



CORSO TECNICO-FORMATIVO I RISCHI COLLEGATI AGLI SCAVI E AI CANTIERI STRADALI

Relatore: Ing. Zerbinati Marco

12 Dicembre 2011

ARGOMENTI TRATTATI:

➡ SCAVI

- ✓ **Definizioni ed inquadramento normativo**
- ✓ **Contenuti del PSC**
 - **Valutazione dei rischi**
 - **Riduzione dei rischi**
- ✓ **Aspetti tecnici:**
 - **Tipologie e tecniche di scavo**
 - **Opere di sostegno**
 - **Organizzazione del cantiere**
 - **Esempi pratici**

➡ **CANTIERI STRADALI**

- ✓ **Definizioni ed inquadramento normativo**
- ✓ **Contenuti del PSC**
- ✓ **Aspetti tecnici:**
 - **Dispositivi di Protezione Individuale**
 - **Segnaletica**
 - **Barriere**
 - **Segnali luminosi**
 - **Sicurezza pedoni**
 - **Senso unico alternato**



SCAVI

➡ DEFINIZIONI

Angolo di natural declivio: angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale secondo cui i terreni si dispongono naturalmente sotto l'azione della sola forza di gravità.

Coesione: capacità dei terreni di resistere a sforzi di trazione.

Rocce: agglomerati naturali mono – polimineralici. Le rocce possono classificarsi in:

- Coerenti: grande resistenza meccanica e mantenimento delle caratteristiche fisico meccaniche anche a seguito di immersione in acqua.
- Incoerenti: materiali sciolti con coesione nulla.
- Semicoerenti: bassa resistenza meccanica e mantenimento delle caratteristiche fisico meccaniche anche a seguito di immersione in acqua.
- Pseudocoereneti: materiali rocciosi fratturati con presenza di matrice argillosa.

Terre: rocce incoerenti e terreni di riporto. Le terre si possono suddividere in:

- Granulari: sabbie e ghiaie, la resistenza meccanica è data dalla resistenza per attrito interno.
- Coesive: terre a forte componente argillosa, la resistenza meccanica è data dalla coesione.

Scavo: operazione di asportazione, rimozione e trasporto di rocce e/o terre dalla collocazione originaria al fine di creare spazi e/o cavità di forme e dimensioni opportune per utilizzazioni prefissate.

Sistema di sostegno degli scavi: insieme di componenti di sostegno impiegati per il sostentamento delle pareti verticali degli scavi.

Sistema di protezione degli scavi: insieme di componenti atti ad evitare il manifestarsi di situazioni a rischio in corrispondenza di scavi.

➡ **INQUADRAMENTO NORMATIVO**

T.U.S.L. – Scavi e fondazioni, Sezione III, Art.118, 119, 120 e 121.

Art. 118: Lavori di splateamento e sbancamento:

- **Le pareti dei fronti di scavo devono essere profilate in modo tale da impedire franamenti.**
- **Se il fronte di scavo è $>1,50$ m è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base.**
- **Per le caratteristiche del terreno e/o particolari condizioni meteorologiche, nel caso in cui si temano eventi franosi, devono essere effettuati sistemi di sostegno del fronte di scavo.**
- **Nei lavori di escavazione con mezzo meccanico, gli operai non devono sostare nel raggio d'azione dei mezzi e sul ciglio del fronte di scavo.**
- **Il posto di manovra dell'operatore deve essere protetto.**
- **Le zone pericolose del ciglio dello scavo devono essere delimitate e segnalate da opportune segnalazioni spostabili con il proseguire dello scavo.**

Art. 119: Pozzi, scavi e cunicoli:

- **Per scavi di $h>1,50$ m e consistenza del terreno non sufficiente si deve provvedere alla posa di armature di sostegno.**

- **Le tavole di sostegno devono sporgere dal ciglio di almeno 30 cm.**
- **Nei cunicoli devono essere previste armature sia in volta sia sulle pareti per evitare franamenti. Le opere di sostegno devono essere allestite con l'avanzamento degli scavi e rimossi con il progredire del rivestimento.**
- **Prevedere sistemi di sostegno nel caso di sottofondazioni e/o la presenza di manufatti nei pressi degli scavi.**
- **Verificare che l'infissione di pali non generi vibrazioni e/o scuotimenti pericolosi per le opere vicine e/o per i lavoratori.**
- **Nei pozzi di $h > 3$ m, deve essere realizzato a protezione degli operatori un impalcato dotato di apertura per il passaggio della benna.**
- **Nei pozzi e nei cunicoli deve essere garantita un'adeguata assistenza esterna per le operazioni di recupero dell'infortunato.**

Art. 120: Deposito di materiale in prossimità degli scavi.

- **È vietato costituire depositi sui cigli di scavo.**
- **Se i depositi siano necessari per le condizioni di lavoro, si devono prevedere idonei sistemi di sostegno.**

Art. 121: Presenza di gas negli scavi.

- **Prevedere idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas, vapori tossici, ecc...**
- **Quando sia accertata o da temere la presenza di gas tossici, asfissianti, ecc..., e non sia possibile garantire una efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di idonei DPI alle vie respiratorie ed essere collegati ad un sistema di salvataggio esterno mantenuto sorvegliato da personale specifico costantemente in contatto con i lavoratori.**
- **Se sia accertata la presenza di gas infiammabili e/o esplosivi, deve essere preventivamente effettuata la bonifica degli ambienti e vietare l'impiego di potenziali fonti d'innesco.**
- **Per tutti i casi di cui sopra, i lavoratori devono essere sempre minimo due.**

T.U.S.L. – Viabilità nei cantieri, Allegato XVIII, Punto 1.

➡ **CONTENUTI DEL PSC**

Valutazione dei rischi

Nei lavori in cui sono presenti scavi di qualsiasi natura, il rischio per la salute dell'operatore è particolarmente elevato e deve essere contrastato impiegando dispositivi di protezione collettiva e nel caso in cui si manifestino ancora rischi residui impiegando opportuni DPI.

I rischi presenti durante le attività di scavo si possono dividere in:

- **Rischi prevalenti:** rischi strettamente legati all'esecuzione dello scavo che possono portare a morte, lesioni e/o gravi danni per l'operatore:
 - **Rischio di seppellimento (cedimento del fronte di scavo)**
 - **Rischio caduta dall'alto (cadute da bordo scavo)**
- **Rischi concorrenti:** rischi legati al contesto e alle modalità esecutive dello scavo:
 - **Rischio di franamento del fronte a causa di accumuli di materiale sul ciglio, scuotimenti, vibrazioni, presenza di falde, ecc...**
 - **Rischio caduta dall'alto all'interno dello scavo a causa di malore del lavoratore, mancanza protezioni sul bordo, ecc...**
 - **Rischio di danno agli operatori e/o allo scavo a causa di fattori esterni quali condizioni meteorologiche (vento, pioggia, gelo, ecc...)**

- **Rischi derivanti dall'attività di scavo: rischi che lo scavo può generare al contesto:**
 - **Stabilità di strutture adiacenti**
 - **Produzione di polveri, rumore, vibrazioni**
 - **Investimento dei lavoratori da parte di macchine operatrici**
 - **Uso improprio dei mezzi**
 - **Presenza di reti tecniche di servizio (gas, reti elettriche, fognature, ecc...)**
 - **Presenza di falde, corsi d'acqua interrati, ecc...**
 - **Presenza sul fondo di casseri e armature**
- **Rischi specifici dell'attività lavorativa: rischi specifici a cui il lavoratore è soggetto durante l'esecuzione dell'attività lavorativa:**
 - **Rischi fisici (meccanici, termici, rumore, esposizione, ecc...)**
 - **Rischi chimici (aerosol, liquidi, gas, vapori)**
 - **Rischi biologici**
- **Rischi derivanti dell'attività lavorativa: rischi derivanti dall'esecuzione dell'attività lavorativa:**
 - **Alterazione dell'equilibrio statico del terreno in funzione della tipologia di scavo**

- **Alterazione dell'equilibrio statico del terreno a seguito di accumuli di materiale sul ciglio**
- **Presenza sul fondo scavo di fluidi (falde acquifere, fluidi derivanti dalle lavorazioni, ecc...)**
- **Presenza di notevoli dislivelli**
- **Movimentazione macchine operatrici**
- **Vibrazioni prodotte dai mezzi operanti**

La valutazione dei rischi deve essere in grado di definire istante per istante la presenza o no di un rischio grave per la salute del lavoratore e i relativi accorgimenti da impiegarsi per eliminarla o se non è possibile eliminarla ridurla al minimo con idonee misure di protezione e prevenzione.

Riduzione dei rischi

Per la prevenzione dei rischi importanza prioritaria va attribuita a :

- provvedimenti d'ordine tecnico-organizzativo diretti ad eliminare o ridurre sufficientemente i pericoli alla fonte (organizzazione del cantiere)
- Protezione dei lavoratori mediante mezzi di protezione collettivi

Ove queste misure di tipo collettivo non permettano di evitare e/o ridurre i rischi per la sicurezza e la salute ad un livello accettabile si dovrà ricorrere all'uso di DPI.

- Riduzione rischio di seppellimento.
 - Corretta valutazione geologica e geotecnica del terreno (geologo + CSP)
 - Idonea scelta e dimensionamento dei sistemi di sostegno degli scavi
 - Idoneità psico-fisica dei lavoratori
 - Formazione e informazione delle maestranze in merito al contesto del cantiere e alle attività lavorative previste
 - Addestramento specifico del lavoratore sulle tecniche operative e sulle procedure d'emergenza.

- **Riduzione rischio di caduta dall'alto all'interno dello scavo.**
 - **Corretta valutazione geologica e geotecnica del terreno (geologo + CSP)**
 - **Idonea scelta e dimensionamento dei sistemi di sostegno degli scavi**
 - **Formazione e informazione delle maestranze in merito al contesto del cantiere e alle attività lavorative previste**
 - **Impiego di sistemi di protezione collettiva degli scavi**
 - **Delimitazione degli scavi e opportuna segnalazione**

- **Riduzione dei rischi concorrenti e degli altri rischi.**
 - **Formazione e informazione delle maestranze in merito al contesto del cantiere e alle attività lavorative previste**
 - **Formazione e informazione adeguata atta a qualificare il lavoratore.**
 - **Corretto impiego di sistemi di protezione collettiva degli scavi**
 - **Provvedimenti tecnico organizzativi in relazione al contesto del cantiere e all'avanzamento dei lavori**

Quando dall'analisi e dalla relativa riduzione dei rischi effettuata permanga la possibilità di grave danno al lavoratore, dovrà essere redatto ed attuato un piano d'emergenza che contenga:

- **Procedure d'emergenza per il recupero dell'infortunato**
- **Procedure di evacuazione del restante personale dal cantiere**
- **Procedure di verifica per la ripresa delle attività**

Le squadre di pronto intervento devono essere costituite da personale specificatamente formato ed informato che posseggano le capacità operative per garantire l'intervento di aiuto al lavoratore che ha subito un seppellimento e/o una caduta dall'alto.

Nel caso in cui, a seguito di un infortunio, si ritenga di non essere in grado di operare in modo autonomo, dovrà essere elaborata una specifica procedura di soccorso pubblico.

➡ **ASPETTI TECNICI**

Tipologie e tecniche di scavo

I movimenti terra possono essere suddivisi in:

- **Scavi a cielo aperto. Si suddividono in:**
 - **Scavi di splateamento e sbancamento**
 - **Scavi a sezione obbligata**
- **Scavi in sotterraneo. Si suddividono in:**
 - **Scavi ad andamento orizzontale, sub-orizzontale (gallerie, canali e cunicoli)**
 - **Scavi ad andamento verticale (pozzi e camini)**

In base alle tecniche di scavo, gli scavi possono essere classificati in:

- **Scavi manuali: eseguiti manualmente dagli operatori, sono di entità limitata e profondità limitata a 1,5 m**
- **Scavi con mezzi meccanici: vengono impiegate macchine per la movimentazione terra (escavatori, pale, ecc...)**
- **Scavi con tecnologie alternative («NO DIG»): scavi realizzati impiegando mezzi e tecniche particolari che limitano l'esecuzione di scavi a cielo aperto**

Scavi a cielo aperto

- **Scavi di splateamento e sbancamento.**

Scavi di splateamento e sbancamento: sono scavi di notevole entità che riguardano lo spianamento di superfici pianeggianti e di riprofilatura dell'andamento naturale del terreno.

Solitamente riguardano zone scarsamente antropizzate e permette l'impiego di mezzi meccanici ad elevata produzione.

In questa tipologia di scavi si possono verificare principalmente i seguenti rischi:

- **Rischi connessi alla stabilità dei versanti oggetto d'intervento**
- **Rischi d'investimento da mezzi circolanti**

- **Scavi a sezione obbligata.**

Vengono effettuati dove la sezione di scavo è vincolata allo stato dei luoghi e/o a interferenze con strutture e/o servizi.

Solitamente vengono realizzati in zone fortemente antropizzate e adottate per la realizzazione di servizi interrati di elevata lunghezza.

In questa tipologia di scavi si possono verificare principalmente i seguenti rischi:

- **Rischi connessi alla stabilità dei fianchi data la natura dello scavo**
- **Difficoltà nella fuga degli operatori in caso di pericolo imminente**

Scavi in sotterraneo con metodi classici (manuali e meccanici)

- **Scavi ad andamento orizzontale con mezzi meccanici.**

Gli scavi di cunicoli e canali sotterranei ad andamento orizzontale, sub-orizzontale, con metodi manuali e/o meccanici manovrati da operatore sono oramai in via di abbandono a fronte della scarsa produzione e dei notevoli rischi a cui sono sottoposte le maestranze.

Oggigiorno sono ancora eseguiti gli scavi con mezzi meccanici per gallerie di grandi dimensioni, quando i mezzi automatizzati quali TBM non possono essere impiegate o risultano essere troppo onerosi (funzione del tipo di scavo e della lunghezza).

- **Scavi ad andamento verticale.**

Le tecnologie moderne permettono l'esecuzione di pozzi e camini automatizzato senza la presenza di personale sul fondo scavo.

Per pozzi di notevole dimensioni, gli stessi devono essere trattati come scavi a sezione obbligata e pertanto necessitano di tutti gli apprestamenti necessari al caso quali ad esempio opere di sostegno del fronte di scavo, ventilazione e illuminazione ad hoc, impalcato perimetrale per l'accesso delle maestranze, ecc...

Scavi in sotterraneo con metodi «NO DIG»

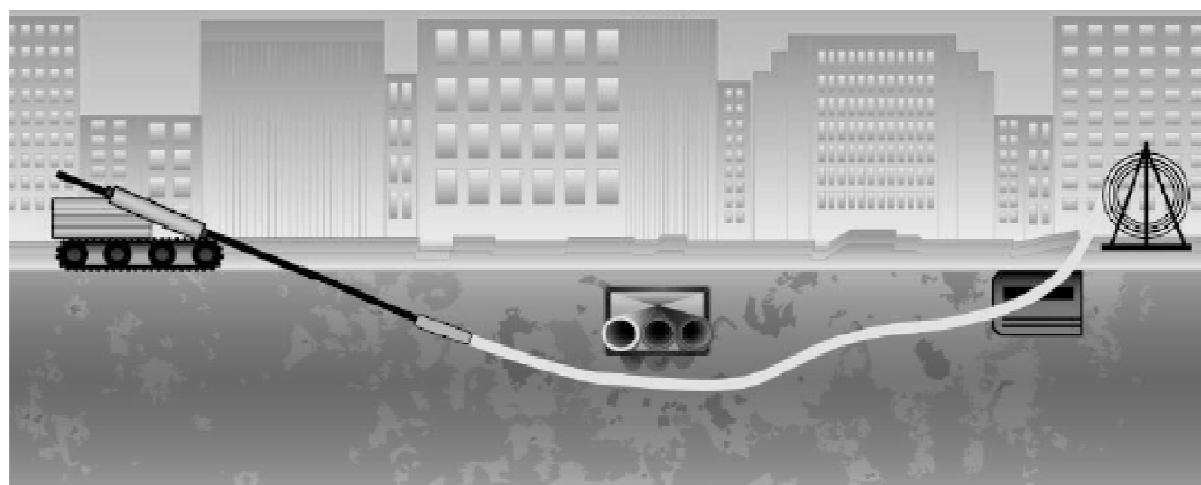
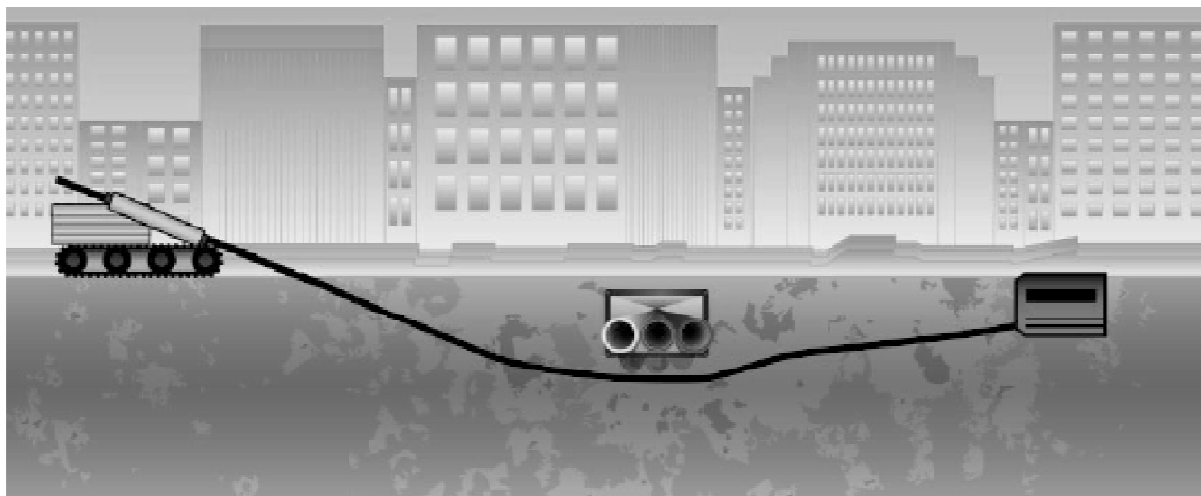
Queste tecnologie di scavo, letteralmente «Senza Scavo», permettono di effettuare la posa in opera e/o la sostituzione di reti di servizio riducendo se non eliminando completamente il rischio di seppellimento negli scavi e limitando le interferenze con le zone fortemente antropizzate.

Queste tecniche si sono sviluppate parallelamente alle tecniche tradizionali limitando la presenza di scavi a cielo aperto.

Solitamente gli scavi con queste tecniche sono realizzati mediante l'esecuzione di un pozzo d'entrata e uno d'uscita in corrispondenza della fine del tracciato.

Le principali tecniche di esecuzione degli scavi con tecnologie «NO DIG» sono:

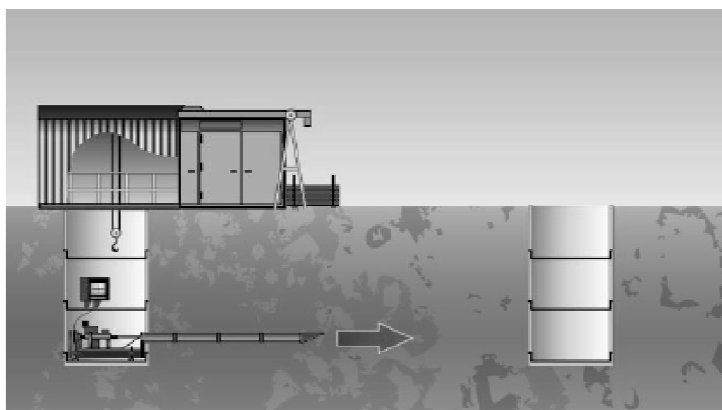
- **Horizontal Directioning Drilling (HDD).** Consiste in una perforazione orizzontale pilotata in cui la testa dell'utensile perforatore è dotato di un sistema direzionale che permette di ottenere una correzione della direzione di avanzamento. La perforazione avviene a priori con un utensile pilota di piccolo diametro e successivamente con un utensile alesatore. A seguire viene inserito il tubo.



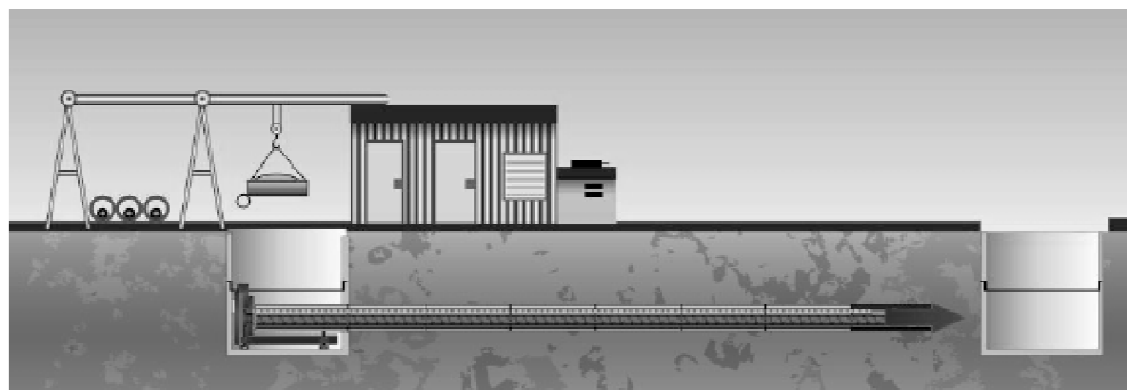
- **Microtunneling.** Consiste nella realizzazione di due pozzi: uno di partenza e uno d'arrivo. In quello di partenza, detto pozzo di spinta è situata la macchina perforatrice che esegue il foro. La stessa viene spinta e fatta avanzare mediante un sistema di martinetti che usando la tubazione posata come riscontro, va ad esercitare una pressione di spinta direttamente sulla fresa.

Lo scavo può essere effettuato mediante:

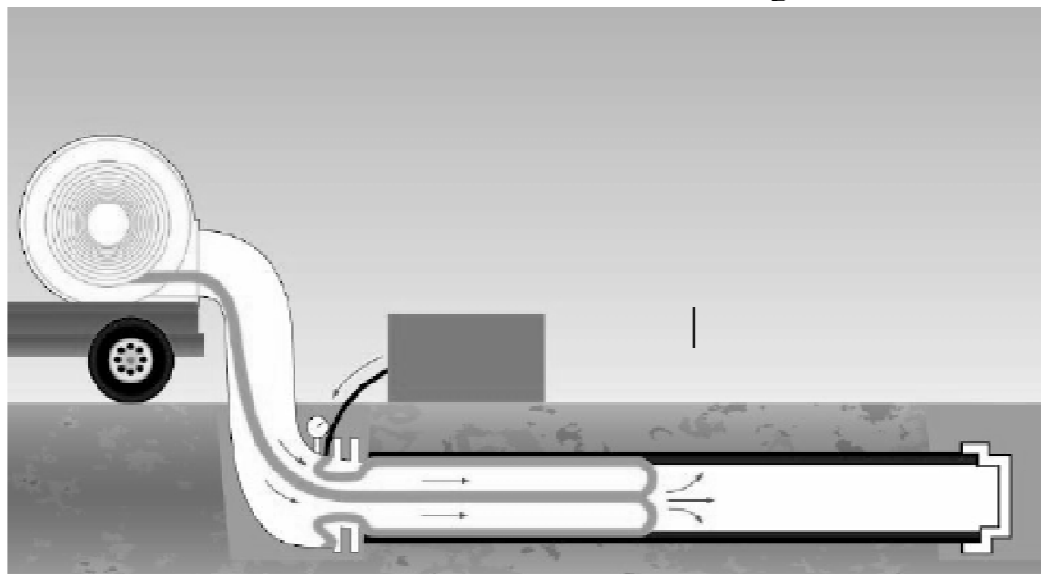
- **Spostamento del materiale**



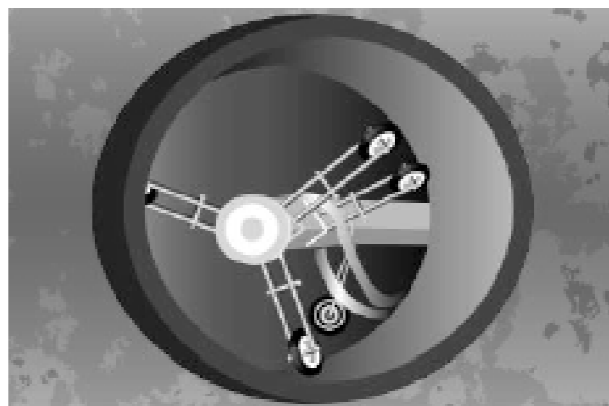
- **Testa fresante con recupero dello smarino (idraulico o meccanico)**



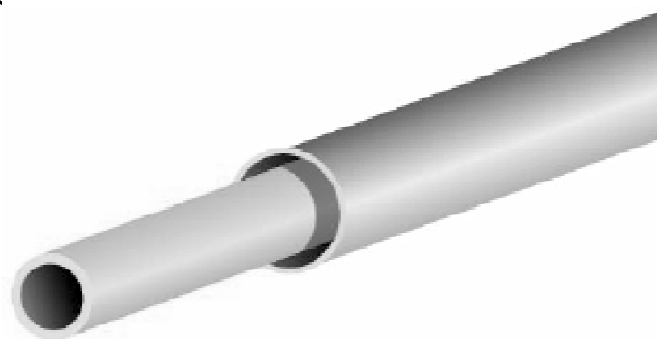
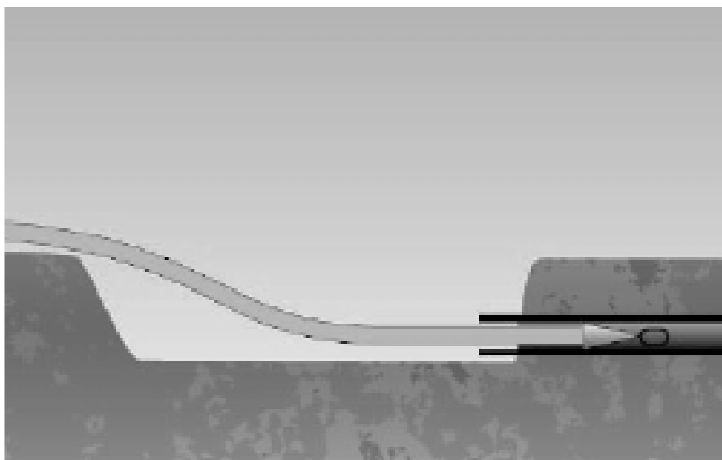
- **Cured In Place Pipe (CIPP).** Tecniche impiegate per la riparazione e/o risanamento di vecchie condotte e consiste nell'inserimento all'interno della condotta di una «calza» in feltro o tessile impregnata di resine termoindurenti con film plastico. Inserite all'interno della tubazione vengono fatte aderire mediante un getto di vapore in pressione e/o acqua calda.



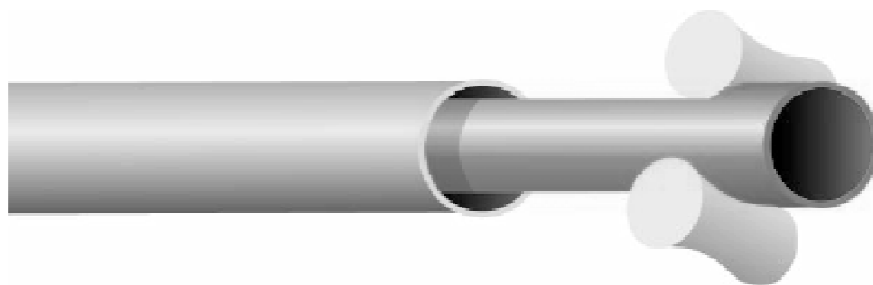
- **Pipe coating.** Vengono spruzzate resine epossidiche all'interno della condotta al fine di ricreare un nuovo rivestimento.



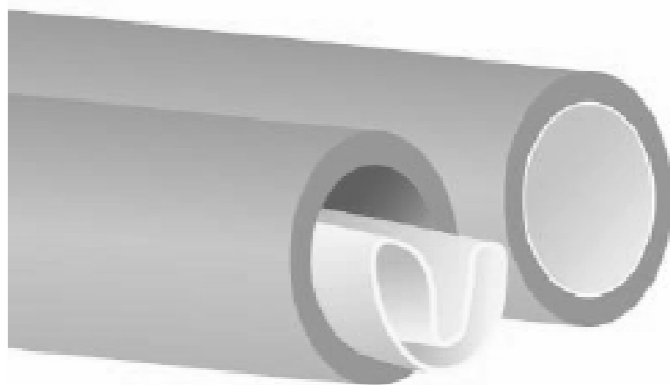
- **Slip Lining.** Consistono nell'introduzione a pressione di una nuova tubazione all'interno dell'esistente.



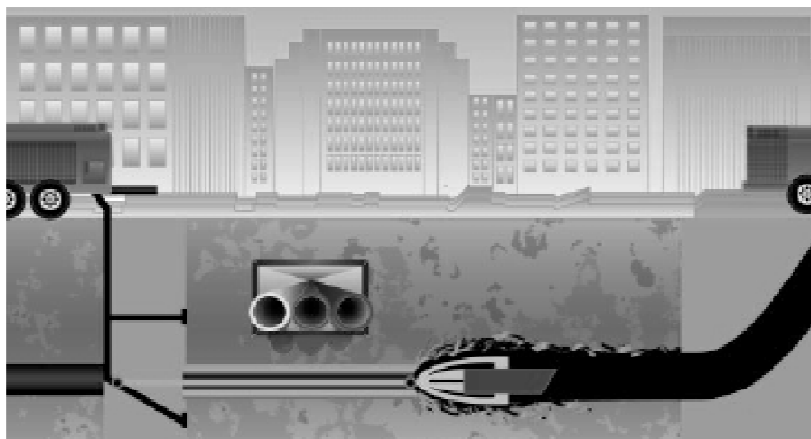
- **Swage Lining.** Metodo analogo al precedente ma vengono sfruttate le caratteristiche elastiche del polietilene che permette il raggiungimento della sezione esistente limitando lo spazio tra condotta e condotta. Il tubo viene inserito passando da una matrice a rulli che ne riduce la sezione. La nuova tubazione riprenderà la sezione originaria con il tempo o mettendolo in pressione.



- **Folder Lining.** Viene inserita nella tubazione esistente una tubazione piegata in poliuretano che viene fatta aderire alle pareti mediante un getto di vapore in pressione e/o un'ogiva.



- **Pipe Busting.** Consiste nell'inserimento nella condotta di una testa demolitrice che allarga il foro e trascina la nuova tubazione. Viene impiegata per tubazioni fragili quali cls, PVC, gres, ghisa, ecc...



- **Pipe Plitting.** Simile alla tecnologia del Pipe Busting, ma impiegata per tubazioni duttili. La testa è dotata di un dispositivo di taglio che agisce sulla condotta e ne permette la deformazione.



Opere di sostegno

I sistemi provvisionali di sostegno degli scavi devono garantire la resistenza alle sollecitazioni provocate da:

- **Pressione del terreno (in funzione della profondità di scavo da raggiungere)**
- **Strutture adiacenti allo scavo e i relativi carichi trasmessi**
- **Carichi addizionali e vibrazioni (materiale depositato, traffico, attività specifiche, impianti di frantumazione)**

I sistemi di sostegno devono inoltre garantire:

- **Che non si verifichi il rischio di seppellimento**
- **La possibilità di far proseguire il sistema di sostegno con il progredire dello scavo**

I sistemi provvisionali di sostegno devono essere installati a diretto contatto con il fronte di scavo e lo spazio tra i due deve essere riempito con materiale di rincalzo.

È obbligo del datore di lavoro eseguire formazione e addestramento specifico circa le modalità di posa, impiego e smontaggio delle opere di sostegno.

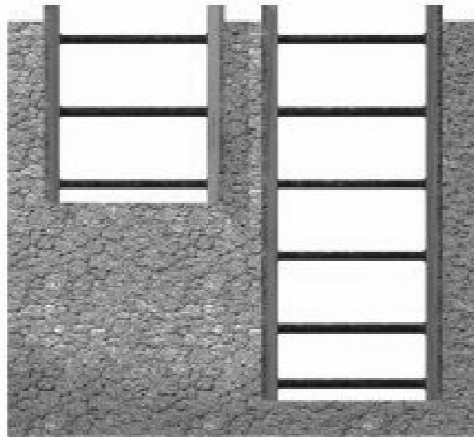
Le opere di sostegno si possono suddividere principalmente in due classi:

- **Sistemi di sostegno realizzati in cantiere**
- **Sistemi di sostegno prefabbricati**

Sistemi di sostegno realizzati in cantiere

Le armature realizzate in cantiere devono differirsi a seconda della tipologia di terreno presente nello scavo.

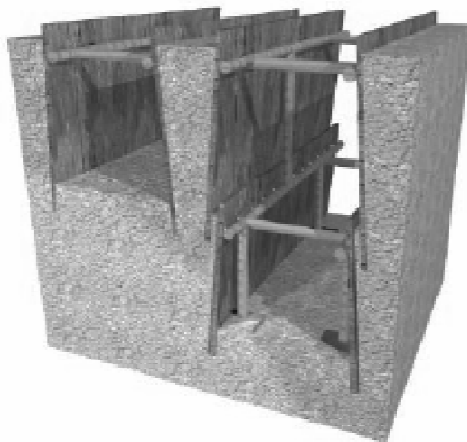
- **Terreni coesivi.** In questi tipi di terreno si procede con lo scavo fino a 80-120 cm di profondità e poi si dispone l'armatura di sostegno, proseguendo poi con lo scavo fino alla quota desiderata. I pannelli andranno fatti sbordare dal ciglio di almeno 30 cm, fissati ai montanti in legno e a sua volta contrastati con travetti in legno e/o puntelli telescopici.



L'installazione viene eseguita dal basso verso l'alto ponendo il primo puntone a non più di 20 cm dal fondo scavo.

I puntoni vanno fissati ai montanti verticali e non direttamente sui pannelli.

- **Terreni non coesivi. Sono terreni in cui non è possibile scavare senza possibili cedimenti. Con questi terreni si adottano procedure di sostegno specifiche dette «armature a marciavanti» in cui è previsto:**
 - **Lo scavo per i primi 80 cm con le pareti verticali inclinate verso l'esterno**
 - **L'infissione nel terreno delle armature**
 - **La posa dei puntoni di contrasto**
 - **Il proseguimento dell'esecuzione dello scavo secondo le stesse modalità**



Con questo metodo è possibile raggiungere scavi relativamente profondi e le operazioni devono essere eseguite a regola d'arte con personale specializzato.

- **Rimozione dell'armatura. Al rimozione del sistema di armatura deve essere svolto con cura e da personale specializzato.**

In particolare si dovrà tenere conto di quanto segue:

- **Il disarmo deve procedere dal basso verso l'alto**
- **Il disarmo deve essere effettuato secondo una procedura che tuteli la salute del lavoratore addetto**
- **Quando viene individuata una pressione del terreno sull'opera di sostegno si deve effettuare prima il riempimento dello scavo in modo da stabilizzare l'opera e solo successivamente effettuare lo smontaggio dell'armatura**
- **Le operazioni di smontaggio è bene che vengano effettuate da chi ha eseguito il montaggio in modo da poter verificare l'insorgere di nuove situazioni a rischio.**

Sistemi di sostegno realizzati con componenti prefabbricati

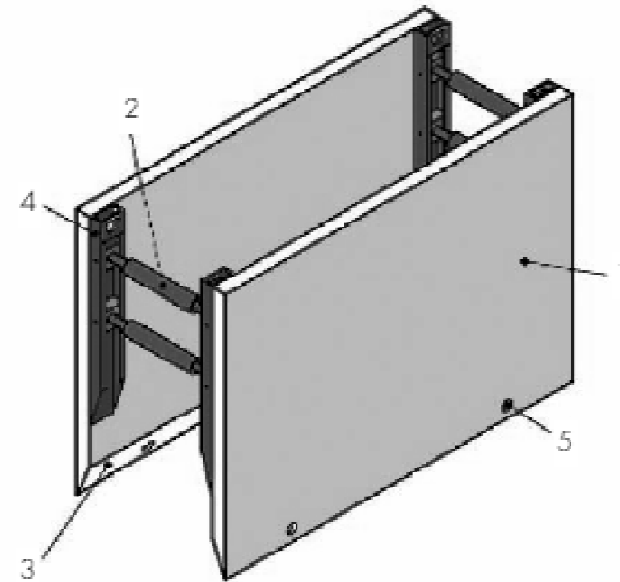
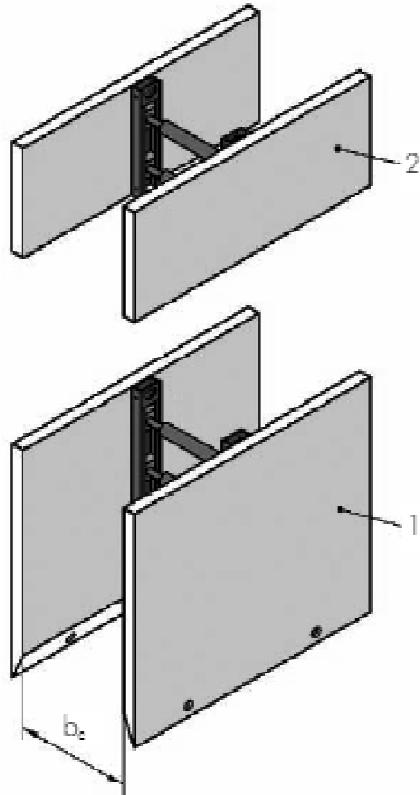
Un sistema di sostegno di tipo prefabbricato risulta essere costituito da più elementi in modo da formare un modulo.

La protezione dello scavo lungo tutta la sua profondità prevede l'assemblaggio uno sull'altro di più moduli detti:

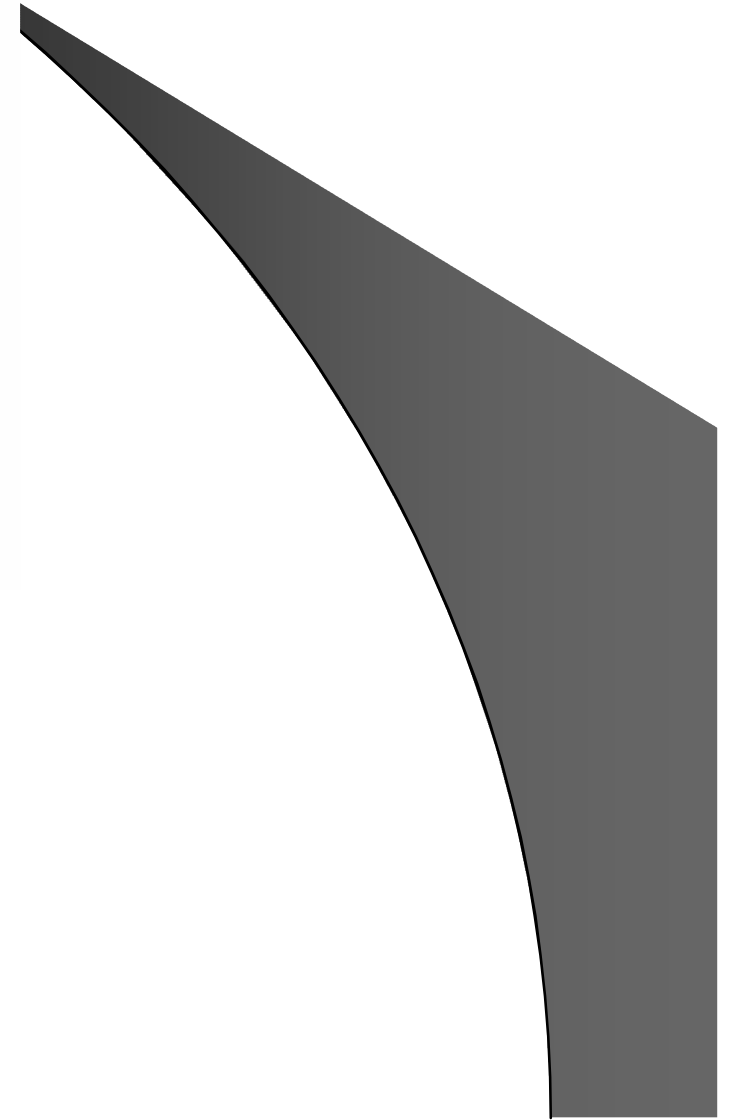
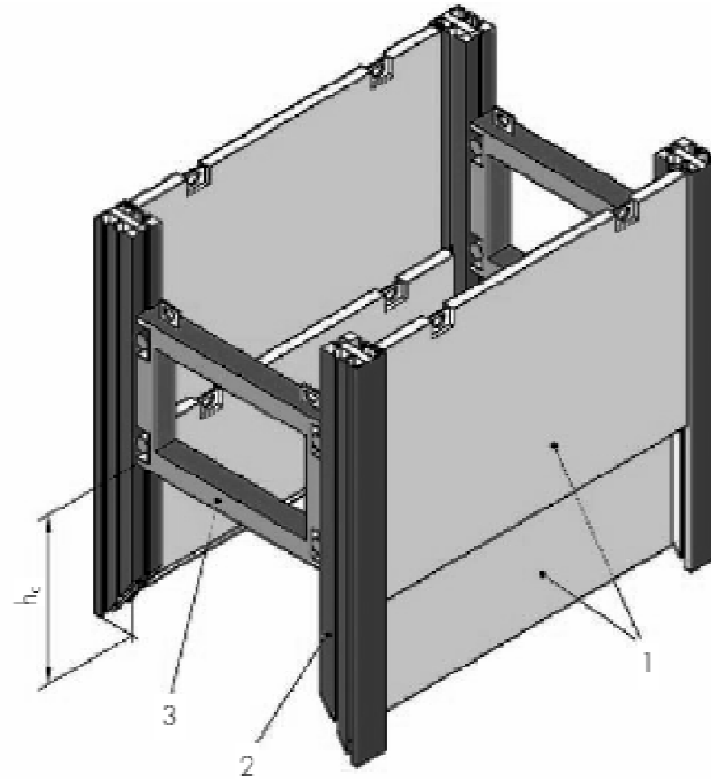
- **Insieme di base: sono gli elementi collocati prima di tutti gli altri, alla base degli scavi**
- **Insieme superiore: sono gli elementi da impiegarsi superiormente possono essere supportati al centro o ai bordi**

I sistemi di puntellamento di tipo prefabbricato si possono suddividere in quattro tipologie:

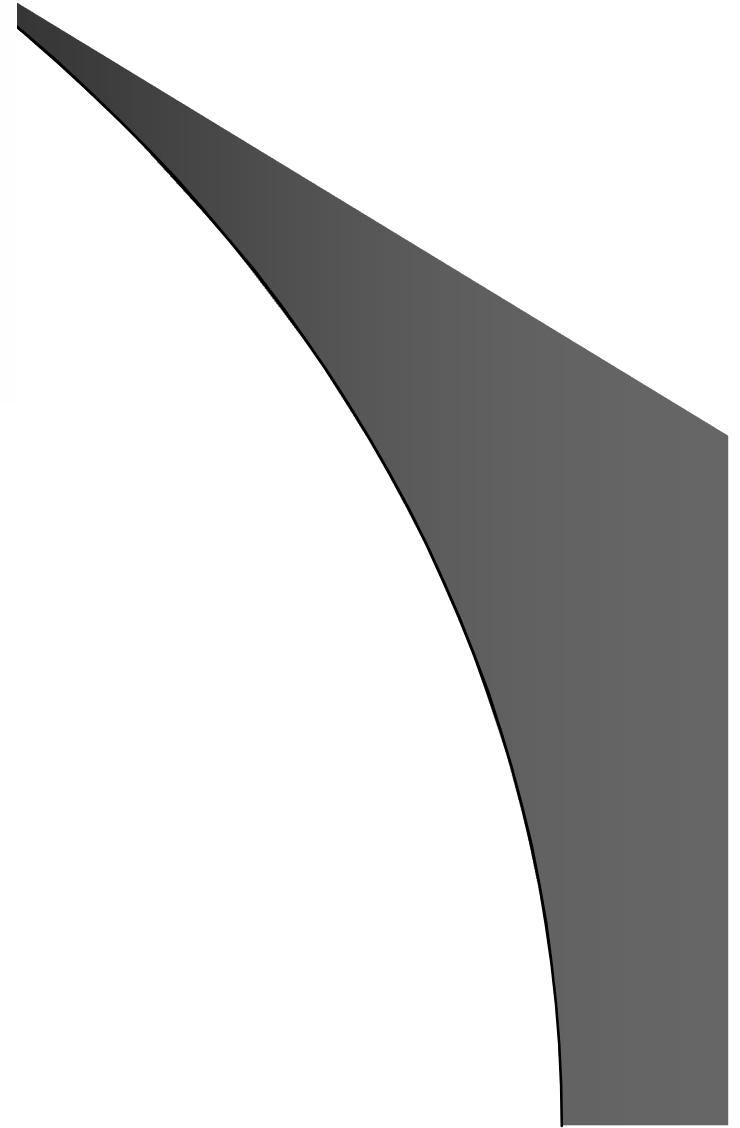
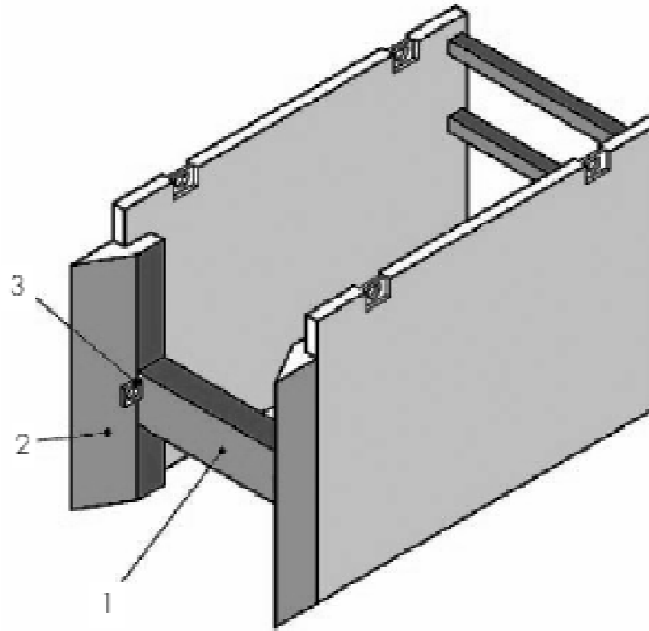
- Sistema supportato al centro (CS) e ai bordi (ES).



- **Sistema su rotaia di scorrimento singola (RS), doppia (RD) e tripla (RT)**



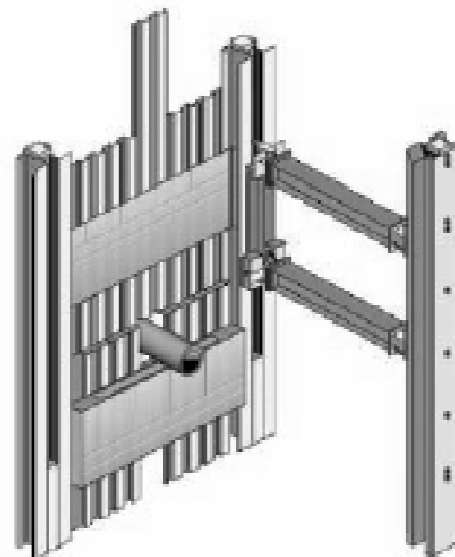
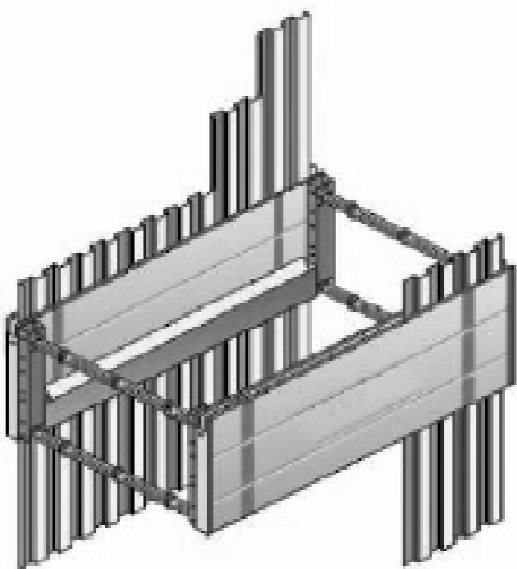
- **Sistema di puntellazione a cassa per trascinamento orizzontale**



- **Sistema a palancole con casseri portapalancole.**

Le palancole sono elementi in acciaio di opportuno profilo e provvisti di incastrì maschio-femmina che collegati tra di loro formano un pannello resistente alle spinte indotte dal terreno.

Alcuni sistemi sono dotati di casseri portapalancole che ha lo scopo di contrastare il terreno e fare da guida alle lamiere.

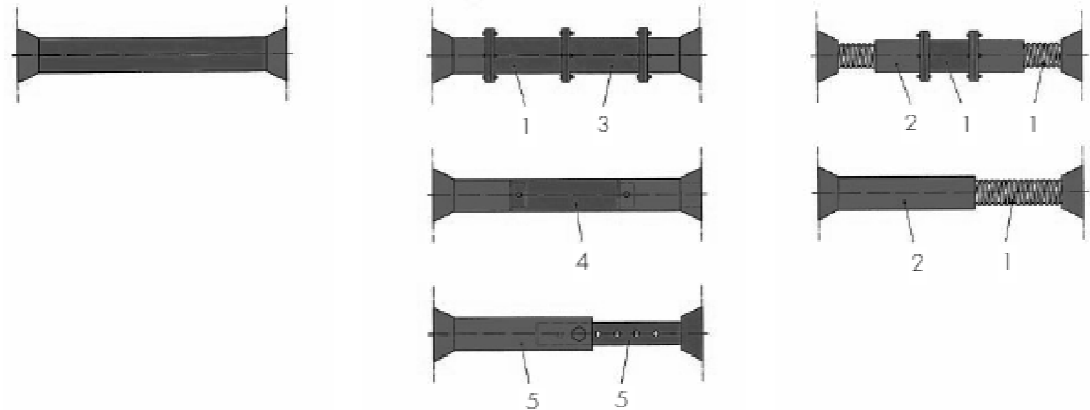


- **Puntelli.**

Il puntello è il componente fondamentale delle opere di sostegno in quanto è il contrasto vero e proprio che impedisce il crollo del fronte di scavo.

I puntelli si dividono in tre famiglie:

- **Fissi**
- **A lunghezza incrementale**
- **Variabili**



I puntelli si possono collegare ai pannelli di armatura con collegamenti:

- **Di tipo fisso**
- **Di tipo articolato (con o senza limitatori di rotazione)**

