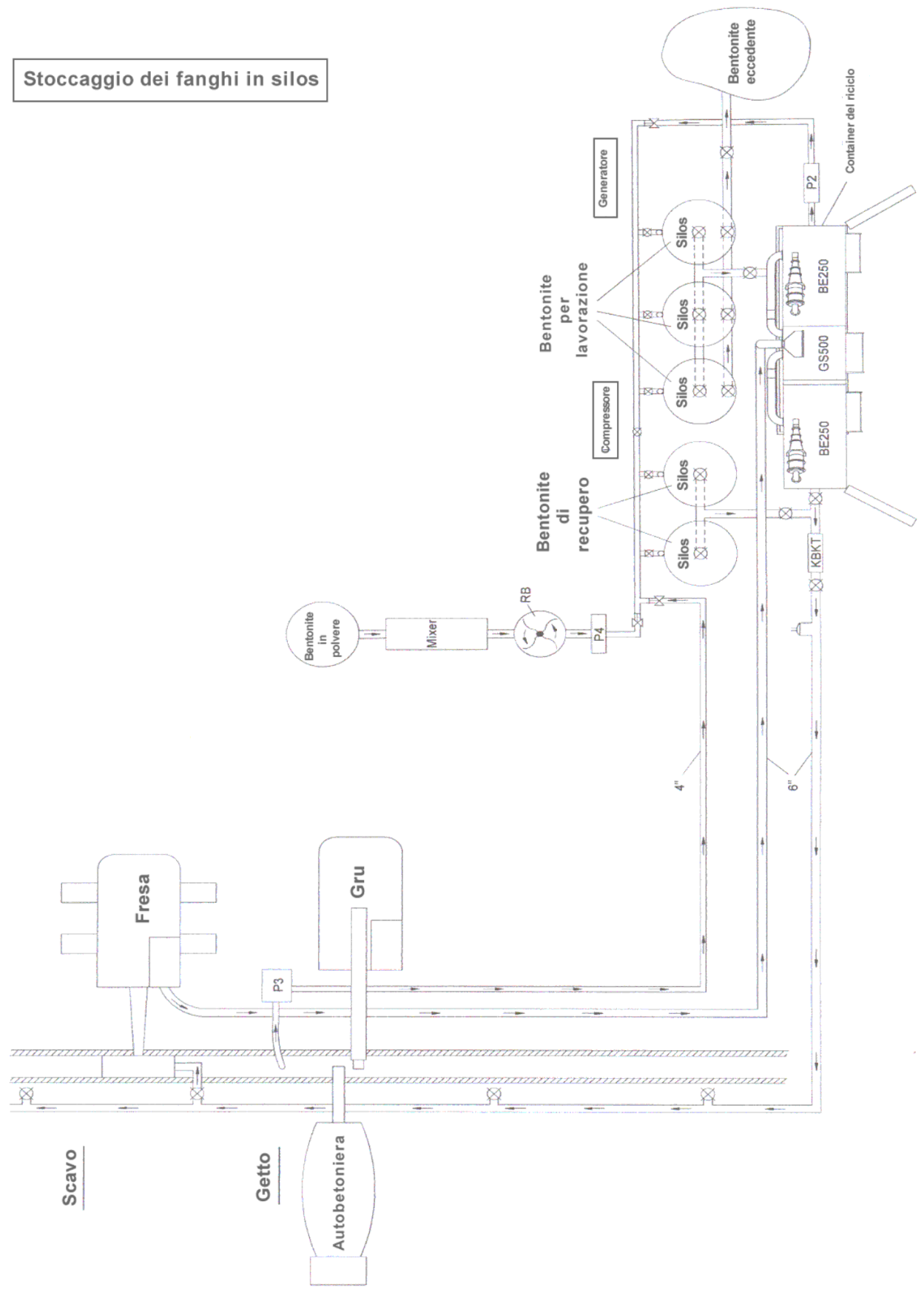


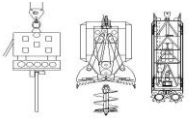
5.4 Schemi di impianti di produzione e stoccaggio dei fanghi di sostentamento.



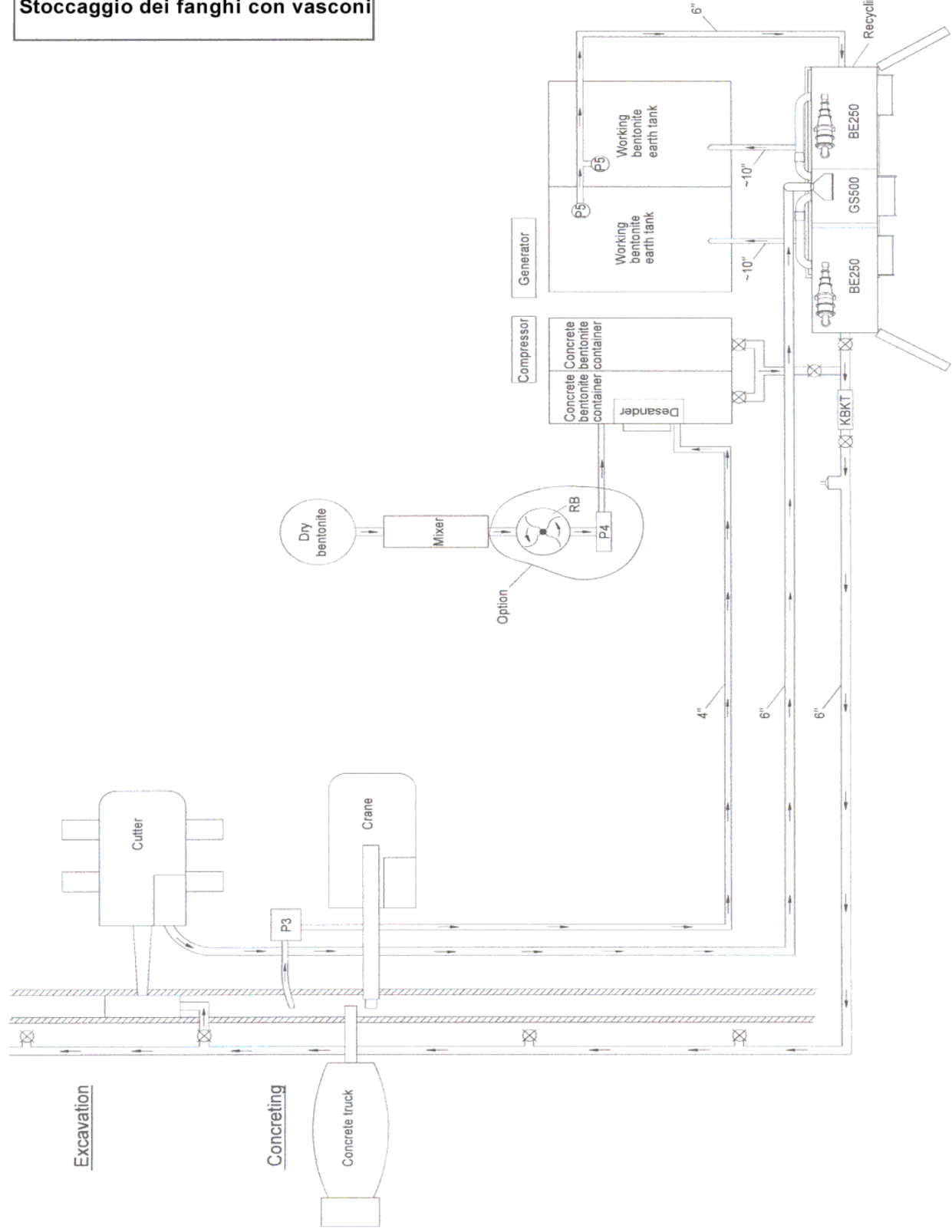


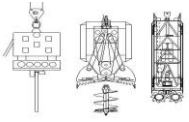
Stoccaggio dei fanghi in silos





Stoccaggio dei fanghi con vasconi





Francesco  
Artosi

DIAFRAMMI

