

**ALPIGEO**

SOCIETA' COOPERATIVA DI GEOLOGIA APPLICATA  
 Piazza Salandra 33/a – Parma (PR)  
 tel. 3513152999  
 info@alpigeoconsulting.com  
 Iscrizione presso l'Albo Cooperative: A178313  
 C.F. e P.I. 02417840341



## LAVORI DI CONSOLIDAMENTO DELLA SCARPATA DI MONTE SULLA SP 513R AL KM 39+900 IN COMUNE DI VETTO CUP: C87H24000210001



Finanziato  
 dall'Unione europea  
 NextGenerationEU



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*



**PROVINCIA**  
 DI REGGIO EMILIA

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO ALLA RICOSTRUZIONE

NEI TERRITORI DELLE REGIONI EMILIA-ROMAGNA, TOSCANA E MARCHE

**COMMITTENTE**  
**PROVINCIA DI REGGIO EMILIA**  
**SERVIZIO INFRASTRUTTURE, MOBILITA' SOSTENIBILE PATRIMONIO**

### PDE\_REL\_17.2 – CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO PARTE II - TECNICO



Dott. Geol. Nicolò Doglioni



Ing. Marco Armellin

REV	DATA	DESCRIZIONE	INCARICO
	20/02/2025	PDE_REL_17.2	CIG: B4F461CC39 CUP: C87H24000210001

## SOMMARIO

Art.1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	2
Art.2 ACQUA, CALCI E LEGANTI.....	3
Art.3 SABBIA, GHIAIA E PIETRISCO.....	7
Art.4 CALCESTRUZZO E FERRO DI ARMATURA.....	8
Art.5 ACCIAIO E METALLI.....	11
Art. 6 RESINE E GELATINE PER ANCORAGGI.....	12
Art.7 NORME PRELIMINARI PER LA ESECUZIONE DEI LAVORI.....	13
Art.8 MOVIMENTI DI TERRE.....	13
Art.9 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI.....	18
Art.10 OPERE PROVVISORIALI.....	20
Art.11 NOLEGGI.....	20
Art.12 TRASPORTI.....	20
Art.13 CASSERI IN LEGNO PER STRUTTURE IN C.A. A FACCIA VISTA.....	20
Art.14 CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE.....	20
Art.15 CARPENTERIA METALLICA.....	21
Art.16 INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI PUBBLICI.....	23
Art. 17 OPERE E STRUTTURE DI MURATURA.....	23
Art. 18 RIFERIMENTI NORMATIVI PER OPERE DI CONSOLIDAMENTO.....	26
Art. 19 PERFORAZIONI.....	26
Art. 20 MICROPALI.....	27
20.3. Tolleranze geometriche.....	27
20.4. Tracciamento.....	27
Art. 21 ANCORAGGI AUTOPERFORANTI IN BARRA CAVA QUALIFICATA, PRODOTTI IN ACCORDO AL D.M. 17/01/2018.....	30
Art. 22 TIRANTI ED ANCORAGGI.....	31
Art. 23 DISGAGGIO E DEMOLIZIONE.....	33
Art. 24 TAGLIO DI VEGETAZIONE.....	34
Art. 25 LEGATURE E IMBRAGATURE.....	34
Art. 26 CONSOLIDAMENTI ESTENSIVI E PUNTUALI.....	34
Art. 27 CAMPIONI E PROVE.....	38
ART. 28 LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEL CAPITOLATO SPECIALE.....	38

## **Art.1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva sui prodotti da costruzione 89/106/CEE (CPD), recepita in Italia mediante il regolamento di attuazione D.P.R. n. 246/1993 e ss.mm.ii, in particolare il Regolamento CPR 305/2011. Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente. I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali, e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI applicabili, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto. In assenza di nuove e aggiornate norme, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale, si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali. I materiali e prodotti per uso strutturale, in applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018, devono essere: - identificati mediante la descrizione, a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;

- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;

- accettati dal direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste dalle nuove norme tecniche per le costruzioni, che ne misurano le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

**Procedure e prove sperimentali d'accettazione**

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 25 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o di qualificazione, che per ciò che riguarda le prove di accettazione. I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori ufficiali depositato presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale sia prevista la marcatura CE ai sensi del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, ovvero la qualificazione secondo le nuove norme tecniche, la relativa attestazione di conformità deve essere consegnata alla direzione dei lavori. Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata attraverso le procedure all'uopo stabilite dal servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che devono essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate ovvero a quelle previste nelle nuove norme tecniche. Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN o nazionali UNI, ovvero internazionali ISO, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo come diversamente specificato. Il direttore dei lavori per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e in generale nelle opere di ingegneria civile, ai sensi del paragrafo 2.1 delle nuove norme tecniche approvate dal D.M. 17 gennaio 2018, deve, se necessario, ricorrere a procedure e prove sperimentali d'accettazione, definite su insiemi statistici significativi.

**Procedure di controllo di produzione in fabbrica**

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dalle nuove norme tecniche approvate dal D.M. 17 gennaio 2018, devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per controllo di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione, effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto o ente di controllo. I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva sui prodotti da costruzione 89/106/CEE (CPD), recepita in Italia mediante il regolamento di attuazione D.P.R. n. 246/1993. Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente. I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali, e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI applicabili, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto. In assenza di nuove e aggiornate norme, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale, si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali. Quando la Direzione dei

Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa. La direzione lavori ha facoltà di prescrivere le qualità dei materiali che si debbono impiegare in ogni singolo lavoro, quando si tratti di materiali non contemplati in queste specifiche. I campioni rifiutati dovranno immediatamente ed a spesa esclusiva dell'impresa asportarsi dal cantiere e l'impresa sarà tenuta a surrogarli senza che ciò possa darle pretesto alcuno a prolungo del tempo fissato per l'ultimazione dei lavori. Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi. Inoltre l'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, secondo quanto prescritto nel Capitolato Speciale Norme Generali, allegato al Contratto di Appalto. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in luoghi indicati dalla Direzione Lavori previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione. I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche. I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti qui di seguito fissati.

L'Appaltatore dovrà altresì scrupolosamente attenersi alla legislazione vigente in merito alla sicurezza ed in particolare:

- D.LGS. 81/2008
- D.M. 20.11.1968 Riconoscimento della efficacia ai fini della sicurezza dell'isolamento speciale completo di cui devono essere dotati gli utensili e gli apparecchi elettrici mobili senza collegamento a terra;
- D.M. 05.03.1973 Riconoscimento di efficacia dei dispositivi a frizione per l'arresto dei fine corsa adottati nei paranchi elettrici;
- Legge 18.10.1977 n.791 Attuazione della direttiva CEE 72/23 relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;
- D.P.R. 31.07.1980 n.619 Istituzione dell'ISPEL (art.23 legge n.833/1978);
- D.M. Riconoscimento di efficacia ai sensi dell'art. 395 del D.P.R. 24.04.1955 n.547 di sistemi di sicurezza relativi ad elevatori trasferibili non installati stabilmente nei luoghi di lavoro;
- D.M. 04.03.1982 Riconoscimento di efficacia di nuovi mezzi o sistemi di sicurezza per i ponteggi sospesi o motorizzati;
- D.P.R. 08.06.1982 n.524 Segnaletica di sicurezza (rettificato con avviso pubblicato sulla G.U. n.206 del 28.07.1983);
- D.P.R. 21.07.1982 n.673 Attestazione e contrassegno di funi metalliche , catene e ganci;
- Legge 12.08.1982 n.597 Conversione in legge con modifiche del D.L. 30.06.1982 n.390 recante disciplina delle funzioni prevenzionali ed omologative delle USL e dell'ISPEL;
- Legge 02.05.1983 n.179 Interpretazione autentica dell'art.7 del D.P.R. 27.04.1955 n.547 concernente norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- D.M. 01.03.1984 Ordinamento dei servizi dell'ISPEL;
- D.I. 04.02.1984 Modifiche all'autorizzazione alle USL ad esercitare alcune attività omologative di primo e nuovo impianto, in nome e per conto dell'ISPEL;
- D.M. 10.08.1984 Integrazione al D.M. 12.09.1958 concernente l'approvazione del modello del registro infortuni;
- D.M. 28.05.1985 Riconoscimento di efficacia di un sistema individuale anticaduta per gli addetti al montaggio e allo smontaggio dei ponteggi metallici;
- Legge 05.03.1990 n.46 Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.M. 19.03.1990 Norme per il rifornimento di carburanti a mezzo di contenitori - distributori mobili per macchine in uso presso aziende agricole, cave e cantieri;
- D.M. 23.03.1990 n.115 Riconoscimento di efficacia per ponteggi metallici fissi aventi interasse tra i montanti superiore a 1.8 m;
- Legge 05.11.1990 n.320 Norme concernenti le mole abrasive

## **Art.2 ACQUA, CALCI E LEGANTI**

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, priva di materie terrose, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva. Per la definizione dei requisiti cui l'acqua deve conformarsi può essere fatto utile riferimento a quanto contenuto nella norma UNI EN 1008:2003, come prescritto al § 11.2.9.5 delle NTC 2018. Riferirsi anche alle UNI EN 459-1/2/3:2002 per le specifiche delle calce per costruzioni. Le calce aeree dovranno rispondere ai requisiti di accettazione vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori. Le calce aeree si dividono in:

- calce grassa in zolle, di colore pressoché bianco, è il prodotto della cottura di calcari di adatta composizione morfologica e chimica;
- calce magra in zolle è il prodotto della cottura di calcari a morfologia e composizione chimica tali da non dare calci che raggiungano i requisiti richiesti per le calci di cui alla lettera a).
- calce idrata in polvere è il prodotto dello spegnimento completo delle calci predette, fatto dallo stabilimento produttore in modo da ottenerla in polvere fina e secca.
- La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere recente, perfetta e di cottura uniforme, non bruciata né vitrea né lenta ad idratarsi. Infine sarà di qualità tale che, mescolata con la sola quantità di acqua dolce necessaria alla estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, silicose od altri-menti inerti.
- La calce viva in zolle al momento dell'estinzione dovrà essere perfettamente anidra; non sarà usata quella ridotta in polvere o sfiorita: si dovrà quindi preparare la calce viva nella quantità necessaria e conser-varla in luoghi asciutti ed al riparo dall'umidità.
- Dopo l'estinzione la calce dovrà conservarsi in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di mura-tura, mantenendola coperta con uno strato di sabbia. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno sei mesi prima dell'impiego; quella destinata alle murature da almeno 15 giorni. L'estinzione delle calci aeree in zolle sarà eseguita a bagnolo o con altro sistema idoneo, ma mai a getto.

Le calci idrauliche si dividono in:

- calce idraulica in zolle: prodotto della cottura di calcari argillosi di natura tale che il prodotto cotto risulti di facile spegnimento;
- calce idraulica e calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere: prodotti ottenuti con la cottura di marne naturali oppure di mescolanze intime ed omogenee di calcare e di materie argillose, e successivi spegnimento, macinazione e stagionatura;
- calce idraulica artificiale pozzolanica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di pozzolana e calce aerea idratata;
- calce idraulica siderurgica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di loppa basica di alto forno granulata e di calce aerea idratata.

L'uso della calce idrata dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione dei Lavori.

È ammesso un contenuto di MgO superiore ai limiti di norma purché rispondano alla prova di espansione in autoclave. Tutte le calci idrauliche in polvere devono:

- lasciare sul setaccio da 900 maglie/cm<sup>2</sup> un residuo percentuale in peso inferiore al 2% e sul setaccio da 4900 maglie/cm<sup>2</sup> un residuo inferiore al 20%;
- iniziare la presa fra le 2 e le 6 ore dal principio dell'impasto e averla già compiuta dalle 8 alle 48 ore del medesimo;
- essere di composizione omogenea, costante, e di buona stagionatura.

Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa devono essere i seguenti:

- inizio presa: non prima di un'ora
- termine presa: non dopo 48 ore

I cementi, da impiegare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere, per composizione, finezza di macinazione, qualità, presa, resistenza ed altro, alle norme di accettazione di cui alla normativa vigente. Come prescritto al § 11.2.9.1 delle NTC 2018, per le opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici dotati di certificato di conformità - rilasciato da un organismo europeo notificato – ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge 26/5/1965 n. 595, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta. Per la realizzazione di dighe ed altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14216, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un Organismo di Certificazione europeo Notificato. Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive. La norma UNI EN 197-1 definisce e specifica 27 distinti prodotti di cemento comune e i loro costituenti. La definizione di ogni cemento comprende le proporzioni di combinazione dei costituenti per ottenere questi distinti prodotti, in una gamma di sei classi di resistenza. La definizione comprende anche i requisiti che i costituenti devono rispettare e i requisiti meccanici, fisici e chimici, inclusi, quando necessario, i requisiti relativi al calore d'idratazione dei 27 prodotti, e le classi di resistenza. La EN 197-1 definisce, inoltre, i criteri di conformità e le rispettive regole. Sono indicati, infine, i requisiti di durabilità necessari. Il cemento conforme alla EN 197-1, definito cemento CEM, op-

portunamente dosato e miscelato con aggregato e acqua, deve essere in grado di produrre una malta o un calcestruzzo capace di conservare la lavorabilità per un periodo di tempo sufficiente e di raggiungere, dopo determinati periodi, livelli di resistenza meccanica prestabiliti nonché di possedere una stabilità di volume a lungo termine. L'indurimento idraulico del cemento CEM è dovuto principalmente all'idratazione dei silicati di calcio, ma anche di altri composti chimici, per esempio gli alluminati, possono partecipare al processo di indurimento. La somma dei contenuti di ossido di calcio (CaO) reattivo e ossido di silicio (SiO<sub>2</sub>) reattivo nel cemento CEM deve essere almeno il 50% in massa quando i contenuti percentuali sono determinati in accordo alla EN 196-2. I cementi CEM sono costituiti da materiali differenti e di composizione statisticamente omogenea derivanti dalla qualità assicurata durante processi di produzione e manipolazione dei materiali. I requisiti per i costituenti sono riportati nella norma UNI EN 197-1. I 27 prodotti della famiglia dei cementi comuni conformi alla EN 197-1, e la loro denominazione, sono indicati nel prospetto 1 della norma. Essi sono raggruppati in cinque tipi principali di cemento come segue:

- CEM I cemento Portland
- CEM II cemento Portland composito
- CEM III cemento d'altoforno
- CEM IV cemento pozzolanico
- CEM V cemento composito

La composizione di ciascuno dei 27 prodotti della famiglia dei cementi comuni deve essere conforme a quanto riportato nel prospetto. La resistenza normalizzata di un cemento è la resistenza a compressione a 28 giorni, determinata in accordo alla EN 196-1, che deve essere conforme ai requisiti riportati nella tabella seguente. Sono contemplate tre classi di resistenza normalizzata: classe 32,5, classe 42,5 e classe 52,5. La resistenza iniziale di un cemento è la resistenza meccanica a compressione determinata a 2 o a 7 giorni in accordo alla EN 196-1; tale resistenza deve essere conforme ai requisiti riportati in tabella.

Per ogni classe di resistenza normalizzata si definiscono due classi di resistenza iniziale, una con resistenza iniziale ordinaria, contrassegnata dalla lettera N, e l'altra con resistenza iniziale elevata, contrassegnata dalla lettera R. Il tempo di inizio presa e l'espansione, determinati in accordo alla EN 196-3, devono soddisfare i requisiti riportati in tabella.

Il calore d'idratazione dei cementi comuni a basso calore non deve superare il valore caratteristico di 270 J/g, determinato in accordo alla EN 196-8 a 7 giorni oppure in accordo alla EN 196-9 a 41 h. I cementi comuni a basso calore sono indicati con LH.

Classe di resistenza	Resistenza alla compressione [MPa]			Tempo di inizio presa [mm]	Stabilità (espansione) [mm]
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata		
	2 giorni	7 giorni	28 giorni		
32,5 N	-	≥16	≥32,5	≤52,5	≤10
32,5 R	≥10				
42,5 N	≥10		≥42,5	≤62,5	
42,5 R	≥20				
52,5 N	≥20		≥52,5	≥45	
52,5 R	≥30				

Le proprietà dei cementi del tipo e della classe di resistenza riportati rispettivamente nelle colonne 3 e 4 della tabella seguente devono essere conformi ai requisiti riportati nella colonna 5 di detta tabella quando sottoposti a prova secondo le norme cui si fa riferimento nella colonna 2.

1	2	3	4	5
Proprietà	Metodo di riferimento	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0 %
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0 %
Tenore in solfato (come SO <sub>3</sub> )	EN 196-2	CEM I CEM II CEM IV CEM V	32,5 N 32,5 R 42,5 N	≤ 3,5 %
			32,5 N 32,5 R 42,5 N	≤ 4,0 %
		CEM III	Tutte le classi	
Tenore in cloruro	EN 196-21	Tutti I tipi	Tutte le classi	≤ 0,10 %
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positive prova

In molte applicazioni, in particolare in condizioni ambientali severe, la scelta del cemento ha una influenza sulla durabilità del calcestruzzo, della malta, e della malta per iniezione per esempio in termini di resistenza al gelo, resistenza chimica e protezione dell'armatura. La scelta del cemento, nell'ambito della EN 197-1, con particolare riguardo al tipo e alla classe di resistenza per diverse applicazioni e classi di esposizione, deve rispettare le norme e/o i regolamenti adeguati relativi al calcestruzzo e alla malta, validi nel luogo di utilizzo. La conformità dei 27 prodotti alla EN 197-1 deve essere verificata in maniera continua in base al controllo di campioni puntuali. Il costruttore ha l'obbligo della buona conservazione del cemento che non debba impiegarsi immediatamente nei lavori, curando tra l'altro che i locali, nei quali esso viene depositato, siano asciutti e ben ventilati. L'impiego di cemento giacente da lungo tempo in cantiere deve essere autorizzato dal Direttore dei Lavori sotto la sua responsabilità.

I cementi, gli agglomeranti cementizi e le calce idrauliche in polvere debbono essere forniti o:

- in sacchi sigillati;
- in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione;
- alla rinfusa

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati essi dovranno essere del peso di 50 chilogrammi chiusi con legame munito di sigillo. Il sigillo deve portare impresso in modo indelebile il nome della ditta fabbricante e del relativo stabilimento nonché la specie del legante.

Deve essere inoltre fissato al sacco, a mezzo del sigillo, un cartellino resistente sul quale saranno indicati con caratteri a stampa chiari e indelebili:

- la qualità del legante;
- lo stabilimento produttore;
- la quantità d'acqua per la malta normale;
- le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini.

Se i leganti sono forniti in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra debbono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi.

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce.

Le calce idrauliche naturali, in zolle, quando non possono essere caricate per la spedizione subito dopo l'estrazione dai forni, debbono essere conservate in locali chiusi o in sili al riparo degli agenti atmosferici. Il trasporto in cantiere deve eseguirsi al riparo dalla pioggia o dall'umidità.

Le pozzolane saranno ricavate da strati depurati da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti: qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dalla normativa vigente.

Agli effetti delle suddette prescrizioni si intendono per pozzolane tutti quei materiali di origine vulcanica che impastati intimamente con calce danno malte capaci di far presa e di indurire anche sott'acqua e che presentano un residuo non superiore al 40% ad un attacco acido basico. Si considerano materiali a comportamento pozzolanico tutti quelli che, pur non essendo di origine vulcanica, rispondono alle condizioni della precedente definizione.

Gli additivi sono sostanze di diversa composizione chimica, in forma di polveri o di soluzioni acquose, classificati secondo la natura delle modificazioni che apportano agli impasti cementizi. La norma UNI EN 934-1/08 classifica gli additivi aventi, come azione principale, quella di:

- fluidificante e superfluidificante di normale utilizzo che sfruttano le proprietà disperdenti e bagnanti di polimeri di origine naturale e sintetica. La loro azione si esplica attraverso meccanismi di tipo elettrostatico e favorisce l'allontanamento delle singole particelle di cemento in fase di incipiente idratazione le une dalle altre, consentendo così una migliore bagnabilità del sistema, a parità di contenuto d'acqua;
- aerante, il cui effetto viene ottenuto mediante l'impiego di particolari tensioattivi di varia natura, come sali di resine di origine naturale, sali idrocarburi solfonati, sali di acidi grassi, sostanze proteiche, ecc. Il processo di funzionamento si basa sull'introduzione di piccole bolle d'aria nell'impasto di calcestruzzo, le quali diventano un tutt'uno con la matrice (gel) che lega tra loro gli aggregati nel conglomerato indurito. La presenza di bolle d'aria favorisce la resistenza del calcestruzzo ai cicli gelodisgelo;
- ritardante, che agiscono direttamente sul processo di idratazione della pasta cementizia rallentandone l'inizio della presa e dilatando l'intervento di inizio e fine-presenza. Sono principalmente costituiti da

- polimeri derivati dalla lignina opportunamente solfonati, o da sostanze a tenore zuccherino provenienti da residui di lavorazioni agro-alimentari;
- accelerante, costituito principalmente da sali inorganici di varia provenienza (cloruri, fosfati, carbonati, etc.) che ha la proprietà di influenzare i tempi di indurimento della pasta cementizia, favorendo il processo di aggregazione della matrice cementizia mediante un meccanismo di scambio ionico tra tali sostanze ed i silicati idrati in corso di formazione;
- antigelo, che consente di abbassare il punto di congelamento di una soluzione acquosa (nella fattispecie quella dell'acqua d'impasto) e il procedere della reazione di idratazione, pur rallentata nella sua cinetica, anche in condizioni di temperatura inferiori a 0°.

Per ottenere il massimo beneficio, ogni aggiunta deve essere prevista ed eseguita con la massima attenzione, seguendo alla lettera le modalità d'uso dei fabbricanti.

### Art.3 SABBIA, GHIAIA E PIETRISCO

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

Gli inerti, quando non espressamente stabilito, possono provenire da cava in acqua o da fiume, a seconda della località dove si eseguono i lavori ed in rapporto alle preferenze di approvvigionamento: in ogni caso dovranno essere privi di sostanze organiche, impurità ed elementi eterogenei.

Gli aggregati devono essere disposti lungo una corretta curva granulometrica, per assicurare il massimo riempimento dei vuoti interstiziali.

Tra le caratteristiche chimico-fisiche degli aggregati occorre considerare anche il contenuto percentuale di acqua, per una corretta definizione del rapporto a/c, ed i valori di peso specifico assoluto per il calcolo della miscela d'impasto. La granulometria inoltre dovrà essere studiata scegliendo il diametro massimo in funzione della sezione minima del getto, della distanza minima tra i ferri d'armatura e dello spessore del copriferro. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

Gli inerti normali sono, solitamente, forniti sciolti; quelli speciali possono essere forniti sciolti, in sacchi o in autocisterne. Entrambi vengono misurati a metro cubo di materiale assestato su automezzi per forniture di un certo rilievo, oppure a secchie, di capacità convenzionale pari ad 1/100 di metro cubo nel caso di minimi quantitativi.

La sabbia naturale o artificiale dovrà risultare bene assortita in grossezza, sarà pulitissima, non avrà tracce di sali, di sostanze terrose, limacciose, fibre organiche, sostanze friabili in genere e sarà costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa.

Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; deve essere lavata ad una o più riprese con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive e sostanze eterogenee.

La ghiaia deve essere ad elementi puliti di materiale calcareo o siliceo, bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili, terrose, organiche o comunque dannose.

La ghiaia deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario per eliminare le materie nocive. Qualora invece della ghiaia si adoperi pietrisco questo deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, durissima, silicea o calcarea pura e di alta resistenza alle sollecitazioni meccaniche, esente da materie terrose, sabbiose e, comunque, eterogenee, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni indicate per la ghiaia.

Il pietrisco dev'essere lavato con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive. Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1. Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR n.246/93 è indicato nella seguente tabella.

Specifiche Tecniche Europee armonizzate di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1	Calcestruzzo strutturale	2+

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella seguente, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualifi-

cata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

<b>Origine del materiale da riciclo</b>	<b>Classe del calcestruzzo</b>	<b>percentuale di impiego</b>
demolizioni di edifici (macerie)	=C 8/10	fino al 100 %
demolizioni di solo cls e c.a.	≤C30/37	calcestruzzo ≤ 30 %
	≤C20/25	fino al 60 %
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe		
da calcestruzzi >C45/55	≤C45/55 Stessa classe del cls di origine	fino al 15% fino al 5%

Per quanto concerne i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella sopra esposta si faccia riferimento a quanto prescritto nelle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005.

Per quanto riguarda gli eventuali controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella tabella seguente. I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

#### **Art.4 CALCESTRUZZO E FERRO DI ARMATURA**

##### *Approvvigionamento ed accettazione dei materiali*

A richiesta del Direttore dei Lavori, l'Appaltatore dovrà documentare la provenienza dei materiali e sottoporli, a sue spese, alle consuete prove di laboratorio per l'accertamento delle loro caratteristiche tecniche. Tutti i materiali potranno essere messi in opera solo dopo accettazione del Direttore dei Lavori. Il Direttore dei Lavori, esaminati i materiali approvvigionati, può rifiutare, prima del loro impiego, quelli che non risultino rispondenti alle prescrizioni contrattuali. I materiali contestati dovranno essere prontamente allontanati dal cantiere. Qualora successivamente si accerti che materiali accettati e posti in opera siano non rispondenti ai requisiti richiesti e/o di cattiva qualità, il Direttore dei Lavori potrà ordinarne la demolizione ed il rifacimento a spese e rischio dell'Appaltatore.

Qualora, senza opposizione del Committente, l'Appaltatore, di sua iniziativa, impiegasse materiali migliori o con lavorazione più accurata, non avrà diritto ad aumento dei prezzi rispetto a quelli stabiliti per la categoria di lavoro prescritta. Se invece sia ammessa dal Committente qualche carenza, purché accettabile senza pregiudizio, si applicherà una adeguata riduzione del prezzo.

##### *Cementi*

I requisiti meccanici dovranno rispettare la legge n. 595 del 26 maggio 1965 ed alle norme armonizzate della serie UNI EN 197 ed in particolare:

Resistenza a compressione:

- cementi normali - 7 gg. Kg/cmq 175 - 28 gg. Kg/cmq 325;
- cementi ad alta resistenza - 3 gg. Kg/cmq 175 - 7 gg. Kg/cmq 325 - 28 gg. Kg/cmq 425;
- cementi A.R./rapida presa - 3 gg. Kg/cmq 175 - 7 gg. Kg/cmq 325 - 28 gg. Kg/cmq 525.

Per le resistenze a flessione e le modalità di prova, per i requisiti chimici ed altre caratteristiche vedasi la legge n. 595 del 26 maggio 1965.

##### *Ghiaia e pietrisco costituenti gli aggregati*

Dovranno essere costituiti da elementi lapidei puliti non alterabili dal freddo e dall'acqua.

Dovranno essere esenti da polveri, gessi, cloruri, terra, limi, ecc. e dovranno avere forme tondeggianti o a spigoli vivi, comunque non affusolate o piatte.

Gli aggregati impiegabili per il confezionamento dei calcestruzzi possono essere di origine naturale, artificiale o di recupero come da normativa UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1.

La massima dimensione degli aggregati sarà funzione dell'impiego previsto per il calcestruzzo, del diametro delle armature e della loro spaziatura.

Orientativamente si possono ritenere validi i seguenti valori:

- fondazioni e muri di grosso spessore: 30 mm
- travi, pilastri e solette: 20 mm
- solette di spessore < di 10 cm, nervature di solai e membrature sottili: 12/13 mm

#### *Sabbie (per calcestruzzo)*

Dovranno essere costituite da elementi silicei procurati da cave o fiumi, dovranno essere di forma angolosa, dimensioni assortite ed esenti da materiali estranei o aggressivi come per le ghiaie; in particolare dovranno essere esenti da limi, polveri, elementi vegetali od organici.

Le sabbie prodotte in mulino potranno essere usate previa accettazione della granulometria da parte del Direttore Lavori.

In ogni caso l'Appaltatore dovrà provvedere a suo onere alla formulazione delle granulometrie delle sabbie usate ogni qualvolta la Direzione Lavori ne faccia richiesta; le granulometrie dovranno essere determinate con tele e stacci UNI 2331-2/80 ed UNI 2332-1/79.

Per tutto quanto non specificato valgono le norme del D.M. 14/1/66 e successive.

#### *Dosatura dei getti*

Il cemento e gli aggregati sono di massima misurati a peso, mentre l'acqua è normalmente misurata a volume.

L'Appaltatore dovrà adottare, in accordo con la vigente normativa, un dosaggio di componenti (ghiaia, sabbia, acqua, cemento) tale da garantire le resistenze indicate sui disegni di progetto. Dovrà inoltre garantire che il calcestruzzo possa facilmente essere lavorato e posto in opera, in modo da passare attraverso le armature, circondarle completamente e raggiungere tutti gli angoli delle casseforme.

Qualora non espressamente altrove indicato, le dosature si intendono indicativamente così espresse:

- calcestruzzo magro: cemento: 150 kg sabbia: 0,4 m3 ghiaia: 0,8 m3
- calcestruzzo normale: cemento: 300 kg sabbia: 0,4 m3 ghiaia: 0,8 m3
- calcestruzzo grasso: cemento: 350 kg sabbia: 0,4 m3 ghiaia: 0,8 m3

Dovranno comunque sempre essere raggiunte le caratteristiche e la classe di resistenza previste a progetto. Il rapporto acqua/cemento dovrà essere indicato e conforme alle prescrizioni di durabilità dettate dalla normativa.

Qualora venga utilizzato un additivo superfluidificante il rapporto acqua/cemento potrà essere usato a compensazione della quantità d'acqua; il dosaggio dovrà essere definito in accordo con le prescrizioni del produttore, con le specifiche condizioni di lavoro e con il grado di lavorabilità richiesto.

Come già indicato l'uso di additivi dovrà essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori.

#### *Confezione dei calcestruzzi*

Dovrà essere eseguita in ottemperanza al D.M. 17 gennaio 2018 (NTC 2018) e la relativa Circolare 21 gennaio 2019 "Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018".

E' ammesso l'uso di calcestruzzo preconfezionato, con esplicita approvazione della Direzione Lavori.

Tutte le cautele e le prescrizioni esposte precedentemente dovranno essere applicate anche dal produttore del calcestruzzo preconfezionato. La Direzione dei Lavori si riserva comunque il diritto, dopo accordi e con il supporto dell'Appaltatore, di accedere agli impianti di preconfezionamento, eseguendo tutti i controlli e gli accertamenti che saranno ritenuti opportuni.

La Direzione dei Lavori richiederà comunque documenti comprovanti il dosaggio e la natura dei componenti del calcestruzzo fornito.

L'appaltatore è, comunque, responsabile unico delle dosature dei calcestruzzi e della loro rispondenza per l'ottenimento delle resistenze richieste nei disegni e documenti contrattuali.

Gli impianti a mano sono ammessi per piccoli getti non importanti staticamente e previa autorizzazione del Direttore dei Lavori.

#### *Getto del calcestruzzo*

Il getto verrà eseguito secondo le normative contenute nella Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive del febbraio 2008 a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il getto dovrà essere eseguito con cura, opportunamente costipato ed eventualmente vibrato secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Le interruzioni di getto dovranno essere evitate e comunque autorizzate dal Direttore dei Lavori. Le riprese dovranno essere eseguite in modo da trovarsi in zone di momento flettente nullo nelle strutture inflesse ed in modo da essere perpendicolari allo sforzo di compressione nelle strutture verticali.

Quando la ripresa avviene contro un getto ancora plastico, si dovrà procedere a previa boiaccatura del getto esistente. Se il getto esistente è in fase di presa, occorre scalpellarlo e mettere a vivo la ghiaia quindi bagnare, applicare uno strato di malta di cemento di 1 - 2 cm. e procedere al nuovo getto.

Qualora richiesto dalla Direzione dei Lavori, l'appaltatore dovrà provvedere all'uso di additivi per la ripresa senza onere per il Committente.

Le strutture in fase di maturazione dovranno essere protette dal gelo, dal caldo eccessivo e dalle piogge violente; così pure sulle strutture suddette dovrà essere vietato il transito di persone, mezzi o comunque qualsiasi forma di sollecitazione.

La maturazione con riscaldamento locale diffuso e' ammessa solo previo accordo scritto con la Direzione dei Lavori.

### Classi di esposizione

Per quanto attiene alle classi di esposizione dovrà essere fatto riferimento alla norma tecnica UNI 11104:2004 di cui si riporta la tabella dei Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo.

prospetto 4 Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
		Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti													
X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,45	
Minima classe di resistenza <sup>1)</sup>	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30	28/35	28,35	32/40	35/45			
Minimo contenuto in cemento (kg/m <sup>3</sup> )	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360			
Contenuto minimo in aria (%)													3,0 <sup>3)</sup>					
Altri requisiti													Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati <sup>2)</sup>	

<sup>1)</sup> Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a soffondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.  
<sup>a)</sup> Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione.  
<sup>b)</sup> Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

### Prescrizioni esecutive

I getti delle solette a sbalzo dovranno essere sempre eseguiti contemporaneamente al getto del solaio.

Nei getti dovranno essere inserite tutte le cassetture, cassette, tubi, ecc. atti a creare i fori, le cavità, i passaggi indicati nei disegni delle strutture e degli impianti tecnologici, come pure dovranno essere messi in opera ferramenta varia (inserti metallici, tirafondi, ecc.) per i collegamenti di pareti e di altri elementi strutturali e/o di finitura.

Sono vietati, salvo approvazione della Direzione dei Lavori, i getti contro terra.

Indipendentemente dalle dosature, i getti di calcestruzzo eseguiti dovranno risultare compatti, privi di alveolature, senza affioramento di ferri; i ferri, nonché tutti gli accessori di ripresa (giunti di neoprene, lamierini, ecc.) e tutti gli inserti dovranno risultare correttamente posizionati; tutte le dimensioni dei disegni dovranno essere rispettate ed a tal fine il costruttore dovrà provvedere a tenere anticipatamente in considerazione eventuali assestamenti o movimenti di casseri ed armature.

Tutti gli oneri relativi saranno compresi nel costo del calcestruzzo, a meno che esplicito diverso richiamo venga fatto nell'elenco voci del progetto.

I getti delle strutture destinate a ricevere una finitura di sola verniciatura dovranno essere realizzati con casseri metallici atti a garantire una superficie del getto la più liscia possibile. Eventuali irregolarità dovranno essere rettifiche senza oneri aggiuntivi.

### Provini

Durante la confezione dei calcestruzzi l'appaltatore dovrà prevedere il prelievo e la conservazione dei provini di calcestruzzo in numero sufficiente secondo le norme e secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Per ciò che concerne la normativa di prova di esecuzione, collaudo, conservazione, nonché le pratiche per la denuncia dei cementi armati, valgono tutte le leggi vigenti e quelle che venissero promulgate in corso d'opera.

Dovranno inoltre essere eseguiti provini sulle barre di armatura, secondo le prescrizioni contenute nelle Nuove Norme Tecniche di cui al D.M. 17/01/2018. Gli oneri relativi al prelievo, maturazione e certificazione dei provini sono a carico dell'impresa esecutrice dei lavori.

### Vibrazione

Le norme ed i tipi di vibrazione dovranno essere approvati dal Direttore dei Lavori sempre restando l'Appaltatore responsabile della vibrazione e di tutte le operazioni relative al getto, L'onere delle eventuali vibrazioni e' sempre considerato incluso nel prezzo del getto.

### Condizioni climatiche

Sono vietati i getti con temperatura sotto zero e con prevedibile discesa sotto lo zero.

Fino a temperatura -5 °C il Direttore dei lavori, d'accordo con l'Impresa, sarà arbitro di autorizzare i getti previa sua approvazione degli additivi e delle precauzioni da adottare, sempre restando l'appaltatore responsabile dell'opera eseguita; conseguentemente il Direttore dei Lavori e' autorizzato ad ordinare all'appaltatore di eseguire a proprio onere (dell'Appaltatore) la demolizione dei getti soggetti a breve termine a temperatura eccessivamente bassa e non prevista.

I getti con temperatura superiore a 32 °C dovranno essere autorizzati dalla Direzione Lavori.

L'appaltatore e' obbligato all'innaffiammento costante dei getti in fase di maturazione per un minimo di 8 giorni e/o nei casi di getti massicci secondo indicazioni della Direzione Lavori.

#### *Ferro di armatura*

A richiesta del Direttore dei Lavori, l'Appaltatore dovrà documentare la provenienza dei materiali e sottoporli, a sue spese, alle consuete prove di laboratorio per l'accertamento delle loro caratteristiche tecniche. Tutti i materiali potranno essere messi in opera solo dopo accettazione del Direttore dei Lavori. Il Direttore dei Lavori, esaminati i materiali approvvigionati, può rifiutare, prima del loro impiego, quelli che non risultino rispondenti alle prescrizioni contrattuali. I materiali contestati dovranno essere prontamente allontanati dal cantiere. Qualora successivamente si accerti che materiali accettati e posti in opera siano non rispondenti ai requisiti richiesti e/o di cattiva qualità, il Direttore dei Lavori potrà ordinarne la demolizione ed il rifacimento a spese e rischio dell'Appaltatore.

Qualora, senza opposizione del Committente, l'Appaltatore, di sua iniziativa, impiegasse materiali migliori o con lavorazione più accurata, non avrà diritto ad aumento dei prezzi rispetto a quelli stabiliti per la categoria di lavoro prescritta. Se invece sia ammessa dal Committente qualche carenza, purché accettabile senza pregiudizio, si applicherà una adeguata riduzione del prezzo.

Gli acciai impiegati, tondi, nervati, in cavo o fili, in rete elettrosaldata dovranno essere conformi alle NTC 2018. Dovranno inoltre essere conformi, come materiale ed assieme, a quanto indicato nei disegni.

Tutte le armature dovranno essere classificate in base al tipo, alla qualità ed al lotto di provenienza dell'acciaio e dovranno essere corredate dai certificati prescritti dalle leggi e norme vigenti.

La sagomatura delle barre deve essere effettuata meccanicamente a mezzo di mandrini o con ogni altro procedimento che permetta di ottenere i raggi di curvatura stabiliti dal progetto esecutivo, evitando accennazioni locali della curvatura stessa. È vietata la piegatura a caldo.

È obbligatorio il posizionamento di distanziatori in plastica per evitare l'affioramento della armatura sulle superfici dei getti (per i solai a resistenza al fuoco i distanziatori dovranno essere in calcestruzzo).

È obbligatoria la pulizia delle armature da grassi, oli, terra, polvere, scaglie di ruggine, incrostazioni di calcestruzzo provenienti da getti precedenti. È vietato effettuare giunzioni nelle armature delle travi salvo quando indicato dai disegni o autorizzato dalla Direzione Lavori, sentito il parere del progettista.

Le saldature di barre d'armatura dovranno essere autorizzate dalla Direzione Lavori e dovranno essere oggetto di una nota scritta di prescrizione delle modalità di esecuzione.

La distanza delle armature dalle pareti dovrà rispettare le norme relative al calcestruzzo armato ordinario.

Le legature, i supporti ed i distanziatori devono sopportare tutte le azioni che si generano durante le operazioni di getto e costipamento, garantendo che le armature restino nelle posizioni volute.

## **Art.5 ACCIAIO E METALLI**

### *Materiali ferrosi*

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dalle citate NTC 2018, alle norme UNI vigenti e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

- 1) *Ferro*. - Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, saldature e di altre soluzioni di continuità. L'uso del ferro tondo per cemento armato, sul quale prima dell'impiego si fosse formato uno strato di ruggine, deve essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori.
- 2) *Acciaio trafilato o laminato*. - Per la prima varietà è richiesta perfetta malleabilità e lavorabilità a freddo e a caldo, tali da non generare screpolature o alterazioni; esso dovrà essere inoltre saldabile e non suscettibile di prendere la tempera; alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente granulata. L'acciaio extra dolce laminato dovrà essere eminentemente dolce e malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza presentare screpolature od alterazioni; dovrà essere saldabile e non suscettibile di prendere la tempera.
- 3) *Acciaio fuso in getti*. - L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

4) *Ghisa*. - La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; la frattura sarà grigia, finemente granulosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose. I chiusini e le caditoie saranno in ghisa grigia o ghisa sferoidale secondo la norma UNI ISO 1563/98, realizzati secondo norme UNI EN 124/95 di classe adeguata al luogo di utilizzo, in base al seguente schema:

Luogo di utilizzo	Classe	Portata
Per carichi elevati in aree speciali	E600	t 60
Per strade a circolazione normale	D400	t 40
Per banchine e parcheggi con presenza di veicoli pesanti	C250	t 25
Per marciapiedi e parcheggi autovetture	B125	t 12,5

#### *Metalli vari*

Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

#### **Art. 6 RESINE E GELATINE PER ANCORAGGI**

Le resine e le gelatine da impiegare eventualmente per gli ancoraggi con chiodi dovranno essere di marca conosciuta.

Il produttore dovrà fornire la seguente documentazione:

- le istruzioni di dosaggio per le resine epossidiche;
- i tempi di polimerizzazione, con il campo di tolleranza, per le resine poliesteri;
- la certificazione di assenza di emissioni gassose durante i processi di polimerizzazione.

Dovrà inoltre fornire le certificazioni delle seguenti prove sul materiale:

- misura di viscosità, da effettuarsi con il metodo ASTM D2393/72, con limite di accettabilità compreso tra 300 e 3000 cP a 20°C;
- misura del tempo di gel, secondo prova ASTM D2471/71, da eseguirsi nelle condizioni ambientali di impiego della resina. In altre condizioni, il tempo di gel potrà essere anche fornito dal produttore in altre condizioni operative, purchè determinato secondo le modalità di cui sopra;
- misura della differenza di peso tra miscela fluida iniziale e miscela indurita, con il valore limite  $\geq 5\%$  del peso iniziale;
- prove di resistenza a trazione delle resine indurite in aria ed in acqua su provini del tipo 2 indicati nella UNIPLAST 5819/66 (con spessore di 10 mm.).

Tutta la documentazione precedentemente riportata dovrà essere fornita alla DL.

La DL si riserva la facoltà di far eseguire ulteriori prove di controllo dei materiali in esame.

Tali prove sono a cura dell'Appaltatore.

## **Art.7 NORME PRELIMINARI PER LA ESECUZIONE DEI LAVORI**

La descrizione dei lavori riportata nel presente Capitolato, si intende semplicemente sommaria e schematica, al solo scopo di individuare e fissare gli elementi fondamentali. Le modalità di esecuzione dei lavori dovranno essere rispondenti alle norme tecniche di buona costruzione stabilite dalle vigenti leggi, alle vigenti norme antinfortunistiche antincendio e di sicurezza.

Effettuata la consegna dei lavori, prima di dare inizio all'esecuzione delle opere, l'Appaltatore dovrà procedere alla verifica delle quote e dei profili del terreno, alla verifica dal punto di vista antinfortunistico, antincendio, e di sicurezza dell'intero progetto, segnalando eventuali discordanze riscontrate nei dati di progetto con tutte le normative vigenti, rimanendo responsabile di eventuali omissioni non segnalate.

Dovrà, a proprie cure e spese, eseguire la picchettazione dei lavori, provvedendo alla posa di capisaldi di riferimento secondo le indicazioni impartite dalla D.L.

Le armature, centine, puntellature, sbadacchiature, impalcature, ponteggi e tutte le opere provvisorie di qualunque genere, in ferro od in legno, dovranno essere eseguite a perfetta regola d'arte ed in modo da impedire qualsiasi deformazione loro o delle opere che devono sostenere.

La forma, le dimensioni, ed il calcolo di tali opere, nonché la loro esecuzione e smontaggio, sono ad esclusivo carico di spesa dell'Appaltatore, il quale rimane in ogni caso unico responsabile dei danni alle persone, cose pubbliche o private ed ai lavori per deficienza di tali opere e relative conseguenze onerose con esonero espresso della D.L. al riguardo.

Uguali norme e responsabilità si intendono estese ai macchinari, mezzi d'opera, attrezzi e simili impiegati per l'esecuzione dei lavori o comunque esistenti in cantiere.

### **1. RILIEVI – CAPISALDI**

Prima dell'inizio lavori l'Appaltatore dovrà verificare la rispondenza dei piani quotati, delle sezioni e dei profili allegati al contratto, inclusi gli eventuali aggiornamenti ricevuti in corso d'opera, richiedendo, entro 15 giorni dalla consegna dei suddetti disegni, tutti i chiarimenti necessari; trascorso questo termine si intendono accettati tutti gli elaborati e le relative prescrizioni.

Sarà onere dell'Appaltatore provvedere alla realizzazione e conservazione di capisaldi di facile individuazione e del tracciamento e picchettazione delle aree interessate dalle opere da eseguire, con l'impiego di modine e strutture provvisorie di riferimento in base alle quali eseguirà il successivo tracciamento.

Quantunque i tracciamenti siano fatti e verificati dalla Direzione Lavori, l'Impresa resterà responsabile dell'esattezza dei medesimi, e quindi sarà obbligata a demolire e rifare a sue spese quelle opere che non risultassero eseguite conformemente ai disegni di progetto ed alle prescrizioni inerenti.

Saranno a carico dell'Impresa le spese per rilievi, tracciamenti, verifiche e misurazioni, per i cippi di cemento ed in pietra, per materiali e mezzi d'opera, ed inoltre per il personale ed i mezzi di trasporto occorrenti, dall'inizio delle consegne fino al collaudo compiuto.

### **2. CONSERVAZIONE DELLA CIRCOLAZIONE – SGOMBERI E RIPRISTINI**

L'Impresa, nell'esecuzione delle opere, dovrà assicurare la circolazione pedonale e veicolare sulle strade interessate dai lavori.

Essa provvederà pertanto a tutte le necessarie opere provvisorie (passerelle, recinzioni, ecc.), all'apposizione di tutta la segnaletica regolamentare per l'eventuale deviazione del traffico veicolare, ed alla sua sorveglianza.

In ogni caso, a cura e spese dell'Impresa dovranno essere mantenuti gli accessi a tutti gli ingressi stradali privati, ovvero tacitati gli aventi diritto, nonché provveduto alla corretta manutenzione ed all'interrotto esercizio dei cavi e delle condutture di qualsiasi genere interessate i lavori.

Gli scavi saranno effettuati anche a tronchi successivi e con interruzioni, allo scopo di rispettare le prescrizioni precedenti.

L'Impresa è tenuta a mantenere, a rinterrati avvenuti, il piano carreggiato atto al transito dei pedoni e dei mezzi meccanici, provvedendo a tal fine allo sgombero di ciottoli ed alla rimessa superficiale di materiale idoneo allo scopo.

Ultimate le opere, l'Impresa dovrà rimuovere tutti gli impianti di cantiere e sgomberare tutte le aree occupate, rimettendo tutto in ripristino stato, in modo che nessun pregiudizio o alterazione derivino in dipendenza dei lavori eseguiti.

Dovrà inoltre - qualora necessario - provvedere ai risarcimenti degli scavi con materiali idonei, all'espropriazione del ciottolame affiorante, ed in genere alla continua manutenzione del piano stradale in corrispondenza degli scavi, in modo che il traffico si svolga senza difficoltà e pericolosità.

## **Art.8 MOVIMENTI DI TERRE**

Per tutte le opere dell'appalto le varie quantità di lavoro saranno determinate con misure geometriche, escluso ogni altro metodo.

In materia si veda il d.lgs. 81/08 e successivo D.Lgs. correttivo ed integrativo pubblicato il 3 agosto 2009, n. 106.

### Scavi in genere

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro a mano o con mezzi meccanici dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori. Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando essa, oltretutto, totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligata a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Impresa dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi in genere, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, ai pubblici scarichi, ovvero su aree che l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese.

È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate per tombamenti o rinterri esse dovranno essere depositate in luogo adatto accettato dalla Direzione dei Lavori e provviste delle necessarie puntellature, per essere poi riprese a tempo opportuno.

In ogni caso le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.

La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Impresa, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

L'appaltatore deve ritenersi compensato per tutti gli oneri che esso dovrà incontrare per:

- il taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle macerie sia asciutte, che bagnate, in presenza d'acqua e di qualsiasi consistenza;
- paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico in rilevato o rinterro od a rifiuto a qualsiasi distanza, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa, per ogni indennità di deposito temporaneo o definitivo;
- la regolarizzazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, per il successivo rinterro attorno alle murature, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere, secondo tutte le prescrizioni contenute nelle presenti condizioni tecniche esecutive;
- per ogni altra spesa infine necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le Norme C.N.R.

- U.N.I. 10006/1963 riportate nella Tabella a pagina seguente.

Nell'esecuzione sia degli scavi che dei rilevati l'Impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare che su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonché, in questo ultimo caso, al riempimento delle buche effettuate in dipendenza dell'estirpamento delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipato. Tali oneri si intendono compensati con i prezzi di elenco relativi ai movimenti di materie.

La D.L., in relazione alla natura dei terreni di posa dei rilevati o delle fondazioni stradali in trincea, potrà ordinare l'adozione di provvedimenti atti a prevenire la contaminazione dei materiali d'apporto e fra questi provvedimenti la fornitura e la posa in opera di teli «geotessili»

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE C.N.R. - uni 10006/1963												
Prospetto I - Classificazione delle terre												
Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose Fazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35						Terre limo-argillose Fazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%				Torbe e terre organiche palustri	
Gruppo	A1		A3	A2			A4	A5	A6	A7	A8	
Sottogruppo	AI-a	AI-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7			A7-5	A7-6	
<b>Analisi granulometrica. Frazione passante allo staccio</b> 2 UNI 2332 % 0,4 UNI 2332 % 0,075 UNI 2332 %	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	≤ 30	≤ 50	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	
	≤ 15	≤ 25	≤ 15	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	
<b>Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332</b> Limite liquido Indice di plasticità	-	-	-	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	
	≤ 6		N.P.	≤ 10	≤ 10 <sub>max</sub>	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	
										IP <sub>LL</sub> -30	IP <sub>LL</sub> -30	
<b>Indice di gruppo</b>	0	0	0	≤ 4			≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		
<b>Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo</b>	Ghiaia o braccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa			Limo poco compressibili	Limo poco compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili	Argille fortemente compressibili	Torba di recente o remota fondazione, detriti organici di origine palustre
<b>Qualità portanti quale terreno di sottofondo</b>												

in assenza di gelo	Da eccellente a buono			Da mediocre a scadente			Da scartare come sottofondo			
<b>Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo</b>	Nulla o lieve		Media	Molto elevata		Media	Elevata	Media		
<b>Ritiro o rigonfiamento</b>	Nulla			Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato		
<b>Permeabilità</b>	Elevata		Media o scarsa			Scarsa o nulla				
<b>Identificazione dei terreni in sito</b>	Facilmente individuabile a vista	Aspri al tatto incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla			Reagiscono alla prova di scuotimento* - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido.	Non reagiscono alla prova di scuotimento* - Tenaci allo stato asciutto. Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di color bruno o nero. Facilmente individuabili a vista
* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalla argilla. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.										

### Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani d'appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali ecc., e in genere tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superiore ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, ecc.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna o del piano stradale (se inferiore al primo), quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

Secondo quanto prescritto dall'art. 118 del d.lgs. 81/08 e successivo d.lgs n.106 del 03/08/2009, nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m. 1,50, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.

Nei lavori di escavazione con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore,

la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo, secondo la prescrizione dei piani operativi di sicurezza.

Il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate che verranno rilevate in contraddittorio dell'appaltatore all'atto della consegna. Ove le materie siano utilizzate per formazione di rilevati, il volume sarà misurato in riporto.

### Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo agli elementi strutturali di fondazione.

In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto delle loro esecuzioni tenendo in debito conto le istruzioni impartite dal Ministero dei lavori pubblici con il D.M. 21 gennaio 1981 e successive modifiche ed integrazioni.

Le profondità, che si trovino indicate nei disegni di consegna, sono perciò di semplice avviso e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo essa soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

È vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato le fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinata contropendenza.

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 1,50 metri, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, alla applicazione delle necessarie armature di sostegno, in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 centimetri. L'Impresa è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali essa deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo le venissero impartite dalla Direzione dei Lavori.

Nello scavo dei cunicoli, a meno che si tratti di roccia che non presenti pericolo di distacchi, devono predisporre idonee armature per evitare franamenti della volta e delle pareti. Dette armature devono essere applicate man mano che procede il lavoro di avanzamento; la loro rimozione può essere effettuata in relazione al progredire del rivestimento in muratura.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano fabbriche o manufatti, le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite degli scavi.

Nella infissione di pali di fondazione devono essere adottate misure e precauzioni per evitare che gli scuotimenti del terreno producano lesioni o danni alle opere vicine.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che si fosse dovuto fare in più attorno alla medesima, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Impresa, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Col procedere delle murature l'Impresa potrà recuperare i legami costituenti le armature, sempre che non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione; i legnami però, che a giudizio della Direzione dei Lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento o del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

### Scavi subacquei e prosciugamenti

Se dagli scavi in genere e dai cavi di fondazione, l'Impresa, in caso di sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della Direzione dei Lavori ordinare, secondo i casi, e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.

Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante, a cui si stabiliscono le acque sorgive dei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali fucatori.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua ma non come scavo subacqueo.

Quando la Direzione dei Lavori ordinesse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno eseguiti in economia, e l'Impresa, se richiesta, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

Per i prosciugamenti praticati durante l'esecuzione delle murature, l'Impresa dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

### Scavi in presenza di gas

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o la irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare una efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori, ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza; questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas.

Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempre che sia assicurata una efficace e continua aerazione.

Quando si sia accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.

Nei casi previsti dal secondo, terzo e quarto comma del presente articolo i lavoratori devono essere abbinati nell'esecuzione dei lavori.

### Rilevati e rinterri

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei Lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti prelevandole ovunque l'Impresa crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori.

Il rinterro degli scavi dovrà essere eseguito con materiali idonei alle varie categorie di lavoro.

In ogni caso le operazioni di rinterro vanno eseguite senza danneggiare i manufatti realizzati, con particolare attenzione e cura nel caso di tubazioni.

Il rinterro degli scavi dovrà essere eseguito in modo che:

- per natura del materiale e modalità di costipamento, non abbiano a formarsi, in prosieguo di tempo, cedimenti o assestamenti irregolari;
- i condotti e i manufatti non siano assoggettati a spinte trasversali o di galleggiamento e, in particolare, quando i primi siano realizzati mediante elementi prefabbricati, non vengano provocati spostamenti;
- si formi un'intima unione tra il terreno naturale e il materiale di riempimento, così che, in virtù dell'attrito con le pareti dello scavo, ne consegua un alleggerimento del carico sui condotti.

Il rinterro con i materiali di risulta degli scavi prevede la eliminazione dei corpi estranei voluminosi, quali trovanzi di roccia, massi, grosse pietre, ciottoli e simili, che potrebbero lesionare i manufatti durante i rinterri o, a costipamento avvenuto, determinare la concentrazione di carichi sui condotti.

Per i rilevati e i rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in genere, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilievo o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi e trasportate con carriole, barelle ed altro mezzo, purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei Lavori.

È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Impresa.

È obbligo dell'Impresa, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Impresa dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi. La superficie del terreno sul quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà scorticata ove occorre, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggere pendenze verso monte.

Tutti gli oneri, obblighi e spese per la formazione dei rilevati e rinterri si intendono compresi nei prezzi stabiliti in elenco per gli scavi e quindi all'Appaltatore non spetterà alcun compenso oltre l'applicazione di detti prezzi. Le misure saranno eseguite in riporto in base alle sezioni di consegna da rilevarsi in contraddittorio con l'Appaltatore.

I riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili) dovranno essere formati con pietrame da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per drenaggi o fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli; oppure infine negli strati inferiori il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

Il riempimento di pietrame a secco a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc. sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

#### **Art.9 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI**

Prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle varie strutture da demolire.

In relazione al risultato di tale verifica devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si verifichino crolli intempestivi.

I lavori di demolizione devono procedere con cautela e con ordine dall'alto verso il basso e devono essere condotti in maniera da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento di quelle eventuali adiacenti, e in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali tutti devono ancora potersi impiegare utilmente, sotto pena di rivalsa di danni a favore dell'Amministrazione appaltante, ricorrendo, ove occorra, al loro preventivo puntellamento.

È vietato gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso convogliandoli in appositi canali il cui estremo inferiore non deve risultare ad altezza maggiore di due metri dal livello del piano di raccolta. I canali suddetti devono essere costruiti in modo che ogni tronco imbocchi nel tronco successivo; gli eventuali raccordi devono essere adeguatamente rinforzati.

L'imboccatura superiore del canale deve essere sistemata in modo che non possano cadervi accidentalmente persone. Ove sia costituito da elementi pesanti od ingombranti, il materiale di demolizione deve essere calato a terra con mezzi idonei.

Durante i lavori di demolizione si deve provvedere a ridurre il sollevamento della polvere, irrorando con acqua le murature ed i materiali di risulta.

La demolizione dei muri deve essere fatta servendosi di ponti di servizio indipendenti dall'opera in demolizione. È vietato lavorare e fare lavorare gli operai sui muri in demolizione. Tali obblighi non sussistono quando si tratta di muri di altezza inferiore ai due metri.

Inoltre, salvo l'osservanza delle leggi e dei regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5 metri può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta.

La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti da altre parti.

Devono inoltre essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro quali: trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere e allontanamento degli operai dalla zona interessata.

Si può procedere allo scalzamento dell'opera da abbattere per facilitarne la caduta soltanto quando essa sia stata adeguatamente puntellata; la successiva rimozione dei puntelli deve essere eseguita a distanza a mezzo di funi.

Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 metri, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi.

Deve essere evitato in ogni caso che per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi possano derivare danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti o pericoli ai lavoratori addetti.

Nella zona sottostante la demolizione deve essere vietata la sosta ed il transito, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.

L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento ed il trasporto del materiale accumulato deve essere consentito soltanto dopo che sia stato sospeso lo scarico dall'alto.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Impresa, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa usando cautele per non danneggiarli sia nello scalcinamento, sia nel trasporto, sia nel loro arresto e per evitare la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà dell'Amministrazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Impresa di impiegarli in tutto o in parte nei lavori appaltati.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre essere trasportati dall'Impresa fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

Nel preventivare l'opera di demolizione e nel descrivere le disposizioni di smontaggio e demolizione delle parti d'opera, l'appaltatore dovrà sottoscrivere di aver preso visione dello stato di fatto delle opere da eseguire e della natura dei manufatti.

### Rimozione di fognature

Per fognature si intendono le condotte coperte o a vista atte alla raccolta ed al convogliamento delle acque bianche e nere di scarico civili e industriali presenti sulla rete privata interna al confine di proprietà dell'unità immobiliare o dell'insieme di unità immobiliari oggetto della demolizione parziale o totale.

L'Appaltatore dovrà provvedere a puntellamenti, sbadacchiature ed altri accorgimenti come ponteggi, castelli, ecc. per la demolizione delle fognature.

Tale demolizione deve essere svolta dall'Appaltatore dopo aver verificato la chiusura del punto di contatto della fognatura con la rete urbana pubblica, allo scopo di evitare che macerie o altri frammenti della demolizione possano occludere tali condotte.

Le operazioni di demolizione delle condotte di scarico devono altresì avvenire con l'osservanza da parte dell'Appaltatore delle norme di protezione ambientali e degli operatori di cantieri per quanto riguarda la possibilità di inalazione di biogas o miasmi dannosi o tossici per la salute umana.

Le macerie della demolizione delle fognature saranno allontanate dal cantiere senza che i materiali da queste derivanti possano sostare nei pressi dei cantieri neanche per uno stoccaggio temporaneo non previsto e comunicato per tempo al Committente.

La demolizione parziale delle fognature deve essere effettuata a cura dell'Appaltatore con la precauzione di apporre sezionatori sulla stessa condotta sia a monte che a valle della medesima allo scopo di confinare l'ambito operativo ed impedire inopportune interferenze.

La verifica della presenza di materiali reflui presenti nella condotta o nelle fosse intermedie di raccolta classificabili come rifiuti speciali o tossico nocivi deve essere effettuata a cura dell'Appaltatore che provvederà di conseguenza allo smaltimento dei medesimi attraverso la procedura prevista in merito dalla legislazione vigente.

### Demolizione di muri di sostegno e massicciate varie

Per muri di sostegno e massicciate varie si intendono manufatti artificiali atti a sostenere lo scivolamento naturale delle terre, siano essi manufatti agenti a gravità o a sbalzo o per regimentazione trattenuta tramite tiranti interrati.

L'Appaltatore dovrà provvedere a puntellamenti, sbadacchiature ed altri accorgimenti come ponteggi, castelli, ecc. per la demolizione dei muri di sostegno e delle massicciate in genere.

La demolizione di tali manufatti richiede che l'Appaltatore definisca in merito una valutazione dei rischi determinata dalle reazioni della tettonica interferente con l'azione di trattenimento posta in essere dalla presenza del manufatto. Tale relazione deve essere posta in essere da tecnico geologo abilitato o da geotecnico di fiducia dell'Appaltatore medesimo.

Qualora l'operazione coinvolga, anche solo in ipotesi di relazione dei rischi, porzioni di terreno poste al di fuori dei confini della proprietà della Stazione appaltante, sarà cura dell'Appaltatore verificare la disponibilità dei confinanti pubblici e privati a sgomberare dal transito e da ogni possibile conseguenza alle persone ed alle cose l'ambito di possibile pertinenza del movimento di terra.

In materia si fa riferimento in generale alle disposizioni del d.lgs. 81/08.

### **Art.10 OPERE PROVVISORIALI**

Le opere provvisorie, gli apprestamenti e le attrezzature atti a garantire, per tutta la durata dei lavori, la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori sono oggetto di specifico capitolato (vedi: Bassi Andrea, I costi della sicurezza in edilizia, settembre 2008, III edizione, Maggioli Editore).

Le principali norme riguardanti i ponteggi e le impalcature, i ponteggi metallici fissi, i ponteggi mobili, ecc., sono contenute nel d.lgs. 81/08.

### **Art.11 NOLEGGI**

Per quanto concerne le attrezzature ed i macchinari l'Appaltatore dovrà curare la loro omologazione secondo le norme e leggi vigenti sia per quanto riguarda l'utilizzo che per quanto concerne le verifiche ed i collaudi. Per quanto riguarda i ponteggi d'opera e strutturali, devono rispondere ai requisiti previsti dalle vigenti normative e leggi in materia di sicurezza.

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di esercizio ed essere provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro funzionamento. Sono a carico esclusivo dell'Impresa la manutenzione degli attrezzi e delle macchine affinché siano in costante efficienza.

### **Art.12 TRASPORTI**

Il carico, il trasporto, lo scarico e tutte le manovre in genere, dovranno essere eseguiti con la maggiore cura possibile utilizzando mezzi adeguati alle dimensioni dei materiali da movimentare, evitando rotture, crinature, lesioni o danneggiamenti. Sarà cura dell'Appaltatore predisporre in cantiere idonei spazi e sistemi di ricevimento dei materiali.

Nel caso di tubazioni l'accatastamento dei tubi dovrà avvenire su un'area piana e stabile, protetta dai pericoli di incendio e dai raggi diretti del sole. La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate; i tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei per evitarne il rotolamento improvviso. Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisorie.

### **Art.13 CASSERI IN LEGNO PER STRUTTURE IN C.A. A FACCIA VISTA**

I casseri in legno per il getto di strutture in conglomerato a faccia vista dovranno essere realizzati impiegando tavole nuove di legno aventi larghezza costante.

Prima del loro impiego le tavole dovranno essere accuratamente piallate sulla faccia che verrà a trovarsi a contatto con il conglomerato, in modo da garantire il rispetto delle caratteristiche specifiche precedentemente indicate per i calcestruzzi a faccia vista.

Gli eventuali disarmanti da impiegare per facilitare il distacco delle casseforme dalle superfici dei getti, dovranno essere stesi in modo uniforme per evitare che si formino macchie sulle superfici dei getti dovute ad assorbimento del prodotto.

Dopo il disarmo, le superfici a vista dovranno presentarsi con un errore massimo di planarità generale non superiore a mm. 5, e di planarità localizzata non superiore a mm. 1.

Non vi dovrà essere differenza di planarità fra l'impronta dei giunti delle tavole adiacenti.

### **Art.14 CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE**

Per l'esecuzione di tali opere provvisorie, sia del tipo fisso che del tipo scorrevole, sia in senso verticale che in quello orizzontale, nonché per il varo di elementi strutturali prefabbricati, l'Impresa potrà adottare il si-

stema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfino alle condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

L'Impresa è tenuta ad osservare, nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature, le norme ed i vincoli che fossero imposti dagli Enti e persone responsabili, circa il rispetto di particolari impianti o manufatti esistenti nella zona interessata dalla nuova costruzione.

Le operazioni di disarmo saranno effettuate secondo le norme contenute nel d.m. 09 gennaio 1996 e, in mancanza di queste, secondo le prescrizioni del direttore dei lavori. Nella costruzione sia delle armature che delle centinature di qualsiasi tipo, l'impresa è tenuta ad adottare gli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura l'abbassamento possa venire fatto simultaneamente.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature e delle centinature, l'Impresa è inoltre tenuta a rispettare le norme e le prescrizioni che, eventualmente, venissero impartite dagli Uffici competenti circa l'ingombro degli alvei attraversati, o circa le sagome libere da lasciare in caso di sovrappassi di strade e ferrovie.

Le opere provvisorie dovranno essere progettate per sostenere il peso dei getti delle strutture fino all'atto della pretensione dei cavi e del disarmo dell'impalcato. Dovranno essere previste tutte le necessarie misure per evitare movimenti e differenze che possano causare il non perfetto allineamento delle superfici esterne delle strutture finite.

Le casseforme ivi comprese le armature di sostegno e di controventatura, per strutture in conglomerato cementizio di qualsiasi forma e dimensione, compreso ogni onere per chiodature, uso di smussi angolari, disarmi, allontanamento del materiale occorso, ecc. , vanno disposte a perfetta regola d'arte, anche secondo quanto prescritto dalla Direzione dei Lavori.

Sarà buona norma trattare le superfici delle casseforme, prima del loro impiego, con prodotti specifici (disarmino) atti ad agevolare le operazioni di disarmo.

L'appaltatore dovrà peritarsi di procedere, durante le operazioni di disarmo, in modo da evitare azioni dinamiche sulle strutture.

Il via alle operazioni di disarmo dovrà essere dato una volta che il conglomerato abbia raggiunto una sufficiente resistenza e per ciò si dovrà consultare la D.L.

## **Art.15 CARPENTERIA METALLICA**

### **- Lavorazione dei materiali.**

#### **a) Raddrizzamento.**

Il raddrizzamento, lo spianamento quando necessari devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione; dovranno comunque essere rispettate le prescrizioni di cui al punto 9.7 delle norme CNR UNI 10011-85.

#### **b) Tagli e finiture.**

Le superfici dei tagli potranno restare grezze purché non presentino strappi, riprese, mancanze di materiale o sbavature. E' ammesso il taglio a ossigeno, purché regolare. I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice; vale comunque quanto disposto al punto 9.8 della norma CNR UNI 10011-85

#### **c) Forature.**

I fori per chiodi e bulloni devono essere preferibilmente eseguiti con trapano od anche con punzone, purché successivamente alesati. Per chiodatura e bullonatura di ordinaria importanza statica è ammessa la punzonatura dei fori al diametro definitivo, senza allargamento ulteriore, purché il diametro del foro non sia inferiore allo spessore della piastra e non superi 24 mm. Tale limite potrà essere superato purché la punzonatura venga opportunamente eseguita e controllata particolarmente, al fine di evitare la formazione di cricche e bavature. Nella punzonatura, il diametro della matrice supererà al massimo di 2 mm il diametro del punzone. Quando sia previsto l'ulteriore allargamento dei fori, la base maggiore del vano troncoconico creato col punzone, avrà diametro di almeno 3 mm minore del diametro definitivo del foro, e questo deve essere ottenuto poi allargando il foro col trapano e con l'alesatrice.

E' vietato l'uso della fiamma per l'esecuzione di fori per chiodi e bulloni. I pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera, devono essere marcati in officina in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse all'atto dell'alesatura dei fori comunque a norma CNR UNI 10011-85, punto 9.9.

#### **d) Unione dei materiali**

Tutte le unioni (unioni chiodate, bullonate, ad attrito; saldate per contratto) dovranno essere eseguite secondo la norma CNR UNI 10011-85, al punto 9.10.

Ad ogni modo le chiodature si realizzeranno forando i due elementi da unire e facendovi passare il chiodo, la cui estremità viene ribattuta assicurando il collegamento. Il chiodo sarà ricavato da acciaio dolce o semiduro; per i piccoli diametri, inferiori a 10 mm, il chiodo viene ribattuto a freddo, per diametri superiori sarà necessario ricorrere ad una ribattitura a caldo ad una temperatura di circa 1100 °C. La contrazione dovuta al raffreddamento tende a serrare le parti in modo perfetto. Il diametro del chiodo deve essere di 1 mm più piccolo

di quello del foro, con la ribattitura, però, si dovrà avere un perfetto ricalcamento al fine di ottenere un perfetto riempimento del foro.

I bulloni saranno prodotti in acciaio normale o ad alta resistenza e verranno impiegati quando lo spessore delle parti da unire è notevole tanto da far presumere che con la ribattitura di un chiodo non si riesca ad ottenere un perfetto riempimento del foro. Oltre alle rondelle sarà buona norma impiegare anche dei controda di per evitare che i carichi variabili abbiano a produrre svitamenti.

#### e) Saldature

Potranno essere impiegati i seguenti procedimenti di saldatura:

-saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;

-saldatura automatica o semiautomatica ad arco sommerso;

-saldatura automatica o semiautomatica a filo continuo pieno o animato sotto gas di protezione (CO<sub>2</sub> o sue miscele). Eventuali saldature in cantiere dovranno essere eseguite con procedimento manuale ad elettrodo rivestito;

-gli elettrodi da impiegare dovranno essere a rivestimento basico, omologati secondo UNI 5132 nella classe E44/E52 CL4B;

-l' Impiego di elettrodi omologati UNI 5132 esula da prova di qualifica del procedimento;

-l' impiego dei procedimenti a filo continuo pieno e animato e di quello ad arco sommerso è subordinato alla qualifica dei procedimenti stessi;

-i saggi di qualifica dovranno essere rappresentativi dei giunti da realizzare in costruzione e rispondere ai requisiti del D.M. e della UNI 10011-88. Le qualifiche dovranno essere rilasciate dall' Istituto Italiano della Saldatura.

I saldatori impiegati dovranno essere qualificati secondo la normativa nazionale; la qualifica deve essere rilasciata dall' I.I.S. o altro qualificato.

Allo scopo di ottemperare a quanto prescritto, la ditta appaltatrice, dovrà fornire la seguente documentazione:

1) liste generali di saldature, tipi di saldatura, procedimenti e materiali utilizzati;

2) descrizione dei procedimenti di saldatura e relative qualifiche;

3) elenco saldatori e loro qualifica.

Le preparazioni di saldatura dovranno avere le dimensioni eventualmente illustrate nei disegni costruttivi e rispondenti ai requisiti delle UNI 11001.

Dove necessario, i lembi dovranno essere preparati tramite lavorazione di macchina, molettatura o ossitaglio che dovrà essere regolarizzato da successiva molatura.

I lembi, al momento della saldatura, devono essere esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi e ogni altro materiale estraneo.

Nel caso siano richieste saldature di testa o a T a piena penetrazione, dovranno essere molate alla radice fino a trovare metallo esente da difetti e successivamente completate.

Nell' assemblare e saldare parti di una struttura, il procedimento e la sequenza di saldatura dovranno essere idonei ad evitare inutili distorsioni e a rendere minime le sollecitazioni dovute al ritiro di saldatura.

Le giunzioni saldate di testa saranno di 1a classe e devono soddisfare i limiti di difetti richiesti per il raggruppamento B della UNI 7278.

I giunti con cordoni d' angolo devono essere considerati come appartenenti ad una unica classe caratterizzata da una ragionevole assenza di difetti interni e di nicchie di strappo sui lembi dei cordoni.

#### f) Controllo delle saldature.

- Esame visivo: le saldature saranno sottoposte ad un accurato controllo visivo per la ricerca dei difetti superficiali e per valutare la regolarità dei cordoni. L' esame dovrà essere condotto da personale dotato di preparazione specifica;

- Esame magnetografico: verrà utilizzato per la ricerca di difetti superficiali e interni, la tecnica esecutiva sarà conforme a quanto indicato nella norma UNI 77040, classe di controllo 52. I difetti che possono essere caratterizzati come nicchie superficiali o non emergenti in superficie non saranno accettati;

- Esame ultrasuono: sarà eseguito su eventuali giunti a T a piena penetrazione con le modalità riportate nella norma UNI 8287 (2a classe). Non saranno accettate incollature e mancanza di penetrazione al vertice;

- Esame radiografico: sarà eseguito su eventuali giunti testa a testa, con le modalità riportate nella norma UNI 8956, classe di sensibilità radiografica 2. Potranno essere utilizzate apparecchiature ai raggi X oppure sorgenti di raggio Y.

I suddetti controlli saranno eseguiti da personale qualificato.

#### - Posa in opera

Dovrà essere eseguita, nel totale rispetto delle leggi antinfortunistiche vigenti, con la massima precisione, rispettando quote, fili, allineamenti, piombi per il perfetto posizionamento di ogni elemento.

Tutti gli elementi dovranno essere solidali e sicuramente fissati.

Il numero e le dimensioni degli ancoraggi e degli altri elementi di fissaggio dovranno essere tali da assicurare i requisiti di resistenza e solidità richiesti dalla struttura, anche in fase di montaggio parziale.

Gli elementi strutturali interessati da ancoraggi nelle murature, dovranno essere solidamente assicurati nell'esatta posizione prevista, con idonei sostegni ed armature provvisori, in modo da evitare qualsiasi movimento sino a che le relative sigillature non abbiano raggiunto la necessaria presa.

#### **- Protezione superficiale**

I manufatti che dovranno ricevere il trattamento di zincatura a caldo, dovranno subire un' accurata preparazione, pulizia e sgrassaggio delle superficie, tale da eliminare nel modo più radicale ogni traccia di grasso, ruggine, vernici, scorie o di qualunque altra impurità.

Il trattamento dovrà eseguirsi nel rispetto delle prescrizioni indicate dalla UNI 5744.

Con riferimento alla norma stessa, la massa dello strato di zincatura per unità di superficie, misurata su 3 provette con le modalità prescritte nella norma UNI 5741, non dovrà essere inferiore ai seguenti valori prescritti nella predetta norma

Gli elementi che dovessero eventualmente subire tagli, saldature, o altri aggiustamenti in fase di assemblaggio o montaggio, dovranno essere accuratamente sgrassati, lavati e ritoccati con verniciatura di fondo a base di zincati epossidici.

I manufatti grezzi, dopo aver subito tutte le lavorazioni previste, se specificamente previsto nei documenti progettuali verranno sabbiati al grado SA 2 1/2, secondo le norme Svensk Standard SIS 1967, asportando tutte le formazioni di calamina, ruggine, etc.

Successivamente, prima del trattamento di verniciatura, essi verranno accuratamente lavati e puliti.

Qualora richiesto in progetto, oppure descritto dalla direzione lavori, i manufatti potranno essere consegnati in cantiere già preverniciati, con il seguente ciclo di verniciatura:

- una mano di primer bicomponente epossidico (40/50 micron) quale ancoraggio per gli strati successivi;
- uno strato intermedio a base di resine epossidiche bicomponenti (60/80 micron);
- finitura con pitture a base di resine poliuretaniche bicomponenti, non ingiallenti, né sfarinanti (60/80 micron).

#### **- Movimentazione e trasporto dei manufatti**

Tutti i materiali dovranno essere debitamente protetti contro gli urti accidentali e le aggressioni fisico chimiche durante il trasporto al cantiere, la movimentazione nell' ambito dello stesso e la posa in opera.

#### **- Ancoraggio delle strutture in acciaio alle opere di fondazione**

I pilastri o comunque gli elementi che hanno una estremità vincolata al suolo saranno debitamente aggrappati alle fondazioni mediante piastre di base e bulloni, adeguatamente dimensionati.

Detti vincoli dovranno essere realizzati nella modalità qui descritta:

i bulloni di fondazione, cosiddetti tirafondi, verranno annegati nel plinto all' atto del getto ottenendo un posizionamento perfetto dei bulloni stessi mediante dime.

Dopo il montaggio delle strutture per la sigillatura si dovrà ricorrere a malte speciali di tipo espansivo previa pulizia di tutte le superficie interessate.

### **Art.16 INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI PUBBLICI**

Prima dell'inizio dei lavori di scavo, sulla scorta dei disegni di progetto e/o mediante sopralluoghi con gli incaricati degli uffici competenti, si devono determinare con esattezza i punti dove la canalizzazione interferisce con servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili, nonché manufatti in genere).

Nel caso di intersezione, i servizi interessati dovranno essere messi a giorno ed assicurati solo alla presenza di incaricati degli uffici competenti. In ogni caso, appena venga scoperto un condotto non in precedenza segnalato, appartenente ad un servizio pubblico sotterraneo, o si verifichi un danno allo stesso durante i lavori, si dovrà avvertire immediatamente l'Ufficio competente. I servizi intersecati devono essere messi a giorno mediante accurato scavo a mano, fino alla quota di posa della canalizzazione, assicurati mediante un solido sistema di puntellamento nella trincea di scavo e, se si tratta di acquedotti, protetti dal gelo nella stagione invernale, prima di avviare i lavori generali di escavazione con mezzi meccanici. Le misure di protezione adottate devono assicurare stabilmente l'esercizio dei servizi intersecati.

### **Art. 17 OPERE E STRUTTURE DI MURATURA**

#### **1. Malte per murature**

Tutte le diverse tipologie di malte possono essere utilizzate per murature. Nel dettaglio:

- le malte aeree, ottenute da gesso o calce aeree (calce viva in zolle o idrata) più sabbia e acqua;
- le malte idrauliche, ottenute da calce eminentemente idrauliche o agglomerati cementizi più sabbia ed acqua oppure da calce aerea più pozzolana ed acqua;

- le malte idrauliche plastiche, ottenute da calci eminentemente idrauliche ed agglomerati cementizi plastici più sabbia ed acqua;
- le malte cementizie, ottenute da cementi più sabbia ed acqua;
- le malte bastarde, ottenute da due o più leganti più sabbia ed acqua;
- le malte additivate, ottenute dalle precedenti malte più un additivo.

L'acqua e la sabbia per la preparazione degli impasti devono possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche indicate negli articoli di riferimento.

La dosatura dei componenti dovrà avvenire mediante apposite casse di dosaggio, evitando metodi approssimativi quali il cosiddetto "a numero di palate".

I quantitativi dei materiali da impiegare per la composizione delle malte per muratura, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla direzione lavori, dovranno rispondere alle prescrizioni di seguito riportate.

*Malta magra per murature:*

*con calce aerea spenta in pasta:*

- calce aerea spenta in pasta: 0,32 mc. (□□410 kg);
- sabbia 0,96 mc.;

*con calce idraulica in polvere:*

- calce idraulica in polvere 324 kg.;
- sabbia 1,08 mc.;

*con cemento di tipo 325:*

- cemento tipo 364 kg.;
- sabbia 1,04 mc.;

*Malta grassa per murature:*

*con calce aerea spenta in pasta:*

- calce aerea spenta in pasta 0,36 mc. (□□470 kg);
- sabbia 0,90 mc.;

*calce idraulica in polvere*

- calce idraulica in polvere 412 kg;
- sabbia 1,03 mc.;

*con cemento tipo 325*

- cemento tipo 400 kg;
- sabbia 1,00 mc.

L'impiego di malte premiscelate e premiscelate pronte è consentito, purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli sopra elencati, il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa. Le modalità per la determinazione della resistenza a flessione e a compressione delle malte sono stabilite dalla norma UNI EN 1015-11 "Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della resistenza a flessione e a compressione della malta indurita". Per altre caratteristiche quali contenuto d'aria, resistenza alla penetrazione e tempi di inizio e fine presa si farà riferimento alle norme UNI 7121 "Malta normale. Determinazione del contenuto d'aria" ed UNI 7927 "Malta. Determinazione della resistenza all penetrazione e dei tempi di inizio e fine presa".

Malte o colle di proporzioni diverse nella composizione, rispetto a quelle sopra indicate, confezionate anche con additivi e preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle sopra indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori di cui al D. Min. Infrastrutture 17 gennaio 2018, relativa circolare esplicativa.

## **2. Murature in genere: criteri generali per l'esecuzione**

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle volte, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per:

- ricevere le chiavi e i capichiave delle volte, gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T; le testate delle travi (di legno, di ferro); le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- il passaggio delle canalizzazioni verticali (tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufe e camini, scarico acqua usata, immondizie, ecc.);
- le imposte delle volte e degli archi;
- gli zoccoli, dispositivi di arresto di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc...

Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti sia fra le varie parti di esse.

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnarole e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca intorno e riempi tutte le commessure.

La larghezza dei giunti non dovrà essere maggiore di 8 né minore di 5 mm.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione delle murature dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi con paramento a vista (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle commessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali. In questo genere di paramento i giunti non dovranno avere larghezza maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilati con malta idraulica o di cemento, diligentemente compressa e lisciata con apposito ferro, senza sbavatura. Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e la larghezza dei giunti non dovrà mai eccedere i 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di zero gradi centigradi. Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

Le facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per giorni 15 dalla loro ultimazione od anche più se sarà richiesto dalla direzione dei Lavori.

Le impostature per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con gli addentellati d'uso, sia col costruire l'origine delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto.

Nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra sarà eseguito un opportuno strato (impermeabile, drenante, ecc.) che impedisca la risalita per capillarità.

### **3. Paramenti per le murature di pietrame**

Le murature in pietrame o ciottoli saranno eseguite imitando, per quanto possibile, quelle esistenti.

Per le facce a vista delle murature di pietrame, secondo gli ordini della direzione dei lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

a) con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);

b) a mosaico grezzo;

c) con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;

d) con pietra squadrata a corsi regolari.

a) Nel paramento con «pietra rasa e teste scoperte» (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm.

b) Nel paramento a «mosaico grezzo» la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

c) Nel paramento a «corsi pressoché regolari» il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadriati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm.

d) Nel paramento a «corsi regolari» i conci dovranno essere perfettamente piani e squadriati, con la faccia vista rettangolare e lavorati a grana ordinaria. Dovranno, altresì, avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso e, qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, quest'ultima dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza, però, fra due corsi successivi non

maggiore di 5 cm. La direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno un terzo della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di 10 cm nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a 25 cm; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di 20 cm.

In entrambi i paramenti a corsi, lo sfalsamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di 10 cm e le commessure avranno larghezza non maggiore di 1 cm. Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le commessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.

In quanto alle commessure, saranno mantenuti i limiti di larghezza fissati negli articoli precedenti secondo le diverse categorie di muratura.

Per le volte in pietrame si impiegheranno pietre di forma, per quanto possibile, regolari, aventi i letti di posa o naturalmente piani o resi grossolanamente tali con la mazza o col martello.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le commessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le commessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

#### **Art. 18 RIFERIMENTI NORMATIVI PER OPERE DI CONSOLIDAMENTO**

1. Per l'esecuzione dei lavori dovranno essere osservate le disposizioni normative che seguono:

DECRETI:

D.M. 17 gennaio 2018 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni

D.M.LL.PP. 9 gennaio 1996 Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

D.M.LL.PP. 3 dicembre 1987 Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate

NORME:

UNI EN 14199:2005 Esecuzione di lavori geotecnici speciali – micropali

UNI EN 14490:2010 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Chiodature del terreno

UNI EN 996:2009 Apparecchiature di palificazione - Requisiti di sicurezza

UNI EN 12715:2003 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Iniezioni

UNI EN 1537:2002 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Tiranti di ancoraggio

UNI EN 446:2007 Boiaccia per cavi di precompressione - Procedimento di iniezione della boiaccia

UNI EN ISO 17746:2016 "Norma Internazionale sui pannelli di rete in fune d'acciaio" e EAD specifici quali la EAD 230005-00-0106 per i pannelli di rete in fune di acciaio e la EAD 230004-00-0106 per la rete ad anelli ETAG027, come sostituita da EAD 340059-00-0106

Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP, STC- Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione, ed. settembre 2013, unita alla norma UNI 11437:2012 e all'EAD 230008-00-0106

RACCOMANDAZIONI AICAPP, aggiornamento 2013

UNI 11211-1 Opere di difesa dalla caduta massi - Parte 1: Termini e definizioni

UNI 11211-2 Opere di difesa dalla caduta massi - Parte 2: Programma prelim. di intervento

UNI 11211-3 Opere di difesa dalla caduta massi - Parte 3: Progetto preliminare

UNI 11211-4 Opere di difesa dalla caduta massi - Parte 4: Progetto definitivo ed esecutivo

UNI 11211-5 Opere di difesa dalla caduta massi - Parte 5: Manutenzione

#### **Art. 19 PERFORAZIONI**

Le attrezzature dovranno essere facilmente trasportate, spostate e posizionate nei punti di perforazione. Potranno essere del tipo idraulico o pneumatico. Raggiunta la profondità prevista, il perforo dovrà essere ripulito dai detriti con aria compressa. Nel caso di utilizzo di rivestimenti associati alla perforazione, questi saranno di acciaio, le cui dimensioni (spessore tubo, diametro interno, diametro esterno, lunghezza spezzoni) saranno funzione del diametro del perforo e delle caratteristiche dell'attrezzatura di perforazione. La necessità

di impiego del rivestimento provvisorio è da verificarsi caso per caso, in relazione alle reali caratteristiche del terreno incontrato e comunque autorizzato dalla direzione dei lavori. La perforatrice dovrà essere generalmente fissata alla parete rocciosa mediante tasselli ad espansione o ancoraggi preventivamente scelti o realizzati appositamente, al fine di garantire la voluta inclinazione. Dovrà essere predisposta un'opportuna controventatura con tirfort o funi. Lungo pendii acclivi la macchina potrà essere collocata su idonea attrezzatura che verrà movimentata lungo il pendio con un motoverricello. Nel caso si preveda la realizzazione di ponteggi per procedere all'operazione di perforazione, questi potranno essere realizzati in parete (ponteggi in parete) o appoggiati direttamente alla base della parete stessa. Si dovranno predisporre tutte le opere per la messa in sicurezza dei ponteggi, così come previsto dalla normativa vigente (messa a terra, etc.). I ponteggi sospesi verranno assicurati alla parete mediante l'impiego di tasselli ad espansione o fittoni resinati, collocati in fori allo scopo realizzati, e dovranno essere adeguatamente progettati e dimensionati. All'estremità opposta del tassello dovrà essere predisposto un manicotto sagomato, che costituirà il contrasto con l'espansione e che permette l'aggancio con i morsetti dei ponteggi tubolari. E' fatto divieto di fissare le apparecchiature di perforazione direttamente al ponteggio.

## **Art. 20 MICROPALI**

### **20.1 Definizione, classificazione e campi di applicazione**

Si definiscono micropali i pali trivellati di fondazione aventi diametro inferiore a 250 mm con fusto costituito da malta o

pasta di cemento gettata in opera e da idonea armatura di acciaio. Modalità ammesse per la formazione del fusto:

- tipo a): riempimento a gravità;
- tipo b): riempimento a bassa pressione;
- tipo c): iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità sono da applicare rispettivamente:

- tipo a) per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformazione a breve termine superi orientativamente i 200 MPa;
- tipo b) e c) per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 200 MPa.

In particolare la modalità tipo c) è da eseguire in terreni fortemente eterogenei e per conseguire capacità portanti elevate (non inferiore a 300 kN) anche in terreni poco addensati.

### **20.2. Soggezioni geotecniche e idrogeologiche**

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto, a cura e spese dell'Appaltatore, mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Appaltatore si farà carico di presentare documentazione scritta. La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né verranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

### **20.3. Tolleranze geometriche**

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

Ogni micropalo che risultasse non conforme alle tolleranze qui stabilite, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori, dovrà essere idoneamente sostituito, a cura e spese dell'Appaltatore.

### **20.4. Tracciamento**

Prima di iniziare la perforazione l'Appaltatore dovrà, a sua cura ed onere, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Appaltatore esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo

### **20.5 - Perforazione**

La perforazione, eseguita mediante rotazione o rotopercolazione in materie di qualsiasi natura e consi-

stenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza d'acqua, deve essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

Il tipo b) necessita che la perforazione sia eseguita con posa di rivestimento provvisorio per tutta la profondità del palo. Per i tipi a) e c) la perforazione potrà essere eseguita con o senza rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o di fango di cemento e bentonite, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili le pareti del foro e previa approvazione della Direzione Lavori.

Il fango di cemento e bentonite sarà confezionato adottando i seguenti rapporti in peso:

- bentonite/acqua: 0.05 - 0.08;

- cemento/acqua: 0.18 - 0.23.

In ogni caso la perforazione sottofalda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie, sabbie e limi) non dovrà essere eseguita con circolazione di aria per evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore ed il conseguente dilavamento del terreno.

A termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disagregatore. Il materiale di risulta dovrà essere portato a rifiuto dopo aver trattato i fanghi secondo le leggi vigenti.

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

## **20.6 - Confezione e posa delle armature**

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

### **20.6.1 - Armatura con barre di acciaio per c.a.**

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche delle presenti Norme Tecniche; saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione; la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante legature; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale. In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 1.5 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2.5 ml.

### **20.6.2 - Armature tubolari**

Si useranno tubi di acciaio S 355, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche. Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo dovranno essere ottenute mediante manicotti filettati.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo 3.5 mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili d'acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto. La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 1.5 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

## **20.7 - Formazione del fusto del micropalo**

La formazione del fusto dovrà iniziare in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun palo.

In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del perforo subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta.

In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta.

Fanno eccezione solo i micropali perforati interamente in roccia, senza presenza di franamenti e di acqua nel perforo. Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del micropalo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Appaltatore procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

### **20.7.1 - Riempimento a gravità**

Il riempimento del perforo, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a

10÷15 cm dal fondo e dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie scevra di inclusioni e miscele con il fluido di perforazione.

Si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre il tubo di convogliamento allorché il foro sarà intasato e stagnato.

Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione vanno praticati esclusivamente tramite il tubo di convogliamento.

Nel caso l'armatura sia tubolare, essa si potrà usare come tubo di convogliamento solo se il suo diametro interno non supera 50 mm; in caso contrario si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato, dotato di otturatore posizionato alla base del tubo di armatura del palo.

#### **20.7.2 - Riempimento a bassa pressione**

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta avverrà in un primo momento entro il rivestimento provvisorio tramite un tubo di convogliamento come descritto al punto precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0.5-0.6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione.

Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5 - 6 ml di rivestimento da estrarre per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

#### **20.7.3 - Iniezione ripetuta ad alta pressione**

Le fasi della posa in opera saranno le seguenti:

a) riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo a valvole e le pareti del perforo, ottenuta alimentando con apposito condotto di iniezione e otturatore semplice la valvola più bassa finché la malta risale fino alla bocca del foro;

b) lavaggio con acqua all'interno del tubo;

c) avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno, valvola per valvola, volumi di malta non eccedenti il sestuplo del volume del perforo senza superare durante l'iniezione la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage");

d) lavaggio con acqua all'interno del tubo;

e) avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione limitatamente alle valvole per le quali:

- il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;

- le pressioni residue di iniezione, misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico, non superino 0.7 MPa.

Al termine delle iniezioni si riempirà a gravità l'interno del tubo.

Le attrezzature per l'iniezione dovranno essere munite di apparecchio "contacolpi" al fine di verificare il numero di mandate necessarie per una corretta formazione del bulbo.

#### **20.7.4 - Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali**

Per la metodologia "conglomerato cementizio colato" si adotteranno impasti aventi:

- rapporto acqua-cemento:  $a/c = 0.5$

- classe di resistenza: non inferiore a 25/30 MPa. L'aggregato dovrà essere costituito:

- da sabbia fine lavata, per le malte dei micropali riempiti a gravità;

- da ceneri volanti o polverino di calcare, totalmente passanti al vaglio da 0.075 mm, per le paste dei micropali formati mediante iniezione in pressione.

Per garantire la resistenza richiesta e la necessaria lavorabilità e stabilità dell'impasto dovranno essere adottati i seguenti dosaggi minimi:

- per le malte, 600 kg di cemento 32.5 o 32.5R tipo II per metro cubo di impasto, in condizioni di non aggressività del terreno o dell'acqua; in caso di condizioni di aggressività cemento 32.5 o 32.5R tipo III o IV;

- per le paste, 900 kg di cemento 32.5 o 32.5R tipo II per metro cubo di impasto, in condizioni di non aggressività del terreno o dell'acqua; in caso di condizioni di aggressività cemento 32.5 o 32.5R tipo III o IV.

In presenza di particolari condizioni operative ed ambientali, si dovrà fare uso di cementi tipo 42.5 o 42.5R del tipo

consono all'aggressività ambientale rilevata.

Per una corretta posa in opera si potranno anche aggiungere superfluidificanti non aeranti ed eventualmente bentonite;

quest'ultima in misura non superiore al 4% in peso del cemento.

In presenza di acque di falda che possono sortire effetti dilavanti si potrà impiegare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, un additivo ad attività pozzolanica con effetto antidilavante non tossico, non nocivo, non

inquinante.

L'impiego di additivi comporterà la riduzione dell'acqua di impasto nelle quantità indicate dal produttore degli additivi stessi.

### **20.8 - Controlli**

Il controllo della profondità dei perfori, rispetto alla quota dei piani di imposta delle strutture di fondazione in calcestruzzo armato, verrà effettuato in doppio modo:

- a) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
- b) in base alla lunghezza dell'armatura.

La differenza tra le due misure dovrà risultare non superiore a 0.10 ml; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

- nel caso di armature in barre longitudinali ad aderenza migliorata, in base alla rispondenza al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;
- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto. In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico mediante la bilancia descritta successivamente e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata di diametro non inferiore a 30 mm.

Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cmc il peso specifico assoluto del cemento e 2.65 g/cmc quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24 ore non dovrà superare il 3% in volume.

Con il campione di miscela saranno altresì confezionati cubetti di 7 o 10 cm di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione nella misura di almeno una prova per ogni micropalo.

Per i micropali riempiti a gravità, la frequenza dei prelievi sarà pari ad 1 ogni 10 pali, o frazione.

Le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.

#### **20.8.1 - Misure del peso specifico**

Si userà di regola una bilancia (pesa di Baroid) che consiste in un'asta graduata in gr/lt impernata al basamento e munita ad un estremo di contrappeso ed all'altro di un contenitore.

Quest'ultimo una volta riempito sarà chiuso con un coperchio forato; si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che della miscela fuoriesca dal foro.

Successivamente si avrà cura di pulire l'esterno del contenitore e del coperchio. Si sposterà il cursore posto sull'asta finché questa assumerà una posizione orizzontale, individuata dalla bolla della livella montata sull'asta. In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume racchiuso nel contenitore.

Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a 1000 gr/lt; in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso. L'approssimazione delle misure dovrà essere di  $\pm 5$  gr/lt.

### **20.9 - Documentazione dei lavori**

L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Appaltatore in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione del micropalo;
- data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione (detta "A");
- profondità del foro all'atto della posa dell'armatura (detta "B");
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- per i micropali formati mediante iniezione ripetuta ad alta pressione, pressioni residue minime e quantità complessive iniettate per ogni fase di iniezione ad alta pressione;
- risultati delle misure di peso di volume, di decantazione (acqua separata) e classe di resistenza a compressione.

La scheda di registrazione dovrà essere riportata su apposito modello, accettato preventivamente dalla Direzione Lavori, e dovrà essere trasmessa dall'Appaltatore alla stessa Direzione Lavori con cadenza giornaliera.

## **Art. 21 ANCORAGGI AUTOPERFORANTI IN BARRA CAVA QUALIFICATA, PRODOTTI IN ACCORDO AL D.M. 17/01/2018**

Gli ancoraggi autoperforanti ad uso geotecnico di tipo passivo, in barra cava qualificata, prodotti in accordo al D.M. 17/01/2018, possono essere eseguiti in terreni di qualsiasi natura e consistenza, sia in verticale sia

inclinati. L'armatura avrà diametro nominale di mm 90 avente le seguenti caratteristiche nominali, sezione mm<sup>2</sup> 2470, carico di snervamento kN 1136, carico di rottura kN 1383, Agt ≥ 5% (valori di carico medio riscontrato a snervamento kN 1280, a rottura kN 1510) e satà costituita da un tubo in acciaio S460J0 a filettatura continua secondo ISO10208.

Durante la fase di perforazione dell'ancoraggio verrà iniettata una boiaccia di cemento tipo 325, con rapporto acqua-cemento 70/100 l di acqua ogni 100 kg di cemento, che avrà la funzione di portare in superficie i detriti di perforazione e di stabilizzare il foro. Nella fase di cementazione dell'ancoraggio la boiaccia avrà un rapporto acqua-cemento 40/50 l di acqua ogni 100 kg di cemento, fino alla fuoriuscita di boiaccia in eccesso da boccaforo.

Per la posa dell'ancoraggio si utilizzeranno punte di perforazione a perdere del Ø mm 120, mm 130 o mm 180, in acciaio temperato o in widia, manicotti di giunzione tra barra e barra del Ø mm113xL.mm220 fino al raggiungimento della quota finale di posa. Sarà necessario utilizzo di centratori.

## **Art. 22 TIRANTI ED ANCORAGGI**

Si distinguono le seguenti tipologie principali di ancoraggio:

### **1) Tiranti d'ancoraggio attivi (o pretesi)**

Sono elementi strutturali operanti a trazione atti a trasmettere forze al terreno.

### **2) Chiodi d'ancoraggio**

Sono elementi strutturali caratterizzati dall'assenza di guaine, integralmente connessi al terreno; possono essere convenzionalmente suddivisi in:

- chiodi ad aderenza continua in barre d'acciaio;
- chiodi ad espansione meccanica con tubo di acciaio sagomato ad "omega".

### **3) Bulloni d'ancoraggio**

Sono elementi strutturali il cui collegamento con la roccia è ottenuto con testa di ancoraggio espandibile e possono essere pretesati.

Le perforazioni, di qualunque tipo, comunque inclinate ed in materiali di qualsiasi natura, durezza e consistenza, anche in presenza d'acqua di qualsiasi entità e pressione, saranno eseguite con perforatori a rotazione o rotopercolazione.

Qualora le caratteristiche dei terreni o la presenza dell'acqua lo richiedesse, il foro potrà essere sostenuto mediante idonee tubazioni durante la perforazione e nelle fasi successive.

Prima di procedere alle iniezioni, l'Appaltatore dovrà eseguire una accurata pulizia del foro con getto d'aria a pressione e lavaggio con getto d'acqua a pressione, se compatibile.

La cementazione sarà effettuata mediante iniezioni di boiaccia di cemento antiritiro ovvero con fialoidi di resina epossidica o barre di gelatina preconfezionate, con tutti gli accorgimenti e i materiali necessari per assicurare il completo riempimento dei fori e l'aderenza del chiodo al terreno per tutta la sua lunghezza. Le iniezioni saranno eseguite alla pressione predeterminata in fase di progetto o qualificazione e concordata con la Direzione Lavori.

- la composizione della miscela sarà definita dall'Appaltatore e concordata con la Direzione dei Lavori.

Nel caso di impiego di gelatine o cementi speciali o resine sintetiche, dovrà essere garantita l'assenza di ioni aggressivi e l'impiegabilità nel caso specifico.

In ogni caso, durante l'iniezione si dovrà aumentare gradualmente il valore della pressione fino a raggiungere il valore predeterminato.

Qualora gli ancoraggi e/o i tiranti operino in terreni interessati dalla presenza di acque aggressive nei confronti dei cementi o dell'acciaio, gli ancoraggi saranno costituiti da materiali mutualmente compatibili, da un punto di vista elettrochimico, con le parti meccaniche dell'ancoraggio.

In particolare, sarà curata la protezione delle testate di ancoraggio e saranno utilizzate idonee iniezioni di intasamento dei fori a base di cementi ad alta resistenza chimica.

Le seguenti attività sono da considerare comprese, qualora necessarie, nella realizzazione degli ancoraggi e/o tiranti:

- le guaine, i tubi di iniezione e di sfiato, i dispositivi di bloccaggio e di fissaggio, i distanziatori, le piastre ripartitrici e di ancoraggio con i relativi accessori quali bulloni e rosette;
- il serraggio, la tesatura sino al valore richiesto dal progetto ed in esso indicato ed il collaudo, nonché quant'altro occorrente per la perfetta messa in esercizio degli ancoraggi.
- i disegni di progetto riportano i tipi e i materiali richiesti.

## **DOCUMENTAZIONE LAVORI INERENTI TIRANTI/CHIODATURE**

Per ogni tirante/chiodatura, sia preliminare di prova che di progetto, dovrà essere compilata dall'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori, una scheda recante le seguenti indicazioni: diametro, lunghezza e sistema di perforazione;

eventuali iniezioni preliminari di intasamento;  
tipo e dimensioni delle armature metalliche;  
lunghezza del tratto attivo;  
quantità di miscela iniettata e sua composizione;  
risultati delle prove di collaudo (forze applicate e allungamenti corrispondenti misurati come descritto nel relativo paragrafo);  
date di perforazione, iniezione e tesatura di collaudo;  
identificazione delle litologia e dello spessore di ogni strato di terreno perforazioni.

## COLLAUDO DI TIRANTI E ANCORAGGI

In loco dovrà essere eseguito il collaudo degli ancoraggi secondo NTC, UNI EN 1537 e Racc. AICAP nel numero richiesto dalla D.L. e tenendo conto del carico utile richiesto aumentato del 20%.

Per collaudo si intende la prova di tesatura assiale non distruttiva per la verifica della resistenza di utilizzazione (NU) degli ancoraggi eseguiti.

Verrà redatto apposito verbale in contraddittorio tra D.L. ed Appaltatore dal quale dovranno risultare tutte le informazioni utili sulle modalità di prova (condizioni di prova, l'attrezzatura di prova utilizzata, le curve di carico e scarico in un diagramma forza / pressione, i risultati della prova, la tipologia delle opere collaudate, il tipo di terreno, ecc).

Le prove devono essere eseguite da personale specializzato, nel rispetto delle norme di sicurezza. Nel caso in cui si richieda la valutazione degli allungamenti dei tiranti, questi devono essere misurati con riferimento ad un punto fisso esterno alla zona in cui si risentono significativamente le azioni trasmesse dal tirante stesso.

La prova di collaudo si esegue attraverso un ciclo di carico e scarico dell'ancoraggio realizzato con forza di collaudo  $NC=1,20 NU$ .

Il tirante viene portato al carico di prova partendo da un carico di allineamento pari a  $0.10 NU$  con incrementi di carico non superiori a  $0.40 NU$  e con sosta a ciascun incremento di 1 minuto. Una volta raggiunto il carico di collaudo, questo deve essere mantenuto costante per un periodo di tempo pari a  $\Delta t=5$  min per tiranti in roccia o terreni non coesivi e  $\Delta t=15$  min per terreni coesivi. Al termine l'ancoraggio viene scaricato per decrementi della forza non superiori a  $0.6 NU$  con sosta a ciascun decremento di 1 min.

Le prove di collaudo devono essere eseguite su almeno un numero di ancoraggi pari ad almeno il 10% e comunque non minore di 3. Qualora si verifichi anche un solo cedimento per un carico inferiore all'80% della resistenza ultima di utilizzazione, le prove dovranno essere estese ad un ulteriore 20% di ancoraggi che devono risultare positive e così via.

L'attrezzatura da utilizzare per l'esecuzione della prova di collaudo dovrà essere tale da permettere l'applicazione diretta, senza deviazioni o impedimenti, della forza di trazione in direzione assiale all'ancoraggio. L'attrezzatura dovrà essere certificata presso un laboratorio di prova di comprovata esperienza mediante un test di carico con successivo scarico controllato dell'attrezzatura completa di tutti gli elementi del sistema (pompa + tubo + manometro + cilindro). Il sostegno di tiro realizzato con una struttura rigida composta da profili in acciaio atta a distribuire uniformemente sul terreno la reazione al carico applicato senza comportare cedimenti del terreno.

Tiranti riscontrati insufficienti o ammalorati dalle prove sono da rifare a cura e spese dell'Appaltatore.

Gli oneri connessi con l'effettuazione delle prove sono completamente a carico dell'Appaltatore; qualora i risultati siano negativi, lo stesso deve farsi carico delle ulteriori prove eventualmente richieste dalla D.L. e al rifacimento completo degli ancoraggi non idonei.

Per ancoraggi di barriere paramassi, citando la norma UNI 11211:parte 4-2018, il numero e l'ubicazione delle prove devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione; in ogni caso il numero di prove non deve essere inferiore a:

- 1 se il numero degli ancoraggi è inferiore a 20,
- 2 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 21 e 50,
- 3 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 51 e 100,
- 7 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 101 e 200,
- 8 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 201 e 500,
- 10 se il numero degli ancoraggi è superiore a 500<sup>16)</sup>.

## **Art. 23 DISGAGGIO E DEMOLIZIONE**

### **DISGAGGI MANUALI**

Le lavorazioni verranno svolte essenzialmente con attrezzi a mano, da un operatore in parete che provvederà, durante la calata, alla rimozione di tutti gli elementi instabili, individuati in progetto.

Dopo la rimozione della porzione di roccia, la nicchia dovrà essere accuratamente ripulita dagli elementi lapidei più piccoli eventualmente presenti.

Durante la fase di discesa si dovranno rimuovere tutti gli elementi instabili che potrebbero essere mobilitati dalle oscillazioni della corda.

Le leve manuali e gli altri attrezzi occorrenti, nonché tutta l'attrezzatura necessaria per le lavorazioni, verranno collegati all'operatore mediante cordini di sicurezza per evitare la loro caduta accidentale.

Per il taglio della vegetazione, l'operatore, calato lungo la parete con le medesime modalità delle operazioni di disaggio, giunto in corrispondenza dell'elemento vegetale da rimuovere, provvederà al taglio "a raso" dello stesso, con la apparecchiatura più appropriata.

Si dovrà procedere alla verifica se l'apparato radicale ha causato l'eventuale instabilità di porzioni lapidee; si procederà quindi, se necessario, alle operazioni di disaggio secondo le modalità precedentemente enunciate. La ceppaia restante dovrà essere trattata con opportuna sostanza antivegetativa, al fine di impedire l'ulteriore azione dell'apparato radicale.

Gli operatori dovranno essere dotati di tutte le attrezzature alpinistiche di progressione (discensore, bloccanti, etc.) e le procedure operative dovranno rispondere ad adeguati standard di sicurezza secondo i disposti legislativi (81/08 e successive modifiche ed integrazioni).

L'esito delle verifiche dovrà essere riportato su apposita relazione, redatta dall'Appaltatore, che dovrà essere controfirmata dalla DL.

### **DEMOLIZIONI DI VOLUMI ROCCIOSI IN EQUILIBRIO PRECARIO**

Al fine di procedere alla demolizione di porzioni di elementi di roccia in equilibrio precario si potranno utilizzare tre modalità:

- Demolizione tramite attrezzature idrauliche;
- Demolizione tramite impiego di agenti chimici non esplosivi;
- Demolizioni tramite impiego di esplosivo.

Le operazioni di demolizione dovranno predisporre la pendice all'accoglimento in sicurezza degli interventi di rete e rinforzo corticale, e ad una diminuzione del rischio potenziale nel caso di opere paramassi o qualsiasi altra struttura che non sia adagiata sulla parete rocciosa.

Nella fase preliminare all'esecuzione dei lavori si dovranno predisporre tutti gli accorgimenti atti alla messa in sicurezza della sede stradale e di opere adiacenti (eventuale barriera provvisoria di protezione, segnaletica, chiusura strada o traffico alternato, eventuali assicurazioni ed evaquazioni, etc.).

Alla fine dei lavori la ditta appaltatrice dovrà garantire, per il tramite di apposita dichiarazione scritta che:

- tutte le masse identificate come pericolose siano state rimosse;
- non siano stati provocati danni a manufatti pre-esistenti;
- non siano state poste in instabilità ulteriori masse.

L'esito delle verifiche dovrà essere riportato su apposita relazione, redatta dall'Appaltatore, che dovrà essere controfirmata dalla DL.

### **DEMOLIZIONE TRAMITE IMPIEGO DI ATTREZZATURE IDRAULICHE**

Con tale denominazione si vuole intendere la demolizione e l'abbattimento di porzioni di roccia in equilibrio precario mediante l'impiego di attrezzature idrauliche ad alta pressione, quali martinetti ed allargatori.

Tali martinetti verranno azionati da pompa manuale, dotata di deviatori, al fine di poter azionare il martinetto successivo senza asportare il precedente.

Anche in questo caso dopo l'asportazione del masso la nicchia di distacco verrà ripulita accuratamente.

I martinetti così come gli utensili impiegati verranno assicurati all'operatore con cordini di sicurezza.

Le modalità di calata, le modalità di lavoro e le attrezzature impiegate saranno le stesse di quelle già viste per il disaggio.

Alla fine dei lavori la ditta appaltatrice dovrà garantire, per il tramite di apposita dichiarazione scritta che:

- tutte le masse identificate come pericolose siano state rimosse;
- non siano stati provocati danni a manufatti pre-esistenti;
- non siano state poste in instabilità ulteriori masse.

L'esito delle verifiche dovrà essere riportato su apposita relazione, redatta dall'Appaltatore, che dovrà essere controfirmata dalla DL.

#### **Art. 24 TAGLIO DI VEGETAZIONE**

Ove richiesto e necessario si dovrà inoltre provvedere al taglio della vegetazione presente al fine di evitarne gli effetti destabilizzanti dell'apparato radicale, sia per azioni attive (pressione osmotica, etc.) che passive (effetto leva docuto al vento, forza di gravità in porzioni di parete particolarmente scoscese, etc.) sull'ammasso.

Il taglio della vegetazione avverrà, salvo diversa indicazione progettuale o della Direzione Lavori, a raso del fusto; successivamente e secondo le indicazioni della Stazione Appaltante dovrà essere curato il suo trasporto a valle o gestita la permanenza in loco. Il legname risultante, per la parte ritenuta idonea dalla Direzione Lavori, tagliato secondo misure commerciali, rimarrà di proprietà della Stazione Appaltante e dovrà essere accatastato in area di cantiere o contigua a questa. Ramaglie ed arbusti dovranno invece essere rimossi dall'area di cantiere e trasportati in sito di sistemazione finale, conforme alle normative vigenti in materia, a cura e spese dell'Appaltatore. Rimangono inoltre a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri di taglio, smaltimento, trasporto al luogo di accatastamento e sistemazione del legname ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

#### **Art. 25 LEGATURE E IMBRAGATURE**

Dopo le operazioni di pulizia e leggero disaggio, la legatura di singoli blocchi rocciosi verrà realizzata con l'impiego di una serie di imbragature in funi con diametro non inferiore a 16 mm, leggermente pretese, vincolate ad entrambe le estremità ad un ancoraggio di attacco avente lunghezza min 2 m in roccia non fratturata e 3 m in terreno sciolto, realizzato in doppia fune spiroidale diametro 16 mm. Le funi di acciaio ad anima metallica avranno resistenza minima pari a 1770 n/mm<sup>2</sup>.

Dopo aver tracciato i punti di perforazione degli ancoraggi si procederà alla loro esecuzione con l'impiego di idonea macchina o attrezzatura di perforazione.

All'interno dei fori, dopo la cementazione, verranno posti in opera gli ancoraggi che dovranno essere realizzati con cavo metallico zincato con anima metallica di qualità non inferiore a 1770 N/mm<sup>2</sup>.

La cementazione verrà eseguita a gravità prima dell'inserimento degli ancoraggi, con le metodologie descritte nel punto relativo alla perforazione.

I cavi verranno tagliati con cesoia o mola dopo aver nastrato accuratamente il tratto interessato da taglio e saranno fissati ad un'estremità con idonei morsetti in numero conforme alla normativa, nonché all'altra estremità previa leggera tesatura con tir-vit o tir-fort leggero.

Oltre la fornitura di tutti i materiali necessari, è compreso e compensato l'onere:

- per l'esecuzione del lavoro a qualunque altezza e secondo pendici comunque acclivi da parte di personale specializzato (rocciatori).
- per il sollevamento e la postazione dell'attrezzatura di perforazione e dei relativi accessori;
- per l'uso di funi nuove del tipo a trefoli a filo elementare zincato (secondo la classe AB, UNI 7304-74 oppure DIN 2078 )

Tutte le parti metalliche esposte dovranno essere protette con vernici epossidiche o zincatura a caldo (ISO 2232)

#### **Art. 26 CONSOLIDAMENTI ESTENSIVI E PUNTUALI**

Le operazioni di consolidamento sia di tipo estensivo che di criticità puntuali potranno avvenire attraverso l'utilizzo di

- rete metallica a doppia torsione
- pannelli in fune metallica ad alta resistenza
- chiodature di tipo passivo o semiattivo
- reticoli in fune metallica (associati a rivestimenti in rete metallica o in pannelli)
- imbracature e fasciature di elementi lapidei puntuali.

Per tali operazioni dovranno essere seguite le specifiche riportate nelle voci di Elenco Prezzi relative.

Per la parte relativa alle chiodature si farà espresso riferimento a quanto riportato nelle norme tecniche ai punti all'articolo 7.

#### **Art. 26.1 - Rivestimento di scarpate in roccia con pannelli di rete metallica**

Dopo le operazioni di pulizia e disaggio, verranno realizzati lungo il bordo superiore degli agganci provvisori in ferro sagomato. Nel caso siano presenti reti addossate sulla parete, è necessario prevedere il loro taglio parziale e la creazione di aperture che dovranno essere ripristinate al termine dei lavori. Si procederà quindi alla stesa di un cavo metallico passante per gli agganci con diametro non inferiore a Ø=6mm, al quale ver-

ranno fissate provvisoriamente i teli di rete. I rotoli, di rete, preparati e catalogati in funzione dell'area da rivestire, della larghezza di 3.00 m e della lunghezza maggiorata di 50 cm per consentire il risvolto delle funi di sommità e di piede, verranno sollevati con l'impiego di mezzi opportuni (autogru, camion gru, elicottero, verricelli, etc.) fino al bordo superiore dove dovranno essere fissati, con funi o moschettoni, al cavo provvisorio. I rotoli verranno stesi secondo le linee di massima pendenza e guidati da due operatori in parete, con l'intento di rivestire con continuità la parete. Nell'eventualità che siano presenti degli elementi aggettanti, verranno stesi dei cavi di acciaio orizzontali, fissati ad ancoraggi provvisori, al fine di consentire l'aderenza della rete alla parete.

La rete sarà a doppia torsione, maglia tipo 6x8 e filo avente diametro pari 2.70/3 mm galvanizzato con lega eutettica di Za - Al (5%), in accordo con le "Linee Guida per la redazione di Capitolati per L'impiego di rete metallica a doppia, torsione" emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP, il 12 maggio, 2006 e ss.mm.ii.. I teli di rete dovranno essere collegati con punti metallici. La rete metallica sarà bloccata in sommità ed al piede della scarpata mediante una fune d'acciaio zincato di diametro mm 16 e sarà ancorata alla roccia ogni 3,00 mediante ancoraggi in barre d'acciaio tipo B450C  $\varnothing = 24$  annegati in malta cementizia antiritiro della lunghezza di 3,00 metri. Successivamente sulla scarpata saranno posti in opera altri ancoraggi barra delle stesse caratteristiche già dette, in ragione di uno ogni 18,00 mq (gli ordini di ancoraggi saranno distanziati di 3.00 m in senso orizzontale e 6.00 m in senso verticale). Infine sarà posto in opera un reticolo di funi di contenimento costituito da un'orditura, romboidale ( mt. 3,00 x 6,00) in fune o con maglia differente a seconda degli elaborati di progetto.

Prima della loro messa in opera, per ogni partita di rete giunta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione dei Lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato dal produttore, redatto a norma della Circ. del Min. LL. PP. n° 2078 del 27/08/1962. La Direzione dei Lavori procederà al collaudo di ogni partita del materiale utilizzato. Preliminarmente la D.L. procederà ad una ricognizione a vista, al fine di controllare che nei punti di torsione della rete lo zinco non presenti sollevamenti o screpolature. Nel caso che tali anomalie siano presenti in più del 10% delle verifiche, la partita sarà rifiutata e l'appaltatore dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese. Successivamente si procederà al prelievo di campioni di filo, ciascuno della lunghezza di almeno 40 cm, in ragione di almeno un campione ogni 300 mq di rete, e comunque almeno un campione, ed un campione ogni 10 matasse di filo per cucitura, per definire la quantità di zinco presente, espressa in grammi per mq di superficie zincata.

Metà di ciascun campione verrà sottoposto a prova per verificare il peso unitario dello strato di zinco mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura. Sull'altra metà dovranno essere eseguite prove per verificare l'uniformità dello spessore dello strato di zincatura mediante cinque immersioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata, senza che compaiono sul ferro depositi di rame aderente. Entrambe le prove dovranno essere effettuate a cura dell' Appaltatore e sotto il controllo della Direzione dei Lavori, presso laboratori indicati dalla stessa Direzione Lavori, nel rispetto della Norma UNI 4007/78. Nell'eventualità che il peso unitario dello strato di zinco risulti inferiore a quello indicato in tabella in più del 20% dei campioni e l'uniformità dello strato risulti carente in egual misura, la partita sarà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese. Del pari, la partita sarà rifiutata in assenza od incompletezza del certificato di collaudo e garanzia che il produttore deve rilasciare per ogni partita. Dopo la stesa, lungo il bordo sommitale ed al piede del pendio, in corrispondenza delle giunzioni della rete, sono eseguiti gli ancoraggi definitivi, realizzando delle perforazioni di diametro non superiore ai 45 mm ed alloggiando all'interno dei fori gli ancoraggi realizzati con cavo metallico ad anima metallica di resistenza non inferiore a 1770 N/mm<sup>2</sup>, o con barre metalliche ad aderenza migliorata di qualità B540C o con altro tipo di ancoraggio indicato negli elaborati progettuali, tali ancoraggi filettati ad una estremità, saranno dotati di un golfaro femmina (DIN 582). Nella esecuzione dei fori l'Appaltatore dovrà avere cura di posizionarli nei punti dove la roccia si presenta più sana e compatta. Gli ancoraggi verranno iniettati con boiaca di cemento eventualmente additivata con prodotti antiritiro.

Nelle asole degli ancoraggi di sommità e di piede viene steso un cavo in acciaio zincato con anima tessile, con resistenza dei fili non inferiore a 1770 N/mm<sup>2</sup>, del diametro  $\varnothing = 16.0$  mm in sommità e di diametro  $\varnothing = 16.0$  mm per il bloccaggio della rete alla base del versante. Il cavo viene fissato agli ancoraggi perimetrali, dopo essere stato tesato con attrezzo di trazione da 800 kg, con coppia di idonei morsetti (tipo a cavallotto). I bordi sommitali e di piede della rete dovranno essere risvoltati attorno ai cavi di acciaio. Lungo la fune di contenimento al piede, almeno ogni 10m, dovrà essere predisposta un' asola con diametro minimo di 1,0 m, attrezzata con una morsa in semi gusci di fusione, avente la funzione di consentire il rapido scarico dei materiali eventualmente trattenuti a tergo della stessa rete.

I teli dovranno essere accuratamente legati tra loro in modo puntiforme ed ad interasse massimo di 50 cm, con filo di acciaio zincato del diametro uguale al filo della rete, così da garantire la continuità del rivestimento. Si provvederà all'ancoraggio della rete alla parete con ancoraggi realizzati con tondini in acciaio zincato, la cui disposizione e frequenza è indicata negli elaborati di progetto in funzione delle caratteristiche della roccia.

Sulla rete sarà predisposto un rafforzamento mediante la formazione di un reticolo di contenimento in fune costituito da un'orditura romboidale ed, eventualmente, anche da una orditura verticale, entrambe in fune metallica in acciaio zincato con anima tessile del diametro previsto negli elaborati di progetto con resistenza dei fili non inferiore a 1770 N/mm<sup>2</sup>.

Predisposti gli ancoraggi realizzati con cavo metallico ad anima tessile o con barre di metallo, si procederà alla loro cementazione ed alla stesura dei cavi, facendoli passare all'interno dei golfari terminali degli ancoraggi di attacco precedentemente realizzati.

I cavi posti in opera dovranno essere tagliati con idonea cesoia dopo aver nastrato accuratamente il tratto interessato dal taglio. I cavi saranno fissati ad una estremità con idonei morsetti (tipo a "cavallotto") in numero conforme alla Normativa ovvero in funzione del diametro del cavo. All'altra estremità verrà posizionato l'attrezzo di trazione manuale da 600 kg, per la tesatura del cavo fino alla massima trazione.

Si procederà quindi al bloccaggio del cavo con morsetti di caratteristiche analoghe a quelle viste in precedenza e con le medesime modalità. Tutte le parti metalliche esposte dovranno essere protette con vernici epossidiche o zincatura a caldo (ISO 2232).

#### **Art. 26.2 - Rivestimento di scarpate in roccia con pannelli di rete in fune**

Dopo le operazioni di pulizia e disgaggio, verranno realizzati degli agganci provvisori in ferro sagomato. I pannelli di rete preparati e catalogati in funzione dell'area da rivestire, verranno sollevati con l'impiego di mezzi opportuni (autogru, camion gru, elicottero, verricelli, etc.). I pannelli verranno posati e guidati da due operatori in parete, con l'intento di rivestire con continuità la parete. Nell'eventualità che siano presenti degli elementi aggettanti, verranno stesi dei cavi di acciaio orizzontali, fissati ad ancoraggi provvisori, al fine di consentire l'aderenza della rete alla parete. I pannelli in fune devono avere in funzione della conformazione del sito di posa un'area massima di 18.0 mq.

Il pannello è realizzato con un'unica fune di tessitura ad anima metallica, dal diametro pari a 10 mm intrecciata in modo da formare maglie romboidali di lato nominale 300 x 300 rinforzi sono costituiti da nodi in doppio filo di acciaio del diametro 3 mm conforme alla norma EN 10218 e galvanizzato con lega eutettica di Zn - Al (5%). I fili sono intrecciati meccanicamente in fase di produzione su entrambi i lati del pannello (doppia legatura con doppio filo) in grado di garantire una resistenza alla rottura (prova di trazione statica a strappo) non inferiore a 24 kN. 1 pannello saranno ancorati con densità pari a n. 1 ancoraggio per ogni angolo del pannello e in ogni caso posti ad asse non superiore a 3,00 m mediante ancoraggi in barra d'acciaio B540C diametro 24mm filettata in della lunghezza minima di m 3,00. A seconda delle soggezioni geotecniche e degli elaborati di progetto, possono essere previste altre tipologie di ancoraggio (barre tipo gewi, dywidag, etc. etc.). Inoltre, le dimensioni di massima dei pannelli non dovranno essere superiori a 18,00 mq Il collegamento fra i pannelli rete in fune e gli ancoraggi predisposti, sarà realizzato con funi d'acciaio della stessa tipologia e diametro di quella costituente l'orditura della maglia. Superiormente e inferiormente i pannelli sono bloccati facendo passare rispettivamente una fune Ø 16mm (6x19+WS) all'interno delle maglie del pannello e negli occhi del golfaro di ancoraggio; lateralmente il rivestimento in pannelli è realizzato facendo passare nei golfari e, alternativamente, nelle maglie del pannello una fune Ø 8mm (6x7+WS) bloccata con morsetti; il collegamento fra pannello e pannello è realizzato facendo passare alternativamente una fune Ø8mm (6x7+WS) nelle maglie dei pannelli e il successivo bloccaggio con morsetti; i morsetti da utilizzare sono del tipo DIN741 □8.0mm in quantità di 3 per ogni asola, mentre per quelli □12mm e □16mm (6x19+WS) in quantità di 4 per ogni asola; la fune da utilizzare è di tipo a trefoli con resistenza unitaria del filo elementare di 1770N/mm<sup>2</sup> (UNI ISO 2408) zincata secondo la ISO 2232.

Prima della loro messa in opera ogni partita di pannelli giunta in cantiere dovrà essere provvista dei certificati di prova che dovranno essere consegnati alla Direzione dei Lavori dall' Appaltatore. La Direzione dei Lavori procederà al collaudo di ogni partita del materiale utilizzato.

Nel caso di anomalie presenti, la partita sarà rifiutata e l'appaltatore dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese.

La partita sarà rifiutata in assenza od incompletezza del certificato di collaudo e garanzia che il produttore deve rilasciare per ogni partita.

Successivamente si provvederà al prelievo di campioni di cavo della lunghezza di almeno 50 cm, in ragione di almeno un campione ogni 200 mq di pannelli posti in opera e comunque almeno uno, al fine di definire la resistenza dell' elemento.

Sui pannelli potrà essere predisposto un rafforzamento mediante la formazione di un reticolo di contenimento costituito da un'orditura romboidale ed, eventualmente, anche da una orditura verticale, entrambe in fune metallica in acciaio zincato con anima tessile del diametro previsto negli elaborati di progetto con resistenza dei fili non inferiore a 1770 N/mm<sup>2</sup>.

Tale rafforzamento verrà realizzato predisponendo sulla parete l'ubicazione dei punti di perforazione secondo il reticolo previsto in progetto. Predisposti gli ancoraggi realizzati con cavo metallico ad anima tessile o

con barre di metallo, si procederà alla loro cementazione ed alla loro stesura, facendoli passare all'interno delle asole terminali degli ancoraggi di attacco precedentemente realizzati. I cavi posti in opera, verranno tagliati con idonea cesoia dopo aver nastrato accuratamente il tratto interessato dal taglio.

I cavi saranno fissati ad una estremità con idonei morsetti (tipo a "cavallotto") in numero conforme alla Normativa ovvero in funzione del diametro del cavo. All'altra estremità verrà posizionato l'attrezzo di trazione manuale da 600 kg, per la tesatura del cavo fino alla massima trazione. Si procederà quindi al bloccaggio del cavo con morsetti di caratteristiche analoghe a quelle viste in precedenza e con le medesime modalità. Tutte le parti metalliche esposte dovranno essere protette con vernici epossidiche o zincatura a caldo (ISO2232)

### **Art. 26.3 - Realizzazione del reticolo di contenimento in fune**

L'intervento consiste nel sovrapporre ad uno dei sistemi di protezione semplice (rete metallica in aderenza, pannelli in aderenza, rete ad anelli in aderenza), un reticolo di funi a disposizione romboidale ed eventualmente verticale. In particolare l'intervento consiste nelle seguenti operazioni:

- formazione di reticolo di contenimento di forma romboidale 3.0m (base) x 6.0m (altezza) oppure 3.0m x 3.0m con funi Ø12.0mm (6x19+WS); sul perimetro esterno del rivestimento sono posizionate anche delle funi di contenimento verticali; la fune da utilizzare è di tipo a trefoli con resistenza unitaria del filo elementare di 1770N/mm<sup>2</sup> (UNI ISO 2408) zincata secondo la ISO 2232;
- sulla sommità e alla base le funi del reticolo di contenimento sono bloccate sulle asole degli ancoraggi precedentemente realizzati per il posizionamento del sistema di protezione; altri ancoraggi devono essere posizionati sui bordi laterali dell'intervento e sugli incroci del reticolo romboidale in fune; questi ancoraggi sono eseguiti con la tipologia e la lunghezza previsti negli elaborati progettuali;
- le barre di ancoraggio sono infisse nel terreno previa formazione di fori di diametro consono alla tipologia e alla lunghezza dell'ancoraggio e iniettati con boiaccia di cemento additivata con prodotti antiritiro;
- il collegamento delle funi del reticolo agli ancoraggi si realizza con un asola e morsetti (tipo DIN741Ø12/16 mm in quantità di 3 per ogni asola).

Tale rafforzamento verrà realizzato predisponendo sulla parete l'ubicazione dei punti di perforazione secondo il reticolo previsto in progetto. Predisposti gli ancoraggi realizzati con cavo metallico ad anima tessile o con barre di metallo, si procederà alla loro cementazione ed alla loro stesura, facendoli passare all'interno delle asole terminali degli ancoraggi di attacco precedentemente realizzati.

I cavi posti in opera verranno tagliati con idonea cesoia dopo aver nastrato accuratamente il tratto interessato dal taglio. I cavi saranno fissati ad una estremità con idonei morsetti (tipo a "cavallotto") in numero conforme alla Normativa ovvero in funzione del diametro del cavo. All'altro estremità verrà posizionato attrezzo di trazione manuale da 600 kg, per la tesatura del cavo fino alla massima trazione. Si procederà quindi al bloccaggio del cavo con morsetti di caratteristiche analoghe a quelle viste in precedenza e con le medesime modalità. Tutte le parti metalliche esposte dovranno essere protette con vernici epossidiche o zincatura a caldo (ISO2232).

### **Art. 26.4 - Chiodature**

Sono elementi strutturali caratterizzati dall'assenza di guaine, integralmente connessi al terreno costituiti da elementi strutturali operanti in un dominio di taglio e trazione conseguente ad una deformazione da taglio. Sono state previste varie tipologie di chiodi di ancoraggio:

ancoraggio per reti, pannelli e imbracature realizzati con chiodi ad aderenza continua in barre di acciaio B450C ad aderenza migliorata o di qualità superiore aventi diametro non inferiore a 24/25 mm e foro non inferiore a 48/70 mm anche a seconda della lunghezza necessaria al perforo.

Per consolidamento puntuale di masse rocciose instabili con bulloni da roccia tipo dywidag. Ø=26,5 mm; foro Ø<sub>min</sub> =90 mm, lunghezza L=3/6 ml qualità acciaio 835/1030 N/mm<sup>2</sup>.

La cementazione del chiodo sarà effettuata mediante iniezioni di boiaccia di cemento antiritiro ovvero con fioloidi di resina epossidica, con tutti gli accorgimenti e i materiali necessari per assicurare il completo riempimento dei fori e l'aderenza del chiodo al terreno per tutta la sua lunghezza.

La composizione della miscela sarà definita dall' Appaltatore e concordata con la Direzione dei Lavori.

Nel caso di impiego di cementi speciali o resine sintetiche, dovrà essere garantita l'assenza di ioni aggressivi e l'impiegabilità nel caso specifico.

La piastra di ancoraggio in acciaio qualora utilizzata avrà dimensioni non inferiori a 150x150x8 mm. la posa in opera dei chiodi sarà eseguita tramite le seguenti operazioni:

raggiungimento del posto dove eseguire la chiodatura da parte di operai specializzati, utilizzando, se necessario, tecniche alpinistiche;

perforazione da eseguirsi mediante sonda a rotazione o roto-percussione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi. Di norma il diametro sarà non superiore a 100 mm.

Nel caso di fori stabili, in rocce non eccessivamente fratturate, il rivestimento potrà essere in parte o in tutto omesso.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate.

Si richiedono valori minimi di 200l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percussione con martello a fondo foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza, le caratteristiche minime richieste sono :

-portata > 10m<sup>3</sup>/min ;

-pressione > 8 bar ;

è ammesso l'impiego di attrezzature leggere, in relazione alla natura della roccia ed alla geometria del foro; inserimento nel foro della armatura in barra di acciaio completa di centrotori (almeno uno ogni 2.0 m di barra) e dei relativi (è preferibile l'utilizzo di barra continua) manicotti di giunzione; la lunghezza è variabile a seconda del tipo di ancoraggio;

montaggio della piastra d'appoggio, avente dimensione minima 130mmx130mmx8mm, del dado di bloccaggio di tipo conico;

procedendo dal fondo del foro e con l'impiego di un idoneo tubo, la cementazione a rifiuto della barra con boiaccia acqua/cemento additivata contro il ritiro;

in alternativa e possibile procedere alla cementazione con l'impiego di cartucce di resina bicomponente (la cui fornitura, nella quantità necessaria, è sempre compresa nel prezzo). In tale ipotesi la barra è finita al secondo estremo con un taglio a 45°;

nel lavoro è compreso l'onere per il lavoro eseguito per qualsiasi dimensione dell'area da proteggere, la fornitura e il trasporto di tutti i materiali necessari, il taglio delle ceppaie, delle piante in sommità e al piede

Le informazioni relative alla esecuzioni dei chiodi saranno riportate, a cura dell'impresa, su una scheda tecnica

#### **Art. 27 CAMPIONI E PROVE**

L'Appaltatore ha l'obbligo di presentare, quando ne sia richiesto dalla Direzione Lavori, nelle qualità, forma e dimensioni e con quella lavorazione che gli verranno richieste, campioni di prove di ogni materiale che intende impiegare nei lavori.

#### **ART. 28 LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEL CAPITOLATO SPECIALE**

Per tutti gli altri lavori non specificati e non descritti nel Capitolato Speciale e che si rendessero comunque necessari per risolvere aspetti di dettaglio, si seguiranno le norme dettate di volta in volta dalla Direzione Lavori.