

# PROVINCIA DI MATERA

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE FRANE AL KM  
139,200 DELLA S.P. EX S.S. 103 E AL KM 0,800  
DELLA S.P. 79 STIGLIANO-GANNANO

## PROGETTO UNIFICATO (DEFINITIVO/ESECUTIVO)

Data:	GIUGNO 2022	1° AGGIORNAMENTO:	2° AGGIORNAMENTO:
Codice elaborato	<b>4.5</b>	Scala	
PROGETTO DELLE STRUTTURE			
RELAZIONE SUI MATERIALI			

Il Progettista

Ing. Francesco DURSO



Il Responsabile del Procedimento

Ing. Ignazio OLIVERI

## ***RELAZIONE SUI MATERIALI***

### **Strutture in conglomerato cementizio in opera**

#### **Premessa**

Le opere dell'intervento di che trattasi dovranno essere realizzate con calcestruzzo prodotto in un impianto di betonaggio dotato di Certificato di controllo di produzione in fabbrica (**FPC**) ottenuto da un organismo autorizzato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e conformi alla UNI EN 206-1 e UNI 11104.

Il calcestruzzo, nello specifico, dovrà essere confezionato rispettando le prescrizioni di seguito indicate.

Per tutto quello che non è espressamente citato nella presente relazione, si farà, in ogni caso, riferimento a quanto stabilito dalle norme vigenti ed, in particolare, a:

- Legge n. 64 del 02/02/1974 e successivi D.M. applicativi;
- Legge n. 1086 del 5/11/1971 e successivi D.M. Applicativi;
- Norma UNI EN 197/1;
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti del 17/01/2018, avente per oggetto "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 7 del 21/01/2019, avente per oggetto "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni, di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018";
- 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 Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Servizio tecnico centrale.

#### ***Classe di resistenza***

Il calcestruzzo da utilizzare dovrà essere prodotto e fornito in opera in modo che ne sia certificabile il valore caratteristico della resistenza cubica  $R_{ck}$ , dedotta da prove a compressione a 28 giorni effettuata su provini cubi normalizzati.

Il calcestruzzo preconfezionato da utilizzare dovrà avere resistenza caratteristica  $R_{ck}$  300, classificato, secondo il Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 17/01/2018, come, classe C25/30, con resistenza di soglia del 5%, pari a  $300 \text{ kg/cm}^2$ .

Le condizioni di sicurezza, nel calcolo delle opere d'arte di progetto, previste per le verifiche agli stati limite ultimi, riferite alla resistenza caratteristica a compressione su cubi  $R_{ck}$ , rapportate, poi, alla resistenza caratteristica cilindrica a compressione, sono indicate in forma tabellare nella pagina seguente.

<b>Strutture con cls C25/30 (<math>R_{ck}</math> 30,00 N/mm<sup>2</sup>)</b>	
resistenza caratteristica cilindrica a compressione a 28 giorni	$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 24,90 \text{ N/mm}^2$
resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 0,21 \cdot f_{ck}^{2/3} = 1,79 \text{ N/mm}^2$

#### ***Classe di esposizione ambientale***

Le opere d'arte di che trattasi sono principalmente interrato appartenenti, pertanto, dovrà essere impiegato calcestruzzo con classe di esposizione ambientale XC2 (bagnato, raramente asciutto).

I terreni e/o le acque di falda dell'ambito di intervento sono tali da non individuare particolari aggressioni chimiche.

#### ***Classe di consistenza del calcestruzzo fresco***

Il calcestruzzo al momento della posa in opera dovrà avere un'adeguata lavorabilità, con classe di consistenza pari ad almeno S4 (fluida), con classi di abbassamento al cono (Slump) indicate nella tabella seguente.

Classe	Abbassamento al cono
S1	da 10 a 40
S2	da 50 a 90
S3	da 100 a 150
S4	da 160 a 210
S5	$\geq 220$

Nel caso di getti in periodi estivi e con temperature elevate, è facoltà della Direzione dei Lavori richiedere l'impiego di calcestruzzi con consistenza S5.

La qualità dei componenti utilizzati per la produzione del calcestruzzo dovrà essere tale che le proprietà previste per il prodotto finale siano isotrope e con garanzia di essere mantenute nel tempo.

E' necessario, pertanto, che i materiali componenti adoperati (cemento, acqua, inerti e acciaio) presentino le caratteristiche indicate nelle pagine seguenti, sia per quanto riguarda la composizione chimica e sia per quel che riguarda le proprietà fisiche e meccaniche.

#### **Caratteristiche materiali componenti**

##### **Cemento**

Per la realizzazione delle opere di progetto dovrà essere utilizzato cemento tipo CEM II/A-LL (cemento portland di miscela al calcare) classe di resistenza 42.5 R.

Il cemento deve essere provvisto di marcatura CE, che ne garantisca la qualità secondo le vigenti leggi, e deve essere dotato di certificato di conformità, rilasciato da un organismo europeo notificato, ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197. E' escluso l'impiego di cementi alluminosi.

Il cemento impiegato per il confezionamento del calcestruzzo dovrà rispondere ai requisiti

prescritti dalle normative vigenti, dovrà essere normalmente sfuso, conservato in contenitori che lo proteggano dall'umidità e conforme alle disposizioni contenute nella norma europea CEN ENV 197/1, così come recepita in Italia dalla norma UNI ENV 197/1.

Il trasporto, lo stoccaggio ed il pompaggio nei silos dovranno essere tali da evitare miscelazioni tra i diversi tipi di classe di resistenza. La velocità di presa del cemento dovrà essere tale da risultare né troppo breve, per consentire una posa agevole del calcestruzzo in opera, né troppo lunga, per evitare che agenti esterni possano interferire con le normali reazioni di presa.

Inoltre, la velocità di presa dovrà essere controllata opportunamente in laboratorio con l'ago di Vicat al fine di verificare la rispondenza alle esigenze sopra richiamate.

La resistenza meccanica del cemento dovrà essere accertata in laboratorio mediante prove di compressione.

Di seguito, sono riportate le tabelle in cui sono indicati, rispettivamente, i requisiti meccanici e fisici ed i requisiti chimici del cemento da utilizzare.

REQUISITI MECCANICI E FISICI						
Classe	Resistenza alla compressione (N/mm²)				Tempo di inizio presa min	Espansione mm
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata			
	2 giorni	7 giorni	28 giorni			
32.5	-	≥ 16	≥ 32.5	≤ 52.5	≥ 60	≤ 10
32.5 R	≥ 10	-				
42.5	≥ 10	-	≥ 42.5	≤ 62.5		
42.5 R	≥ 20	-				
52.5	≥ 20	-	≥ 52.5	-	≥ 45	
52.5 R	≥ 30	-				

<b>REQUISITI CHIMICI</b>		
Proprietà	Classe di resistenza	Requisiti espressi come percentuale in massa
Perdita al fuoco	tutte le classi	≤ 5.0 %
Residuo insolubile	tutte le classi	≤ 5.0 %
Solfati (come SO <sub>3</sub> )	32.5	≤ 3.5 %
	32.5 R	
	42.5	
	42.5 R	≤ 4.0 %
	52.5	
	52.5 R	
Cloruri	52.5 R	≤ 0.10 %

### **Aggregati**

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con inerti naturali o di frantumazione, costituiti da elementi non gelivi, non friabili e privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc.

Gli aggregati per la produzione di calcestruzzo non dovranno produrre reazioni nocive con il cemento e i suoi prodotti di idratazione. Le dimensioni massime degli inerti dovranno essere commisurate alle caratteristiche geometriche del getto ed alle misure di interferro previste in progetto.

In generale per la dimensione massima degli aggregati la vecchia norma ENV 206-1 (UNI 9858:91) consigliava di far riferimento ai valori diseguito indicati:

- $D_{max} < \text{copriferro in mm moltiplicativo per } 1,3;$
- $D_{max} < \text{interferro (in mm)} - 5 \text{ mm};$
- $D_{max} < \frac{1}{4} \text{ della sezione minima dell'elemento strutturale.}$

In ogni caso in generale non si ritiene opportuno utilizzare aggregati di dimensioni superiori a 32 mm.

Nel caso specifico si stabilisce che la dimensione massima degli inerti dovrà essere pari a 20 mm, con il seguente assortimento granulometrico:

- |   |                    |                 |              |     |
|---|--------------------|-----------------|--------------|-----|
| - | sabbie di frantoio | (o alluvionale) | (0 - 5 mm)   | 40% |
| - | ghiaia fine        |                 | (5 - 12 mm)  | 35% |
| - | ghiaia grande      |                 | (12 - 20 mm) | 25% |

L'eventuale ricorso ad aggregati artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo dovrà essere preventivamente valutato.

Per la produzione del calcestruzzo potranno essere impiegati 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, comunque ricorrendo a materiale conforme 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 degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/93, sarà quello indicato nella Tabella 11.2. Il D.M. 17 gennaio 2018, già innanzi menzionato.

### **Acqua**

L'acqua per tutti gli impasti dovrà essere limpida, priva di sali in percentuali dannose, non aggressiva e possibilmente potabile.

Il pH dell'acqua dovrà essere compreso tra 4,5 e 7,5.

Inoltre, dovrà essere utilizzata acqua non inquinata da materie organiche, e rispondente ai requisiti stabiliti dalla norma UNI EN 1008: 2003.

Il contenuto di sali disciolti dovrà essere inferiore a 1 g/l e, relativamente al contenuto di ione cloruro, si farà riferimento ai limiti imposti dalla UNI 8981/5 e successive revisioni della stessa.

#### **Additivi**

Le previsioni di progetto non prevedono l'impiego di additivi per il confezionamento del conglomerato cementizio.

Gli additivi, tuttavia, potranno essere utilizzati al fine di soddisfare i requisiti prestazionali richiesti in considerazione anche delle condizioni operative, soprattutto riferito alle condizioni climatiche nel periodo di esecuzione.

In particolare potranno essere utilizzati "fluidificanti" e/o "superfluidificanti" (riduttori d'acqua) al fine di costituire un calcestruzzo conforme alla lavorabilità richiesta (classe di consistenza) senza ridurre le caratteristiche meccaniche, soprattutto se si opera nel periodo estivo.

Analogamente per getti da eseguire nei periodi caldi potranno essere impiegati additivi "ritardanti" della presa.

Al contrario per getti da eseguirsi nel periodo invernali, potranno essere utilizzati additivi "acceleranti", tuttavia consapevolmente che possono penalizzare le caratteristiche di resistenza a lungo termine.

Non si utilizzeranno additivi aeranti, in quanto non si riscontrano nel caso specifico problematiche inerenti a cicli di gelo/disgelo.

In ogni caso gli additivi, qualora impiegati, dovranno essere dotati di marcatura CE, conformemente alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

#### **Dosaggio materiali per la formazione del calcestruzzo**

La realizzazione delle opere di progetto sarà preceduta da uno specifico studio preliminare della miscela idonea ad ottenere il calcestruzzo più rispondente sia alle caratteristiche prescritte nella presente relazione e sia alle esigenze costruttive, in termini di classe di resistenza, classe di consistenza, tempi di maturazione, ecc.

L'esecutore resterà comunque responsabile della qualità del calcestruzzo, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto 11.2.5 D.M. 17/01/2018, già innanzi menzionato. In generale si farà ricorso a stabilimenti che producono calcestruzzo con processo industrializzato, dotati di un sistema permanente di controllo interno della produzione, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, con riferimento alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee guida sul calcestruzzo preconfezionato, elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei lavori pubblici, e certificato da organismi terzi indipendenti, operanti in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006, espressamente autorizzati in tal senso dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei lavori pubblici.

Nel caso in cui il calcestruzzo venga lavorato o rilavorato a piè d'opera, restano nella

responsabilità dell'esecutore e del Direttore dei lavori, ciascuno per le proprie competenze, tutte le procedure relative al confezionamento ed alla messa in opera.

Salvo espressa richiesta del Direttore dei lavori, nel calcestruzzo non è previsto l'impiego di aggiunte (ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice).

Nella composizione dei calcestruzzi, particolare attenzione, sarà posta nello studio preliminare del rapporto a/c, che sarà contenuto nel valore di  $0,4 \div 0,5$ , compresa l'umidità degli inerti.

Il dosaggio del cemento per i getti armati dovrà essere non inferiore a 300 kg per ogni metro cubo e sarà determinato in base al crescere della fluidità dell'impasto in maniera tale da mantenere costante il rapporto acqua/cemento.

### **Modalità esecutive**

#### **Trasporto e getto del calcestruzzo**

Gli impasti dovranno essere preparati e trasportati in modo da escludere il pericolo di separazione dei componenti o il prematuro inizio della presa al momento del getto.

Dovranno essere evitati percorsi accidentati e tempi di trasporto eccessivamente lunghi, che potrebbero pregiudicare l'omogeneità del getto per fenomeni di segregazione e la consistenza per evaporazione dell'acqua dell'impasto.

L'operazione di getto dovrà compiersi prima che inizi il processo di presa, e, quindi, prima che trascorran due ore dalla preparazione per temperature comprese tra 15 e 20 °C.

Il conglomerato non dovrà essere posto in opera a temperature inferiori a 0°C o superiori a 30°C, salvo espressa autorizzazione da parte del committente ed adottando gli opportuni accorgimenti previsti dalla normativa.

Durante il getto dovrà essere verificato che il conglomerato avvolga sempre perfettamente le armature metalliche e che riempi completamente le casseforme.

Per evitare segregazioni si procederà al riempimento dei casseri dal basso verso l'alto e avendo cura di porsi alla massima distanza possibile dalle pareti delle casseforme.

#### **Verifica dei casseri**

Prima delle operazioni di getto e/o posizionamento dei ferri di armatura l'Appaltatore dovrà assicurarsi che le superfici dei casseri siano state accuratamente trattate e armate conformemente a quanto previsto e che:

- le superfici che dovranno contenere il getto siano state debitamente pulite e libere da sporcizia o qualsivoglia altro elemento non contemplato nei disegni strutturali, impiantistici e architettonici;
- i casseri si trovino nelle posizioni e rispettino le dimensioni e le quote indicate negli elaborati di progettazione o secondo quanto stabilito dalla Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore quindi notificherà alla Direzione dei Lavori la sua disponibilità ad eseguire i lavori di posizionamento dei ferri e/o di esecuzione dei getti di calcestruzzo.

La Direzione dei Lavori ispezionerà lo stato e il posizionamento dei casseri e darà il suo benestare all'inizio dei lavori in questione e ordinerà all'Appaltatore di modificare i casseri che a suo insindacabile giudizio non rispondono a quanto specificato nei precedenti articoli.

Le opere che siano state iniziate o eseguite in contravvenzione al presente articolo saranno passibili di disfacimento, demolizione, rimozione o ri-esecuzione a totale carico dell'appaltatore che non potrà reclamare alcun ulteriore ricompenso.

#### **Costipamento dell'impasto**

Il getto dovrà essere opportunamente compattato con l'ausilio di vibratori meccanici.

La vibrazione dovrà essere eseguita sistematicamente in modo tale che ogni strato risulti ben compattato con lo strato sottostante precedentemente vibrato.

Le immissioni dell'asta del vibratore dovranno essere verticali ed effettuate ad una distanza assiale massima di otto volte il diametro, facendo attenzione a non toccare i casseri e le armature.

I tempi di permanenza del vibratore consigliato varia in funzione della classe di consistenza della miscela, facendo riferimento ai valori indicati nella tabella seguente.

Classe di consistenza	Tempo minimo di permanenza dell'ago nel getto
V4	30 – 50 s
S1	25 – 30 s
S2	20 – 25 s
S3	15 – 20 s
S4	10 – 15 s
S5	5 – 10 s
F6	0 – 5 s

Il calcestruzzo dovrà essere costipato con particolare cura in corrispondenza degli incroci in modo da evitare la formazione di nidi di ghiaia (nidi d'ape).

#### **Riprese di getti**

La problematica della ripresa di getto si verifica quando l'intervallo che intercorre tra un getto e il successivo è tale che il precedente risulti già indurito (ad esempio quando si passa al getto di un elemento strutturale successivo a quello precedentemente costituito).

In tal caso bisogna predisporre la superficie di ripresa, in modo che si presenti scabra, asportando meccanicamente uno strato di materiale e applicare una malta a ritiro compensato per collegare i due getti e pulire le armature da eventuali polveri e parti friabili.

Solo al termine di queste operazioni si potrà procedere a gettare il nuovo conglomerato.



### **Maturazione del calcestruzzo**

Al fine di evitare una eccessiva evaporazione dell'acqua con il conseguente ritiro del conglomerato e la formazione di una accentuata fessurazione, la superficie dei getti dovrà essere mantenuta umida per almeno 3 giorni e, dove possibile, prolungata per 7 giorni.

Dovranno essere, inoltre, adottate tutte le protezioni contro l'irraggiamento diretto del sole, il vento e le basse temperature, fenomeni che possono innescare maturazioni locali differenti sulla superficie totale del getto.

Qui di seguito si riporta una semplice tabella per la prescrizione della durata minima della stagionatura protetta, che tiene conto del periodo dell'anno e dell'esposizione della struttura rispetto all'ambiente:

<b>Classe di resistenza del calcestruzzo</b>	<b>&lt; C25/30</b>		<b>&gt; C25/30</b>	
<b>Esposizione della struttura</b>	all'interno	all'esterno	all'interno	all'esterno
<b>Periodo di esecuzione dei getti</b>	Aprile – Settembre		Aprile – Settembre	
	3	7	3	5
<b>Periodo di esecuzione dei getti</b>	Ottobre – Marzo		Ottobre - Marzo	
	7	10	5	7

### **Disarmo dei casseri**

Il disarmo dovrà avvenire per gradi, in modo da evitare azioni dinamiche, e non prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo.

### **Prelievo di campioni di calcestruzzo e controlli**

La resistenza cubica del conglomerato sarà verificata attraverso il prelievo di provini cubici di 15 cm di spigolo, secondo i controlli di accettazione di tipo A e di tipo B descritti nell'allegato del capitolo avente per oggetto "Materiale e prodotti, per uso strutturale" al D.M. 17/01/2018.

In particolare per la verifica della rispondenza alla classe di resistenza di progetto, dovranno essere eseguiti con controlli di tipo "A", nei casi in cui si richiedano l'impiego di meno di 1500 mc di miscela omogenea.

In tal caso si dovrà eseguire un controllo ogni 300 mc (max) di miscela omogenea, costituito da n. 3 prelievi.

Ciascun prelievo (formato da almeno n. 2 cubetti di spigolo di 15 cm) dovrà essere eseguito su un massimo di 100 mc di miscela omogenea e comunque per ogni giorno di getto.

Controlli di tipo "B" (di tipo statistico) sono previsti solo nei casi in cui si richiedano l'impiego di più di 1500 mc di miscela omogenea.

Detti provini saranno confezionati in cantiere entro forme perfettamente levigate, prelevando il campione all'atto dell'impasto, evitando variazioni di consistenza e facendoli maturare in ambiente con umidità relativa 90% e temperatura di 20°C.

Per tutto quello che non è espressamente citato nella presente relazione, si fa, in ogni caso, riferimento a quanto stabilito dalle norme vigenti.

### **Acciaio d'armatura**

Le armature delle strutture saranno costituite da barre in acciaio ad aderenza migliorata B450C, controllate in stabilimento.

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili, qualificati secondo le procedure di legge e controllati con le modalità riportate al punto 11.3.2.11 del D.M. 17 gennaio 2018.

Le barre dovranno presentare i diametri previsti in progetto.

Il diametro delle barre da porre in opera saranno identificati per mezzo del diametro della barra tonda liscia equi pesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

Le tolleranze dimensionali ammesse saranno quelle riportate nella tabella 11.3.III del D.M. 17/01/2018, di cui innanzi.

L'acciaio per cemento armato sarà caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura utilizzati nei calcoli:

- tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq f_{ynom} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
- tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq f_{tnom} \geq 540 \text{ N/mm}^2$ .

Qualunque altra caratteristica dovrà essere conforme a quanto prescritto al paragrafo 11.3.2.1 del D.M. 17/01/2018, innanzi menzionato.

In particolare, per garantire le necessarie caratteristiche di duttilità, dovranno essere rispettate le seguenti condizioni:

- il valore caratteristico con frattile 10% del rapporto fra il valore della tensione di snervamento effettiva, riscontrata sulla barra, ed il valore nominale  $(f_y/f_{ynom})_k$  non dovrà essere superiore a 1,25;
- il valore caratteristico con frattile 10% del rapporto fra il valore della tensione di rottura e la tensione di snervamento  $(f_t/f_y)_k$  dovrà essere compreso fra 1,15 e 1,35;
- il valore caratteristico con frattile 10% dell'allungamento al massimo sforzo  $(A_{gt})_k$  dovrà essere non inferiore al 7,5%.

Tutti gli acciai dovranno essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentare l'aderenza al conglomerato cementizio.

Tutti i confronti con i limiti previsti dal citato Decreto, saranno basati su valori caratteristici, e

demandati ai controlli che i laboratori abilitati effettuano negli stabilimenti di produzione, sia in fase di qualificazione iniziale, sia di verifica periodica della qualità. L'acciaio in barre per cemento armato deriverà da produzione industriale avente un sistema permanente di controllo interno in stabilimento, tale da assicurare costante livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che operi in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

La certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo e la valutazione della conformità del controllo di produzione dovranno essere conformi a quanto prescritto al punto 11.3.1.2 del D.M. 17/01/2018.

La lavorazione delle barre, intesa come sagomatura e/o assemblaggio secondo i disegni di progetto potrà avvenire in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione lavori, oppure in centri di trasformazione, se provvisti dei requisiti di cui al punto 11.3.1.7 del D.M. 17/01/2018.

Nel primo caso, l'Esecutore e la Direzione lavori saranno responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge attribuisce a ciascuno, mentre nel secondo caso, tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore dovranno essere accompagnati da idonea documentazione, specificata nel citato Decreto, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti vale quanto indicato al punto 11.3.1.4 del D.M. 17/01/2018, mentre per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al punto 11.3.1.5 del medesimo decreto ministeriale.

Le barre non dovranno presentare corrosioni, ossidazioni o difetti superficiali, né dovranno essere ricoperte da sostanze che possano ridurre l'aderenza del conglomerato, (grassi, oli, terra e fango), anche a tal fine, i fasci dei vari diametri verranno scaricati in un luogo reso asciutto da un letto di cls magro o di ghiaia lavata.

Prima della messa in opera del lotto di materiale e comunque entro 30 giorni dalla data di consegna dovranno essere effettuati i controlli di accettazione in cantiere, come stabilito al punto 11.3.2.10.4 del citato D.M. 17/01/2018.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il punto 11.3.2.3 delle Norme Tecniche 2018, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto, dovranno essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella 11.3.VI delle Norme stesse.

In particolare devono essere effettuate verifiche nei laboratori certificati, su un prelievo di tre saggi, dello stesso diametro e provenienti dalla stessa fornitura, dotati di documentazione che dimostri la provenienza del materiale dallo stesso stabilimento.

In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I risultati delle prove sono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se nessuno dei valori minimi è inferiore ai corrispondenti valori caratteristici garantiti dal produttore.

Inoltre, con riferimento al punto 4.1.2.1.2.3 delle D.M. 17/01/2018, il Direttore dei lavori dovrà accertare, mediante le previste prove di cantiere e, se necessario, anche mediante prove aggiuntive, che il valore caratteristico del rapporto  $f_t / f_y$  risulti non inferiore a quello stabilito in progetto.

#### *Copriferro e Sovrapposizione d'armatura*

Il copriferro previsto deve essere quello stabilito negli elaborati di progetto.

Nelle eventuali giunzioni di barre d'armatura, la sovrapposizione deve essere garantita per almeno 40 diametri e ciascuna barra deve proseguire verso la zona compressa.

## **Tiranti**

### **Caratteristiche singolo trefolo**

Trefoli 0.6" Diametro nominale 15.2 mm Sezione nominale 139 mm<sup>2</sup> Massa lineare 1.090 kg  
Carico minimo allungamento 1%  $f_p(1)$   $t = 218.76$  kN Carico di rottura a trazione  $f_{ptk} = 245.25$  kN Modulo elastico 210.10 kN/m<sup>2</sup>.

I tiranti saranno realizzati con iniezione di malta cementizia o boiaccia di cemento additivata.

La malta cementizia di iniezione dovrà essere di classe C25/30, con resistenza di soglia del 5%, pari a 300 kg/cm<sup>2</sup> e dovrà essere impastata con una miscelatrice meccanica di tipo approvato che permetta di filtrare e riagitare la malta.

### **Disposizioni operative tiranti**

#### **Fornitura**

La lunghezza dei tiranti sarà maggiorata di 1,00 ml rispetto alla lunghezza indicata negli elaborati (lunghezza totale = lunghezza libera + lunghezza fondazione + 1,00 ml).

#### **Perforazioni**

La perforazione sarà eseguita a rotazione con diametro di perforazione nominale indicato negli elaborati grafici. Qualora necessario si utilizzeranno tubi di rivestimento metallici provvisori oppure fluidi di perforazione con fanghi polimerici per garantire la stabilità delle pareti. La scelta della tecnologia di perforazione è stata dettata in funzione degli aspetti ambientali (vibrazioni) e ripercussioni sull'integrità delle opere coinvolte.

## Iniezioni

Il bulbo di ancoraggio dei tiranti sarà realizzato mediante iniezioni ad alta pressione ripetute e selettive mediante apposite valvole a manchette disposte sul tubo di iniezione primaria ad interasse di 50 cm. Le fasi di iniezione una volta avvenuto l'infilaggio del tirante nel foro prevedono:

1. Iniezione guaina o di prima fase (tra la parete del foro e la guaina di protezione) lungo tutta l'estensione del tirante. Tale iniezione avviene mediante la valvola di fondo del tubo di iniezione primaria;
2. Iniezione della parte interna alla guaina corrugata del tratto ancorato mediante valvola a manchette posta sul tubo di iniezione primaria. Tale iniezione verrà interrotta quando la miscela rifluisce con portata costante dal tubo di sfiato;
3. Lavaggio accurato del tubo di iniezione primaria in modo da togliere al suo interno residui di miscela ed avere il tubo libero per l'iniezione successiva;
4. Iniezione del sacco otturatore mediante valvola posta sul tubo di iniezione primaria che intercetta il sacco. Tale iniezione sarà condotta lentamente e a bassa pressione (non superiore a 0,5 MPA) per evitare danneggiamenti, previo controllo della tenuta mediante prove di gonfiaggio in acqua;
5. Trascorso il tempo adeguato, iniezione del tratto di fondazione, secondo la seguente procedura:
  - Iniezione valvola per valvola (isolando ciascuna valvola mediante otturatore doppio) con volume di miscela non eccedente i 30 litri/valvola, la massima pressione di apertura delle valvole non supererà il limite di 6 MPA.
  - Lavaggio con acqua all'interno del tubo;
  - Avvenuta la presa della miscela precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione usando gli stessi limiti di volume, limitatamente alle valvole per le quali, nella fase precedente:
    - ☒ Il volume non abbia raggiunto i limiti sopra indicati a causa della incipiente fatturazione idraulica del terreno;
    - ☒ Le pressioni residue di iniezione misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico non superano 0,8 MPA.
    - ☒ L'iniezione sarà ripetuta ulteriormente sempre senza superare i limiti di volume anzidetti e dopo la presa delle iniezioni delle fasi precedenti;
6. Solo dopo la tesatura del tirante, sarà eseguita l'iniezione di riempimento del tratto libero (all'interno della guaina) mediante tubo di iniezione secondaria.

## Protezione contro la corrosione

Per il tratto attivo tubo in PVC rigido corrugato di spessore 1 – 2 mm più copertura data dalla miscela;

Per il tratto libero guaina di plastica liscia su ogni trefolo più guaina liscia in PVC più copertina data dalla miscela.

Per quanto riguarda la protezione della testata per i tiranti è previsto: un cappuccio in acciaio galvanizzato che ricoprirà la parte dei trefoli sporgenti dalla piastra di ancoraggio (anch'essa in acciaio galvanizzato e con i dispositivi di bloccaggio dei trefoli), da porre in opera dopo la tesatura. Lo spazio all'interno del cappuccio di protezione e la parte terminale della guaina di protezione sarà iniettata con materiale anticorrosivo (grasso minerale/olio viscoso).

#### **Tesatura - Collaudo**

Le operazioni di tesatura dei tiranti saranno effettuate allorchè la miscela di iniezione (sia interna che esterna alla guaina di protezione) abbia raggiunto la resistenza cubica caratteristica minima pari a 25 MPA.

Ogni tirante sarà sottoposto alla procedura di collaudo secondo le modalità e le procedure previste dalla norma. A discrezione della Direzione Lavori tutti i tiranti, oltre al collaudo statico, saranno sottoposti a prova elettrica di protezione anticorrosione per la verifica dell'isolamento del sistema tirante rispetto al terreno e alla struttura ( metodo ERM I, UNI EN 1537:2002 – Appendice A), tale prova sarà eseguita dopo il collaudo statico.

Per un periodo non inferiore a 180 giorni dal collaudo le teste di tutti i tiranti saranno lasciate accessibili per le eventuali operazioni di controllo e di ritesatura da eseguirsi su indicazione della Direzione Lavori. A tal fine le fruste dei tiranti dovranno sbordare dalla trave di contrasto di almeno 60 cm ed essere opportunamente protette

Per tutto quello che non è espressamente citato nella presente relazione, si fa, in ogni caso, riferimento a quanto stabilito dalle norme vigenti.

Stigliano, giugno 2022

Il Progettista

Ing. Francesco DURSO

Il Direttore dei Lavori

