

PALI E MICROPALI PALI TRIVELLATI CLASSICI

Scheda N°:
15

1 Pali trivellati semplici

La trivellazione è eseguita senza tubazione di sostegno delle pareti o con tubazione parziale, cioè che non scende la fase di avanzamento fino al fondo della trivellazione. Questo metodo può essere utilizzato solo in terreni coerenti e in assenza d'acqua.

L'impresa è tenuta a provare la buona tenuta delle pareti della trivellazione eseguendo tre trivellazioni preliminari con le stesse caratteristiche (diametro e profondità) dei pali, all'infuori dei pali da realizzare.

Queste tre trivellazioni devono rimanere aperte, senza alcun franamento, e secche per un lasso di tempo (T) superiore a 4 h e, comunque, superiore a 2 volte il periodo più lungo che intercorre tra la fine della trivellazione di un palo e la fine del suo betonaggio.

Il diametro del palo è quello dell'utensile per la trivellazione.

L'utilizzo di una ghiera di testa è obbligatoria.

Il calcestruzzo deve essere dosato con almeno 350 kg/m^3 di cemento e avere un cedimento al cono compreso tra 10 e 16 cm.

La messa in opera del calcestruzzo è realizzata obbligatoriamente per mezzo di una colonna di betonaggio, il cui piede non deve essere situato a più di 1 m sopra il fondo della trivellazione o il calcestruzzo già esistente.

Il diametro massimo degli aggregati è pari alla più piccola delle seguenti dimensioni:

- 1/4 della maglia della gabbia d'armatura;
- 1/2 del rivestimento delle armature;
- 1/4 del diametro interno della colonna di betonaggio.

Armature

Armature di ripresa fissate alla testa del palo

Sono necessarie almeno quattro barre di 2 m di lunghezza e di 12 mm di diametro, disposte su di un quadrato il cui centro è l'asse del palo, individuato con l'asse della ghiera, e il cui lato è pari a 0,5 volte il diametro del palo.

Gabbie d'armatura

Sono obbligatorie lungo tutta l'altezza del palo nella situazione in cui quest'ultimo può essere sollecitato anche da carichi che non producono solo compressioni centrate sull'asse teorico del palo. Sono da dimensionare e giustificare in base alle specifiche norme applicabili.

La loro composizione minima sarà la seguente: cinque sbarre longitudinali di 12 mm di diametro e una sezione totale pari a:

- $> 0,5\%$ della sezione del palo, quando tale sezione è $< 0,50 \text{ m}^2$;
- $> 25 \text{ cm}^2$, quando la sezione del palo è compresa tra $0,50$ e 1 m^2 ;
- $> 0,25\%$ della sezione del palo, quando tale sezione è $> 1 \text{ m}^2$.

La distanza da filo a filo delle barre longitudinali sarà superiore a 10 cm.

La spaziatura delle spire o delle staffe sarà inferiore a 35 cm.

L'assemblaggio è realizzato per sovrapposizione verticale.

Il diametro "fuori tutto" della gabbia deve essere superiore a 1,25 volte il diametro esterno della colonna di betonaggio.

Il rivestimento reale minimo da realizzare sarà di 7 cm.

Interasse di pali vicini

La trivellazione di un palo il cui asse è situato a meno di 3 volte il suo diametro dal filo di un palo vicino non può cominciare prima della presa del calcestruzzo di quest'ultimo.

2 Pali trivellati con tubo forma

La trivellazione è eseguita con la protezione di un tubo forma la cui base è sempre posta al di sotto del fondo della trivellazione, precedendo quindi l'utensile della trivellazione.

Il diametro del palo è il diametro esterno della puntazza del tubo forma.

In terreni polverulenti o scarsamente coerenti, la trivellazione è riempita d'acqua a un livello statico di gran lunga superiore a quello della falda circostante.

La trivellazione deve essere pulita almeno 2 h prima del betonaggio.

Il calcestruzzo, dosato con almeno 350 kg/m³ di cemento, deve avere un rapporto acqua/cemento inferiore a 0,6 e un cedimento al cono superiore a 14 cm.

Il diametro massimo degli aggregati è di 25 mm.

Il calcestruzzo è messo in opera:

- per colonna totale (che deve avere la lunghezza totale del palo e toccare il fondo della trivellazione prima dell'avvio), se ci sono tracce d'acqua nella trivellazione;
- a colonna parziale, se si è accertata l'assenza totale d'acqua sul fondo della trivellazione (esame da effettuare illuminando il fondo della trivellazione dall'alto con ausilio di uno specchio o introducendo un indicatore secco fino al fondo della trivellazione).

Il piede della colonna totale deve trovarsi sempre a più di 2 m sotto il livello del calcestruzzo fresco.

Il piede del tubo deve trovarsi sempre a più di 1 m sotto il livello del calcestruzzo fresco.

Armature

Si applicano le stesse soluzioni del palo trivellato semplice. Tuttavia:

- il diametro esterno della gabbia d'armatura è al massimo pari al diametro interno della tubo forma, diminuito di 6 cm;
- il copriferro minimo da realizzare è di 4 cm.

Interasse di pali vicini

Si farà riferimento alla messa in opera dei pali trivellati semplici, trattata sopra.

3 Pali trivellati con ausilio di fango

Le pareti sono mantenute in posizione dalla presenza di un fango che riempie il foro di trivellazione.

Il fango è una dispersione stabile e deflocculata di un agente colloidale (bentonite, amidi o simili). Non deve esercitare alcuna azione chimica sul calcestruzzo che poi riempirà la trivellazione.

Le sue caratteristiche principali devono essere le seguenti:

- fango nuovo:
 - densità: compresa tra 1,01 e 1,05;
 - viscosità Marsh: > 35 s;
 - grado di sabbia: 0;
 - filtrato: < 30 cm³;
 - strato di fango di filtrazione (filter cake): < 3 mm.
- fango rigenerato:
 - densità: < 1,20;
 - viscosità Marsh: compresa tra 35 e 90 s;
 - grado di sabbia: < 5%;
 - filtrato: < 40 cm³;
 - strato di fango di filtrazione (filter cake): < 5 mm.

La trivellazione deve essere eseguita utilizzando una piattaforma posta ad almeno 1 m al di sopra del livello statico più elevato delle falde che bagnano il terreno delle fondazioni.

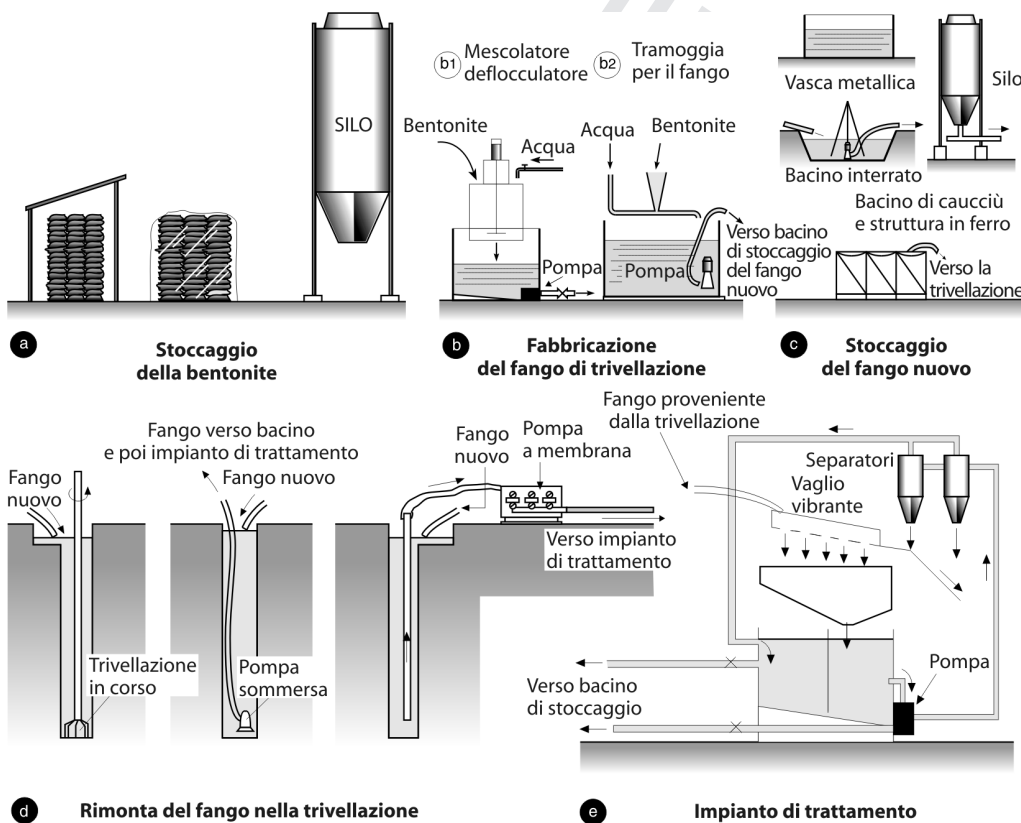


Figura 1
Fabbricazione e messa in opera del fango di trivellazione.

Il fango è preparato in un impianto speciale, che deve comprendere (Fig. 1):

- un sistema di miscelazione degli ingredienti;
- uno stoccaggio del fango nuovo;
- uno stoccaggio del fango di recupero e trattato;
- un sistema di trattamento del fango di recupero (vaghi e dissabbiatori, eventuali sedimentatori ecc.);
- un laboratorio da cantiere (viscosimetro Marsh, bilancia Baroid, strumento per il tenore in sabbia, filtro pressa Baroid).

Si veda anche la scheda 27, *Fango di trivellazione*.

Alla fine della trivellazione, dopo la pulitura e prima del betonaggio, il fango deve avere, nella trivellazione, almeno le caratteristiche del fango rigenerato.

Il diametro del palo è quello dell'utensile della trivellazione.

L'utilizzo di una ghiera di testa è obbligatorio (ghiera metallica o muretti guida).

Il calcestruzzo, dosato con almeno 350 kg/m^3 di cemento, deve avere un cedimento al cono compreso tra 14 e 18 cm e un rapporto acqua/cemento inferiore a 0,6.

Il diametro massimo degli aggregati è la più piccola delle dimensioni seguenti:

- $1/4$ della maglia della gabbia d'armatura;
- $1/2$ del rivestimento delle armature;
- $1/4$ del diametro interno della colonna di betonaggio.

Il calcestruzzo è messo in opera tramite colonna di betonaggio.

La colonna ha lunghezza pari a quella del palo e un diametro interno superiore a 15 cm e pari ad almeno 4 volte il diametro degli aggregati. Il suo diametro esterno è inferiore alla metà del diametro nominale del palo.

Il piede della colonna di betonaggio deve trovarsi sempre a più di 3 m sotto il livello del calcestruzzo fresco.

Armature

Si vedano le caratteristiche delle armature dei pali trivellati semplici.

Interasse di pali vicini

Si veda la messa in opera dei pali trivellati semplici.

4 Pozzi

I pozzi sono fondazioni scavate a mano.

Le pareti dello scavo sono obbligatoriamente armate.

I pozzi di sezione circolare hanno un diametro superiore a 1,20 m.

I pozzi di sezione oblunga, rettangolare o a ferro di cavallo hanno una larghezza minima di 0,80 m e una sezione minima di $1,10 \text{ m}^2$.

La loro esecuzione è rigorosamente vietata al di sotto della falda freatica, in terreni poco coerenti, a meno che la falda non sia abbassata all'esterno del pozzo.

Il dosaggio minimo del calcestruzzo è di 250 kg/m^3 .

Armatura

Pozzo circolare

Le armature dei pozzi circolari sono costituite da tavole dello stesso spessore (27 mm minimo) e lunghe 2 m. Sono disposte una accanto all'altra e fissate ogni metro con centine metalliche piatte (altezza minima: 40 mm; spessore minimo: 10 mm).

La posa sarà realizzata "alla parigina" (posa delle tavole per campate successive) o "per affondamento" (posa delle tavole per rivestimento con infissione battuta nel corso della trivellazione), a seconda che il terreno sia mediamente o poco coerente.

Pozzi rettangolari

L'armatura è eseguita con pannelli di 34 mm di spessore minimo.

I telai, a tondelli o travicelli, di almeno 20 cm di diametro, sono fissati con braghe a gancio o profilati metallici puntellati.

Betonaggio

Si realizza tramite tubo, con canale o tramite una speciale benna automatica, la cui apertura si effettua solo dopo l'immersione nel getto che precede.

Si deve controllare che il calcestruzzo versato non provochi alcun cedimento delle pareti.

Base allargata

Questo sistema è realizzabile solo in terreni sufficientemente coerenti.

Il diametro della base allargata è limitato a 2 volte il diametro del pozzo.

PARETI CHIODATE PROVE E CONTROLLI DI ESECUZIONE

Scheda N°:
37

1 Controllo del comportamento del muro con terreno chiodato

Controllo delle deformazioni

Il controllo degli spostamenti orizzontali e verticali del paramento è obbligatorio. Questo controllo viene generalmente effettuato tramite puntamenti ottici tra una base fissa e una serie di paletti di riferimento inghisati sul paramento. Il controllo può anche essere eseguito, nel caso di uno scavo in trincea, con misurazioni di convergenza effettuate mediante strumenti estensimetrici.

Il controllo delle deformazioni può estendersi all'intero basamento chiodato in alcuni casi particolari, quali per esempio, un sito in pendenza instabile, un basamento destinato a sorreggere strutture sensibili alle deformazioni ecc.

Questo controllo viene eseguito con l'ausilio di inclinometri, che vengono calati in tubi inghisati nel basamento chiodato a una profondità tale per cui la loro base sia fissa (ancoraggio di 4-5 m). È eventualmente possibile posizionare alcuni inclinometri dietro il basamento chiodato.

Frequenza dei controlli

I controlli devono essere effettuati:

- sistematicamente a ogni nuova fase di scavo;
- in seguito al completamento della parete;
- periodicamente fino alla stabilizzazione delle deformazioni.

In caso di deformazioni di notevole entità, la frequenza dei controlli dovrà essere maggiore. Qualora siano stati posizionati alcuni piezometri, la loro lettura dovrà essere effettuata almeno una volta la settimana in fase di esecuzione.

Controllo del comportamento in esercizio del muro con terreno chiodato in servizio

Nel corso della durata di servizio, i muri con terreno chiodato devono essere sottoposti a un controllo periodico, che risulta indispensabile in particolare modo nei seguenti casi:

- muro con terreno chiodato di altezza superiore a 10 m;
- sito in pendenza;
- basamento destinato a sorreggere strutture sensibili alle deformazioni.

2 Prove dei chiodi

In base agli obiettivi perseguiti e alla loro importanza nel processo di realizzazione del basamento con terreno chiodato, è possibile distinguere:

- le prove preliminari, da eseguire molto tempo prima dell'inizio del cantiere, in fase progettuale;

- le prove di conformità, da eseguire all’inizio del cantiere;
- le prove di controllo, da eseguire nel corso del cantiere.

Tutte le prove sono identiche e consistono nel testare la qualità dell’attrito terreno/chiodo mediante l’applicazione di trazioni statiche in testa a un chiodo, fino a provocarne la rottura per mancanza di aderenza, dopo avere scelto per il chiodo una sezione di armatura sufficiente a evitare una frattura prematura.

Importante

Nessuno dei chiodi utilizzati per i tre tipi di prove elencati può essere riutilizzato e integrato nell’opera.

Prove preliminari

Queste prove sono obbligatorie se una parete chiodata viene realizzata al di fuori dei limiti d’impiego del procedimento realizzativo già sperimentato oppure per convalidare una nuova tecnica di chiodatura, o ancora su richiesta del committente. Il numero minimo di prove N è riportato nella tabella 1.

Tabella 1 – Numero minimo di prove			
m ² di paramento	N	m ² di paramento	N
Fino a 800	6	Da 4.000 a 8.000	15
Da 800 a 2.000	9	Da 8.000 a 16.000	18
Da 2.000 a 4.000	12	Da 16.000 a 40.000	25

Prove di conformità

In mancanza di prove preliminari, le prove di conformità sono obbligatorie per tutti i muri con terreno chiodato da realizzare.

Il numero minimo di prove viene definito per ogni singola natura di terreno incontrato, in funzione della superficie di paramento corrispondente. Questo numero è identico a quello indicato nella tabella 1.

I chiodi necessari per queste prove vengono posizionati sul basamento in calcestruzzo.

Per le prove preliminari e le prove di conformità, qualunque sia la natura del terreno, verrà svolto lo stesso numero di prove a spostamento controllato e di prove a sforzo controllato.

Prove di controllo

Queste prove sono obbligatorie in tutti i cantieri.

Il numero minimo di prove N, per ogni strato diverso di terreno incontrato, è fissato a 5 fino a 1.000 m² con un minimo di una prova per fase di scavo. Oltre i 1.000 m² si procederà ad aumentare di 1 il numero di prove per ogni 200 m² aggiuntivi. Il numero totale di prove viene suddiviso in modo uniforme sull’intera opera.

I chiodi necessari per queste prove vengono posizionati tra i chiodi di servizio del muro con terreno chiodato.

Per queste prove di controllo sono previste le seguenti tipologie:

- per terreni con $I_p < 20$: prove a spostamento controllato;
- per terreni con $I_p > 20$: il 50% delle prove a spostamento controllato e il 50% delle prove a sforzo controllato.