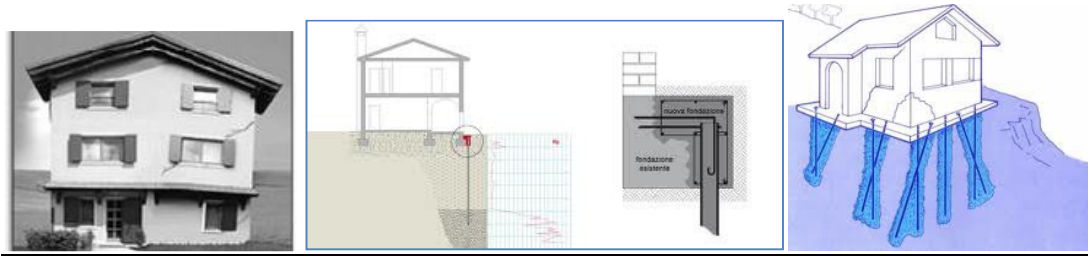


## CONSOLIDAMENTI



Il Consolidamento è la tecnica ingegneristica finalizzata alla stabilizzazione e rinforzo dei terreni e delle fondazioni delle strutture.

Essa non può prescindere dai risultati di un accurata campagna geognostica.

*I nostri collaboratori geologi e ingegneri, sono specializzati:*

- *nell'analisi della morfologia dei movimenti franosi o cedimenti/rigonfiamenti, verificatisi, sia in roccia che in terra, al fine di determinarne le probabili cause e le migliori soluzioni di intervento;*
- *nell'analisi della geometria e delle caratteristiche delle lesioni sulle strutture;*
- *nella progettazione della campagna geognostica, finalizzata alla risoluzione dei problemi di instabilità del sottosuolo;*

Solo a seguito dei risultati dell'indagine del sottosuolo, consegue un'adeguata progettazione ingegneristica di rinforzo e stabilizzazione.

*Attraverso, l'interazione di tante professionalità, si raggiunge l'obiettivo di consolidare il versante e/o la struttura e si ottimizzano i tempi d'intervento ed i costi di realizzazione degli interventi di consolidamento attraverso l'utilizzo di micropali.*

*Il micropalo, è un palo di fondazione con dimensioni tra 90 ed 300 mm di diametro e lunghezze variabili da 2 fino a 50 metri. Il diametro del micropalo è inferiore, riguardo alle fondazioni profonde di medio (da 400 a 800 mm) e grande diametro (oltre 800 mm); esso viene ampiamente utilizzato poiché svolge le medesime funzioni del palo di grande diametro ed ha un comportamento meccanico simile.*

I micropali non sono prefabbricati, ma vengono realizzati "sul cantiere", con attrezzature di dimensioni ridotte (sonde oleodinamiche); a volte vengono realizzati all'interno di edifici.

Nello specifico, la nostra impresa esegue le seguenti lavorazioni:

### ***MICROPALI***

Sono dei cilindri di malta armati realizzati sia in verticale che con varie inclinazioni nello spazio.

La realizzazione di un micropalo è costituita da cinque fasi principali:

fase 1: indagine accurata del sottosuolo con metodi diretti ed indiretti ed analisi geotecniche di laboratorio

fase 2 : posizionamento dell'attrezzatura sul punto di perforazione e verifica dei parametri progettuali richiesti (posizione, verticalità,...);

fase 3: esecuzione del foro nel sottosuolo con tecniche varie (eliche, tricono, trilama, martello fondo foro)

fase 4: installazione dell'armatura tubolare in acciaio nel perforo; in genere l'armatura è asolata o valvolata; in alternativa viene usata una gabbia metallica, un profilo metallico, una barra in vetroresina.

fase 5: iniezione con miscela cementizia (malta o boiaccia), a volte con aggiunta di bentonite

A seconda se si ha bisogno di sola portanza alla punta o anche di una portanza laterale aumentata, la cementazione viene effettuata in una o due fasi (fase a: guaina e fase b: sbulbature)

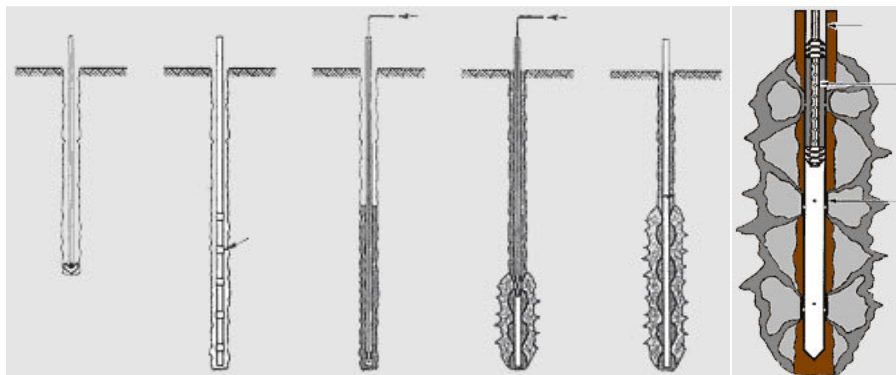
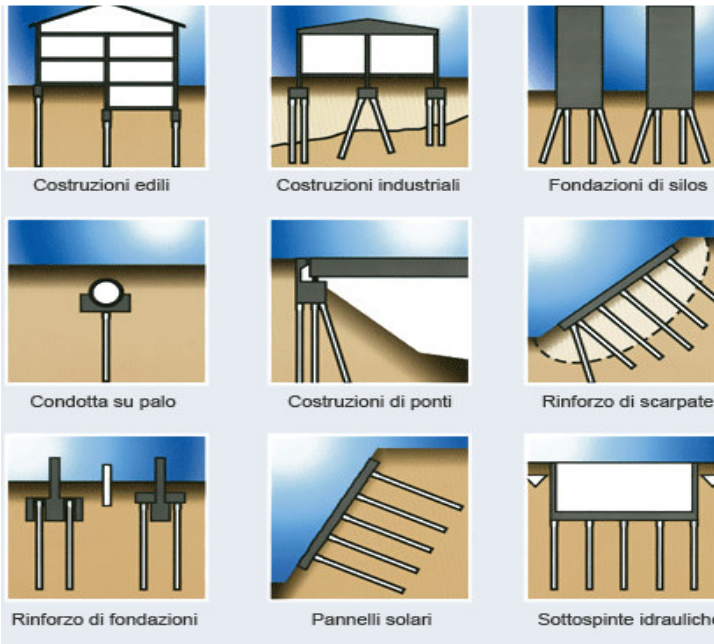
La cementazione viene generalmente effettuata dal basso verso l'alto e con malta cementizia (acqua, cemento, sabbia), oppure con boiaccia (acqua e cemento)



Realizzazione di micropali e tiranti per il sostegno degli scavi a confine con edifici.



Micropali per il getto di piattabande di fondazione



## **Applicazioni**

Il micropalo viene utilizzato in svariate situazioni:

- per il consolidamento di fondazioni di tipo diretto (travi rovesce, platee, plinti, ecc.) con capacità portante insufficiente a sostenere la sovrastruttura;
- per la riparazione e il ripristino di fondazioni danneggiate o da agenti chimico-fisici (infiltrazioni di acqua piovana o di fogna) oppure da filtrazione ed erosione del terreno di fondazione, cedimenti differenziali dovuti a consolidamenti dei terreni coesivi (argille, limi) o granulari (addensamento o dilavamento delle sabbie o delle ghiaie)
- per il consolidamento dei terreni di fondazioni, dalle caratteristiche fisico-meccaniche scadenti, prima dell'esecuzione delle fondazioni dirette;
- per la realizzazione tiranti e di ancoraggi, atti al consolidamento di un fronte roccioso o di una paratia
- per la realizzazione di diaframmi e/o paratie chiamate "berlinesi"; utilizzate soprattutto in ambiente urbano viste le ridotte dimensioni delle attrezzature necessarie alla loro messa in opera;

Le paratie sono costituite, generalmente, da una serie di micropali di opportuno diametro e profondità disposti lungo una maglia sfalsata o "quinconce", (oppure lungo una linea retta);

i micropali vengono generalmente collocati ad interassi variabili (tra 30 e 70 cm) in funzione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di fondazione o delle spinte ed altezze in caso di scavo.

Quando si prevede di scavare a confine con altre strutture in elevazione, i micropali consentono il sostegno dei fronti di scavo, salvaguardando le proprietà altrui da lesioni che non sempre si manifestano istantaneamente ma nel corso degli anni;

La realizzazione di paratie pre-scavo consentono di rispettare le norme sulla sicurezza e di salvaguardare la vita degli operai; ricordiamo, infatti che il decreto 81/2009 non permette la realizzazione di scavi non consolidati oltre 1,5m di profondità.

I MICROPALI, sono soluzioni analoghe, ma alternative, alle palancole metalliche, ai diaframmi in calcestruzzo, ai diaframmi jet-grouting, alle paratie in prefabbricati in c.a. e soprattutto al pericolosissimo, costoso e in alcuni casi illegale, sistema taglia e cuci (violazione decreto 81/2009), ossia muro realizzato per settori e fasi successive.

In ambiente urbano, le berlinesi sono molto utilizzate perché, durante la perforazione dei micropali:

1. non si utilizzano bentoniti, per il sostegno degli scavi (diaframmi in c.a.),
2. non si produce rumore (battipalo per diaframmi prefabbricati in c.a.).
3. non si inducono vibrazioni nel terreno (infissione delle palancole),

## **Portanza**

Il singolo micropalo, utilizzato come "fondazione indiretta" può fornire una portata che generalmente varia tra 10 e 100 tonnellate; la resistenza offerta dal micropalo può derivare dalla resistenza alla punta, dalla resistenza laterale o dalla combinazione tra le due resistenze.

1. portanza di base, dovuta al raggiungendo, con il micropalo di su uno strato di terreno di elevata capacità portante; oppure, si crea appositamente alla base del micropalo una

- superficie di contatto molto ampia comunemente denominata bulbo, attraverso la realizzazione di iniezione ripetuta e selettiva;
2. portanza laterale: sfrutta l'attrito dato dall'interazione tra il terreno ed i bulbi di malta, formati in corrispondenza delle valvole, presenti lungo la sua superficie laterale;
  3. portanza laterale sommata a portanza di base;

in quest'ultimo caso, studi teorico-pratici, mettono in evidenza, l'impossibilità di ottenere contemporaneamente il massimo della resistenza laterale e il massimo della resistenza alla punta: poiché il conseguimento dei due tipi di resistenza avviene a carico dei cedimenti del palo (analogamente allo sviluppo di forze di richiamo elastico alla Hooke), l'ottenimento della resistenza massima "di punta" avviene per più elevati valori di cedimento, mentre la massima portanza laterale, si verifica per relativamente piccoli valori di cedimento.

Gli abachi e grafici fondamentali in fase progettuale e gli algoritmi (procedure) di calcolo, si differenziano a seconda delle tipologie di terreno attraversati con il micropalo; in particolare, gli strati granulari danno solo resistenza di punta (ghiaie e sabbie) gli strati coesivi (limi argille) danno solo resistenza laterale, terreni a stratificazione granulare-coesiva, hanno un comportamento intermedio.

Le formule tecniche di calcolo (così come l'uso di abachi e di grafici) chiamano in causa eterogenei parametri geotecnici fra cui l'angolo di attrito, peso specifico del terreno, l'angolo di attrito interfaccia terra/palo e coesione del terreno, rapporto K fra tensione orizzontale e verticale. Di grandissima importanza la realizzazione in cantiere del micropalo: la perforazione del terreno ha l'effetto di indebolire le caratteristiche fisico-meccaniche dello stesso terreno (ad esempio la densità direttamente connessa all'attrito e alla coesione), ma tali caratteristiche, vengono parzialmente "recuperate" dal getto in pressione del calcestruzzo: in genere viene utilizzato micro calcestruzzo (calcestruzzo con sabbia o ghiaino) con cemento in dosi elevate ( $500 - 800 \text{ kg/m}^3$ ) e le iniezioni avvengono a pressioni medio-elevate da 4 a 30 bar: questi livelli di pressione sono fondamentali per poter creare bulbi di base, e contemporaneamente mobilitare e creare una elevata rugosità laterale e/o la portanza alla punta; il bulbo di fondo, è la zona di immorsamento nel substrato roccioso o strato duro.

Il micropalo può essere sollecitato a trazione (con forze fino a 1000 kN) ed essere realizzato anche inclinato per mobilitare ulteriori forze.

Infine ricordiamo che il Punto debole del micropalo è la resistenza a sforzi di taglio, come ad esempio le forze comunicate orizzontalmente, all'atto di scosse sismiche ondulatorie, dalle strutture in elevazione, che sono in appoggio sulla testa dei micropali.

Fra gli studiosi citiamo Berezantzev e Dorr.

## ***TIRANTI***

Sono elementi strutturali operanti generalmente in trazione, in grado di trasmettere forze al terreno grazie ad un armatura ed ai bulbi di ancoraggio;

Vengono utilizzati per stabilizzare pareti rocciose e per ancorare al terreno paratie o muri di sostegno.

## ***DRENI***

I dreni sono dei tubi particolari microforati che consentono, una volta installati nel sottosuolo, generalmente attraverso perforazioni orizzontali, di allontanare le acque dal sottosuolo.

La maggior parte delle problematiche di instabilità dei terreni sono legate alla presenza di acqua nel sottosuolo.

## ***INIEZIONI***

Attraverso fori appositamente attrezzati e packers è possibile immettere nel sottosuolo vari prodotti, come malte e Boiacche cementizie, resine, ecc. in questo modo possono essere riempite della cavità e possono essere migliorate le proprietà fisico-meccaniche dei litotipi presenti nel sottosuolo.

