

(M2C4-I3.3) PROGETTAZIONE A LIVELLO ESECUTIVO DELLE OPERE DI PROTEZIONE ARGINALE PER IL MANTENIMENTO DELL'ASSETTO AMBIENTALE E IDRAULICO-MORFOLOGICO (SCHEDA 16 LINEA PT) NELL'AMBITO DELL'INVESTIMENTO PNRR M2C4 - I3.3 RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO, FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA NEXTGENERATIONEU

CUP: B41G21000010006

PROGETTO ESECUTIVO

SCHEDA N° 16 CAORSO (PC) - PROGETTO DIAFRAMMATURE

CODICE ELABORATO

PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B

TITOLO DELL'ELABORATO

Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 - Norme Tecniche

SCALA	COMMESSA	WBS			CODICE			REVISIONE
-	M2C4 I3.3	Fase	Scheda	Opera	Argomento	Tipo elab.	Progressivo	Rev.
		PE	016	ECO	GE	CS	002	B

PROGETTAZIONE

Raggruppamento temporaneo di professionisti

Mandataria



Mandanti



Ing. Andrea Marzi

STUDIO TECNICO
ING. PUCCINELLI
www.puccinelli.webs.com



STAZIONE APPALTANTE

**Agenzia Interregionale
per il Fiume Po**
Strada G. Garibaldi n.75
43121 Parma (PR)

**Responsabile Unico
del Procedimento**
Ing. Mirella Vergnani

Responsabile dell'Integrazione delle Prestazioni Specialistiche

Ing. Andrea Marzi

Ing. Andrea Pettinaroli

Responsabile dell'elaborato

Ing. Andrea Pettinaroli

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
B	Maggio 2025	Recepimento rapporto di verifica	AP	PC	AM
A	12/03/2025	Prima Emissione	AP	PC	AM

SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURECodice elaborato: **PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B**Titolo elaborato: **Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche**

pag. 3 / 73

Sommario

A) NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	6
B) TAGLIO VEGETAZIONE	7
B.1 Generalità	7
B.2 Sfalcio di vegetazione spontanea erbacea eterogenea – Modalità esecutive	7
B.3 Taglio di vegetazione spontanea cespugliosa ed arbustiva – Modalità esecutive.....	7
B.4 Taglio di vegetazione spontanea cespugliosa ed arborea– Modalità esecutive.....	7
B.5 Abbattimento di alberi ad alto fusto – Modalità esecutive	8
C) SCAVI E MOVIMENTI TERRA.....	9
C.1 Generalità	9
C.2 Scavi di sbancamento	9
C.3 Scavi di fondazione	9
C.4 Modalità esecutive	9
D) FORMAZIONE DI RILEVATI.....	11
D.1 Generalità	11
D.2 Caratteristiche dei materiali.....	11
D.3 Modalità esecutive	11
D.4 Prove di accettazione e controllo	11
E) IMPIANTO DI CANTIERE PER L'ESECUZIONE DI DIAFRAMMI	13
F) OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	14
F.1 Generalità	14
F.2 Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato	14
F.3 Prescrizioni per la struttura	15
F.4 Calcestruzzo confezionato con processo industrializzato o preconfezionato.....	16
F.5 Fornitura di acciaio.....	18
F.6 Prove di accettazione sui materiali.....	18
F.7 Messa in opera del calcestruzzo	20
F.8 Assemblaggio e messa in opera delle armature.....	21
F.9 Giunzioni.....	22
F.10 Trasporto del calcestruzzo fresco	22
F.11 Movimentazione del calcestruzzo	23
F.12 Operazioni di getto.....	24
F.13 Scarico del calcestruzzo ordinario.....	25
F.14 Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio	26
F.15 Compattazione del calcestruzzo	26

SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE*Codice elaborato:* **PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B***Titolo elaborato:* **Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche**

pag. 4 / 73

F.16	Accorgimenti per la posa in opera	27
F.17	Stagionatura e disarmo	27
F.18	Predisposizione di fori, tracce, cavità, ecc.	28
F.19	Opere in fondazione	28
F.20	Prove di carico e collaudo statico	28
G)	FONDAZIONI SPECIALI – DIAFRAMMI IN C.A.	29
G.1	Generalità	29
G.2	Tolleranze geometriche	30
G.3	Preparazione del piano di lavoro e perforazione	30
G.4	Armatura	33
G.5	Getto del calcestruzzo	34
G.6	Specifiche tecniche del diaframma	36
G.7	Documentazione dei lavori	37
G.8	Controlli preliminari	37
G.9	Controlli in corso d'opera	38
G.10	Controlli finali	39
H)	PAVIMENTAZIONI STRADALI	42
H.1	Generalità	42
H.2	Fondazioni in misto granulare	42
H.2.1	Caratteristiche dei materiali	42
H.2.2	Modalità esecutive	44
H.2.3	Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali e delle lavorazioni	45
H.3	Strati di base	45
H.4	Strati di collegamento e di usura	52
H.4.1	Generalità	52
H.4.2	Mano di ancoraggio con bitume normale	52
H.4.3	Strato unico di conglomerato bituminoso	52
H.4.4	Caratteristiche dei materiali Inerti	53
H.4.5	Modalità esecutive	57
H.4.6	Prove di accettazione e controllo	58
H.4.7	Penalità e limiti di accettazione	58
I)	OPERE IN VERDE	63
I.1	Generalità	63
I.2	Seminagione di scarpate e sponde con erbe prative Caratteristiche dei materiali	64

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 5 / 73	

I.3	Seminazione di scarpate e sponde eseguita con attrezzatura a pressione Caratteristiche dei materiali	66
I.4	Piantagione di piantine di specie arbustive od arboree Caratteristiche dei materiali.....	67
J)	TRASPORTI E CONFERIMENTI IN DISCARICA	70
J.1	Indennità di smaltimento di terre di scavo e materiale di demolizione	70
J.2	Compenso per il trasporto al di fuori del cantiere di qualsiasi materiale	70
K)	STRUTTURE E MANUFATTI PREFABBRICATI	70
K.1	Strutture prefabbricate	70
K.2	Manufatti prefabbricati	71
K.3	Grigliato prefabbricato di contenimento degli argini in calcestruzzo armato vibrato.....	71
L)	RILIEVO DELLO STATO DI CONSISTENZA DEGLI ARGINI MEDIANTE TECNICA AEROFOTGRAMMETRICA SU DRONE	72

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
Codice elaborato:	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
Titolo elaborato:	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 6 / 73	

A) NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

a) Ordine da tenersi nell'avanzamento lavori

L'Impresa è tenuta alla scrupolosa osservanza delle norme contenute nel Capitolato e di quanto altro prescritto nei documenti di progetto.

Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa è altresì obbligata ad osservare ed a far osservare dal proprio personale tutte le norme antinfortunistiche e sulla sicurezza del lavoro vigenti all'epoca dell'appalto, nonché quelle specificatamente indicate nei piani di sicurezza di cui al D. Lgs. 81/2008 e s.m.i.

L'Impresa è diretta ed unica responsabile di ogni conseguenza negativa, sia civile che penale, derivante dalla inosservanza o dalla imperfetta osservanza delle norme di cui ai precedenti commi. All'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore procederà in contraddittorio con l'Ufficio di Direzione Lavori al tracciamento con metodi topografici di sezioni trasversali e/o profili longitudinali, dei limiti degli scavi e dei rilevati e di tutte le opere d'arte previste in base ai disegni di progetto ed ai capisaldi e riferimenti che verranno indicati dall'Ufficio di Direzione Lavori.

b) Ordine da tenersi nell'avanzamento lavori

L'Impresa ha la facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più opportuno per darli perfettamente compiuti nel termine stabilito dal programma esecutivo dei lavori e nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio dell'Ufficio di Direzione Lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

Tuttavia, l'Amministrazione ha diritto di prescrivere l'esecuzione ed il compimento di determinati lavori entro un ragionevole termine, anche in difformità rispetto alle indicazioni del citato programma, specialmente in relazione ad esigenze di ordine od interesse pubblico, senza che l'Impresa possa rifiutarsi ed avanzare pretese di particolari compensi.

L'Impresa dovrà provvedere, durante l'esecuzione dei lavori, a mantenere pulite le aree di lavoro, di manovra, di passaggio, o di deposito temporaneo; è altresì obbligata, al termine dei lavori, a riportarle nelle condizioni che le caratterizzavano prima dell'inizio dei lavori. Tali oneri sono inglobati nei prezzi di elenco.

c) Lavori eseguiti ad iniziativa dell'Impresa

L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei Lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

d) Preparazione dell'area di cantiere e dei lavori

Prima che abbia luogo la consegna dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere a sgombrare la zona, dove essi dovranno svolgersi, dalla vegetazione boschiva ed arbustiva eventualmente esistente e procedere alla demolizione parziale o totale di quelle costruzioni e manufatti che verranno indicati dall'Ufficio di Direzione Lavori.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 7 / 73	

B) TAGLIO VEGETAZIONE

B.1 Generalità

I lavori descritti in questo capitolo riguardano le operazioni di manutenzione dei corsi d'acqua e comprendono interventi di sfalcio, decespugliamento, disboscamento e taglio selettivo di piante e di riprofilatura delle sponde.

I lavori andranno eseguiti nei tratti e secondo le indicazioni riportate nei disegni di progetto o in base alle prescrizioni date di volta in volta dall'Ufficio di Direzione Lavori. L'Impresa dovrà assolutamente evitare che il materiale rimosso dalle sponde o dagli argini cada in acqua e venga allontanato dalla corrente.

B.2 Sfalci di vegetazione spontanea erbacea eterogenea – Modalità esecutive

I lavori di sfalcio di vegetazione spontanea erbacea eterogenea su superfici arginali piane ed inclinate andranno prevalentemente eseguiti con mezzo meccanico, cingolato o gommato, dotato di braccio adeguato alle lavorazioni richieste ed opportunamente munito di apparato falciante conforme alle vigenti disposizioni di legge, l'intervento sarà completato a mano.

Dovranno essere completamente eliminati i cespugli se necessario con due passate in senso opposto.

Terminate le operazioni di sfalcio, il terreno andrà opportunamente regolarizzato laddove la D.L. ne ravveda la necessità.

B.3 Taglio di vegetazione spontanea cespugliosa ed arbustiva – Modalità esecutive

I lavori di taglio andranno prevalentemente eseguiti con mezzo meccanico, cingolato o gommato, dotato di braccio adeguato alle lavorazioni richieste ed opportunamente munito di apparato falciante conforme alle vigenti disposizioni di legge, l'intervento sarà completato a mano.

Dovranno essere completamente eliminati i cespugli, i rampicanti, gli arbusti e gli alberelli il cui tronco abbia diametro fino a 7 cm, se necessario con due passate in senso opposto, oppure con una sola passata e con la presenza di un manovale incaricato di tagliare le piante piegate.

Terminate le operazioni di taglio, il terreno andrà opportunamente regolarizzato laddove la D.L. ne ravveda la necessità.

B.4 Taglio di vegetazione spontanea cespugliosa ed arborea– Modalità esecutive

I lavori di taglio si riferiscono a superfici in cui vi sia elevata presenza di piante con diametro del tronco compreso tra 7 e 20 cm e comprendono anche i lavori di taglio vegetativo descritti al paragrafo precedente.

Per quanto riguarda in particolare la rimozione delle piante, i tronchi abbattuti dovranno essere raccolti, accatastati, privati dei rami, ridotti in astoni di lunghezza commerciale e trasportati dove indicato dall'Ufficio di Direzione Lavori. I materiali non utilizzabili dovranno essere stoccati in aree indicate dalla D.L..

SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE*Codice elaborato:* **PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B***Titolo elaborato:* **Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche**

pag. 8 / 73

Durante i lavori di rimozione delle piante l'Impresa dovrà porre la massima attenzione per evitare qualunque pericolo per le persone e per le cose; l'Impresa è comunque pienamente responsabile di qualsiasi danno conseguente ai lavori di rimozione. L'Impresa dovrà altresì usare ogni precauzione per la salvaguardia delle piante di pregio esistenti.

B.5 Abbattimento di alberi ad alto fusto – Modalità esecutive

Le operazioni di taglio e rimozione di alberi ad alto fusto dovranno essere eseguite nei tratti indicati in progetto o dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Il taglio di piante isolate, di scarso valore commerciale, verrà eseguito con manodopera specializzata e l'ausilio di idonei mezzi meccanici. Gli alberi verranno tagliati alla base con taglio orizzontale netto a raso. E' incluso nel prezzo l'onere per il depezzamento dei tronchi e dei rami e loro conferimento a discarica nonchè l'onere relativo all'estirpazione delle ceppaie. Saranno compensati a parte l'onere per il carico delle ceppaie ed il trasporto alle pubbliche discariche.

L'onere per la rimozione della relativa ceppaia, qualora essa insista entro volumi di cui è prevista l'asportazione o la movimentazione, è da ritenersi compreso nel prezzo dello scavo di sbancamento o a sezione obbligata relativo.

C) SCAVI E MOVIMENTI TERRA

C.1 Generalità

Le tipologie di scavo relative all'esecuzione di opere idrauliche in progetto sono individuate nel seguito.

C.2 Scavi di sbancamento

Per scavo di sbancamento si intende quello occorrente per lo spianamento del terreno su cui dovranno sorgere manufatti, per la regolarizzazione dei versanti in frana, per l'asportazione di materiali in alveo ed in generale qualsiasi scavo a sezione aperta in vasta superficie che permetta l'impiego di normali mezzi meccanici od ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, che saranno eseguite a carico dell'Impresa. Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovino al di sotto del piano di campagna quando gli scavi stessi rivestano i caratteri sopra accennati, come ad esempio la realizzazione del cassonetto al di sotto del piano di posa dei rilevati arginali o di quello stradale. Lo scavo andrà eseguito anche in presenza di acqua e i materiali scavati, se non diversamente indicato dall'Ufficio di Direzione Lavori, andranno trasportati a discarica o accumulati in aree indicate ancora dall'Ufficio di Direzione Lavori, per il successivo utilizzo. In quest'ultimo caso, sarà onere dell'Impresa provvedere a rendere il terreno scevro da qualunque materiale vegetale o in genere estraneo per l'utilizzo previsto e la suddivisione in cumuli per categoria di materiali.

In particolare il materiale di scavo superficiale proveniente dagli scavi sul corpo arginale sarà messo a dimora, come da indicazioni di progetto, in prossimità delle aree di cantiere e riutilizzato per la sistemazione finale. In ciò è compreso anche il riempimento dei vuoti delle nuove lastre prefabbricate posate nella parte inferiore della scarpata lato Po del rilevato arginale, come da disegni di progetto.

C.3 Scavi di fondazione

Si definisce scavo di fondazione lo scavo a sezione obbligata, secondo i tipi di progetto, effettuato sotto il piano di sbancamento o sotto il fondo alveo, disposto per accogliere gli elementi di fondazione di strutture, i getti, le berme delle difese spondali in massi.

Terminata l'esecuzione dell'opera di fondazione, lo scavo che resterà vuoto dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Impresa, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

C.4 Modalità esecutive

L'Impresa eseguirà tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere, sia a mano che a macchina, qualunque sia il tipo di materiale incontrato, tanto all'asciutto che in presenza d'acqua. Gli scavi saranno eseguiti in larghezza, lunghezza e profondità secondo quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori.

Eventuali scavi eseguiti dall'Impresa per comodità di lavoro od altri motivi, senza autorizzazione scritta dall'Ufficio di Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.

SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE*Codice elaborato:* **PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B***Titolo elaborato:* **Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche**

pag. 10 / 73

Gli scavi dovranno essere condotti in modo da non sconnettere e danneggiare il materiale d'impasto. L'Impresa prenderà inoltre tutte le precauzioni necessarie per evitare gli smottamenti delle pareti dello scavo, soprattutto in conseguenza di eventi meteorologici avversi e metterà in atto tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni alle persone ed alle opere e sarà obbligata a provvedere a suo carico alla rimozione delle eventuali materie franate. In ogni caso l'Impresa sarà l'unica responsabile per i danni alle persone ed alle opere che possono derivare da cedimenti delle pareti di scavo.

La manutenzione degli scavi, lo sgombero dei materiali eventualmente e per qualsiasi causa caduti entro gli scavi stessi sarà a totale carico dell'Impresa indipendentemente dal tempo che trascorrerà fra l'apertura degli scavi ed il loro rinterro, che potrà essere effettuato solo dopo l'autorizzazione dell'Ufficio di Direzione Lavori e con le modalità da questa eventualmente prescritte in aggiunta od in variante a quanto indicato in queste specifiche.

Le materie provenienti dagli scavi, ritenute inutilizzabili dall'Ufficio di Direzione Lavori, dovranno essere portate a rifiuto e saranno compensate a parte.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche

pag. 11 / 73

D) FORMAZIONE DI RILEVATI

D.1 Generalità

Le indicazioni riportate nel seguito si riferiscono a lavori di costruzione sia di nuovi tratti di rilevati arginali, sia a lavori di ringrosso e/o rialzo di argini esistenti per l'esecuzione dei lavori.

D.2 Caratteristiche dei materiali

Con riferimento alla classificazione contenuta nelle norme CNR UNI 10006, le terre preferibilmente da utilizzare saranno di tipo ghiaioso-sabbioso (classi A-1, A2-4 A2-5).

Non si dovranno utilizzare le materie organiche e le sabbie pulite.

Il materiale posto in opera dovrà avere valori del peso in volume allo stato secco pari al 95% del peso di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor normale con tolleranza di +/- 1%; la corrispondente umidità dovrà avere i valori compresi fra +/- 2% dell'umidità ottimale ottenuta nella suddetta prova di compattazione. Definita anche la percentuale di umidità, questa deve essere mantenuta costante con una tolleranza di +/- 1%.

A suo insindacabile giudizio, l'Amministrazione potrà individuare aree di prelievo di materiale di caratteristiche differenti da quanto sopra riportato.

D.3 Modalità esecutive

Prima di procedere alla costruzione dell'argine, sarà necessario preparare il terreno di posa, provvedendo all'asportazione del terreno vegetale e degli apparati radicali e alla predisposizione di uno scavo di cassonetto o, qualora il declivio trasversale del terreno fosse superiore al 15%, di opportuni gradoni di ammorsamento delle dimensioni riportate nei disegni di progetto.

Nella costruzione dell'argine andranno seguite le indicazioni progettuali riportate nei disegni esecutivi, sia per quanto riguarda le dimensioni del rilevato e la pendenza delle scarpate, sia per quanto riguarda lo spessore degli strati, il tipo di macchina da utilizzare per il costipamento ed il numero di passate.

D.4 Prove di accettazione e controllo

Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori potrà procedere al prelievo di campioni di terreno da inviare a laboratori ufficiali, in modo da verificare la rispondenza alle prescrizioni di cui al presente paragrafo.

I campioni di terreno prelevati saranno innanzitutto classificati: sarà individuata la curva granulometrica che caratterizza ogni campione, verranno valutati i limiti di Atterberg (in particolare modo il limite liquido e l'indice di plasticità), l'indice di gruppo. Saranno poi eseguite le prove necessarie per la determinazione dell'optimum Proctor.

Qualora richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori l'Impresa dovrà provvedere alla posa in opera di una opportuna strumentazione geotecnica, tale da permettere la verifica delle corrette condizioni di lavoro in tutte le fasi di realizzazione dell'opera. Mediante la posa di assestimetri superficiali e profondi, di piezometri e di inclinometri sarà inoltre possibile controllare il grado di

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche pag. 12 / 73

assestamento, l'esistenza di spostamenti orizzontali, la consolidazione raggiunta da eventuali strati argillosi, l'andamento del moto di filtrazione.

Nel caso di rilevati costruiti ex novo l'Impresa dovrà provvedere alla posa della strumentazione completa per una sezione significativa a scelta dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Nel caso di rialzi e ringrossi i controlli saranno limitati alla compattazione fatti salvi, comunque, i controlli generali sulla qualità delle terre.

Se le prove relative allo stato di compattazione del rilevato non dovessero dare esito soddisfacente, l'Impresa è tenuta a ripetere la compressione dei rilevati sino ad ottenere il risultato prescritto.

Gli oneri per tutte le prove di laboratorio e per la strumentazione per le prove a campo sono a carico della Stazione Appaltante.

L'Impresa è obbligata, senza pretesa di compenso alcuno, a dare ai rilevati, durante la costruzione, le maggiori dimensioni richieste dall'assestamento naturale delle terre. Le scarpate saranno spianate e battute e i lavori di profilatura dovranno avvenire con asporto anziché con riporto di materie.

All'atto del collaudo i rilevati eseguiti dovranno avere la sagoma e le dimensioni prescritte dai disegni progettuali.

Qualora la costruzione del rilevato dovesse venire sospesa, l'Impresa dovrà provvedere a sistemarlo regolarmente in modo da fare defluire facilmente le acque piovane; alla ripresa dei lavori dovranno essere praticati, nel rilevato stesso, appositi tagli a gradini, per il collegamento delle nuove materie con quelle già posate.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 13 / 73	

E) IMPIANTO DI CANTIERE PER L'ESECUZIONE DI DIAFRAMMI

L'impianto del cantiere per la realizzazione di diaframmi comprende il trasporto delle attrezzature in andata e ritorno, lo scarico e l'assemblaggio delle stesse, il campo prove, se richiesto, le verifiche e le relazioni di calcolo necessarie, la realizzazione ed il disfacimento delle piste di cantiere necessarie al posizionamento delle attrezzature; comprende inoltre il consolidamento del piano di appoggio, eventualmente anche con basamento in calcestruzzo, compresa anche la rimozione finale di quanto posto in opera ed il ripristino dei luoghi allo stato originario, con il conferimento in discarica autorizzata del materiale di risulta prodotto.

Al fine di evitare eventuali percolamenti, il refluo della lavorazione di realizzazione dei diaframmi, contenente bentonite, sarà raccolto in vasche (in acciaio o altro) che dovranno essere impermeabili, e posate su telo impermeabile. Il refluo dovrà essere opportunamente smaltito.

Le aree di cantiere su cui stoccare i materiali saranno realizzate con pavimentazione in stabilizzato. Le aree per i rifiuti saranno protette con telo impermeabile.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 14 / 73	

F) OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

F.1 Generalità

Le strutture in cemento armato da realizzare in opera previste in progetto risultano dagli specifici elaborati grafici.

Il calcestruzzo da impiegare nella realizzazione delle strutture dovrà avere le caratteristiche minime richieste e specificate nelle tavole esecutive.

L'Impresa è tenuta a sottoporre preventivamente alla approvazione dall'Ufficio di Direzione Lavori la composizione degli impasti ed a concordare con essa durante il lavoro le eventuali variazioni necessarie che, comunque, non potranno costituire motivo per l'Impresa di richiesta di sovrapprezzo.

Le normative di riferimento per la preparazione, trasporto, materiali e messa in opera sono:

- Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018 – G.U. n. 42 del 20/02/2018 S.O. n. 30.
- Linee guida del Consiglio Sup. LL. PP. sul calcestruzzo strutturale-preconfezionato-alta resistenza
- Norma Europea UNI EN 206-1 (Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità)
- Norma Tecnica UNI 11104 del 2016 (Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206)

F.2 Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

Acqua

Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008

Additivi

- Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI-EN 934-2
- Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2
- Additivi per conglomerati cementizi. Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 17 gennaio 2018 e s.m.i., e possedere certificazioni del Fornitore attestanti la conformità alle norme ASTM C 494 oppure UNI 7101-80, 7102, 7112, 7114, 7120 - 72 e 8145, 8146 - 80.

In ogni caso l'Appaltatore dovrà presentare uno studio da cui risultino le ragioni dell'uso, il fine cui si tende, il tipo di additivo da impiegare, le sue proprietà caratteristiche ed i risultati di prove sperimentali eseguite secondo le norme vigenti, con particolare riferimento agli effetti dell'uso dell'additivo medesimo sulla resistenza e durabilità del conglomerato.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO		
Progetto di fattibilità tecnico economica		
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE		
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B	
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche	pag. 15 / 73

Le modalità di impiego dovranno essere conformi alle prescrizioni della ditta produttrice dell'additivo, ed approvate dalla Direzione Lavori.

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili, durevoli, a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità, si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori. A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante – aerante, fluidificante - ritardante e fluidificante – accelerante.

Aggregati

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:

Specifica Tecnica Europea Armonizzata 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 al paragrafo 11.2.9 dal DM 17 gennaio 2018 a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio.

Gli aggregati riciclati dovranno comunque rispettare le norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali.

I limiti di accettabilità delle caratteristiche tecniche degli aggregati sono quelli previste dalle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005.

Cemento

Cemento conforme alla norma UNI-EN 197-1

Ceneri volanti e fumi di silice

Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 450 e UNI-EN 13263 parte 1 e 2.

F.3 Prescrizioni per la struttura

Copriferro minimo

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
Codice elaborato:	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
Titolo elaborato:	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 16 / 73	

Come da elaborati grafici e/o voci di elenco prezzi.

Scassero

oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

Acciaio

Acciaio B450C conforme al DM 17 gennaio 2018:

Proprietà Requisito

Limite di snervamento $f_y \geq 450$ MPa

Limite di rottura $f_t \geq 540$ MPa

Allungamento totale al carico massimo $Agt \geq 7.5\%$

Rapporto $1,15 \leq (f_t/f_y)_k \leq 1,35$

Rapporto f_y misurato/ f_y nom $\leq 1,25$

Resistenza a fatica assiale(*): 2 milioni di cicli

Resistenza a carico ciclico(*): 3 cicli/sec (deformazione $1,5 \div 4$ %)

Idoneità al raddrizzamento dopo piega (*) Mantenimento delle proprietà meccaniche

Controllo radiometrico (**) superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995 - D. Lgs. 241/2000

(*) = prove periodiche annuali

(**) = controllo per colata

F.4 Calcestruzzo confezionato con processo industrializzato o preconfezionato

Per calcestruzzo confezionato con processo industrializzato si intende quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere.

Gli impianti devono dotarsi di un sistema permanente di controllo interno della produzione

Il sistema di controllo della produzione di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato in impianti di un fornitore è predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000.

Detto sistema di controllo deve essere certificato da organismi terzi indipendenti che operano in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006, autorizzati dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Prima dell'inizio dei lavori, e ad ogni modo con congruo anticipo rispetto l'inizio dei getti di calcestruzzo, l'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, al fine di ottenerne

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 17 / 73	

l'approvazione, il nominativo dello stabilimento di produzione di calcestruzzo da cui intenderà rifornirsi.

A corredo della comunicazione dello Stabilimento di produzione del calcestruzzo, l'Impresa dovrà allegare il certificato "FCP" attestante il fatto che si attua il processo di produzione di "calcestruzzo preconfezionato con processo industrializzato" a mente del DM 17 gennaio 2018 ed s.m.i..

I documenti che accompagnano ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato devono indicare gli estremi di tale certificazione (estremi FPC in bolla di consegna).

Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla sulla quale dovranno essere riportati:

- nome dell'impianto di preconfezionamento
- numero progressivo del documento
- giorno e ora del carico, ovvero ora del primo contatto tra acqua e cemento
- numero dell'autobetoniera o identificativo del veicolo di trasporto
- nome dell'acquirente
- nome e ubicazione del cantiere
- quantità di calcestruzzo in metro cubo
- dichiarazione di conformità alle specifiche e alla EN 206-1
- nome o marchio dell'Ente di certificazione (FPC) con relativi estremi della certificazione
- ora di arrivo in cantiere
- ora di inizio scarico
- ora di fine scarico

Calcestruzzo a prestazione garantita:

- classe di resistenza
- classe di esposizione ambientale
- classe di contenuto in cloruri
- classe di consistenza o valore di riferimento
- valori limite di composizione del cls (se oggetto di specifica)
- tipo di additivo e aggiunte, se oggetto di specifica
- proprietà speciali, se richieste
- dimensione max nominale aggregato
- massa volumica (in caso di cls leggero o pesante)

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 18 / 73	

Calcestruzzo a composizione richiesta:

- dettagli sulla composizione (es. contenuto di cemento e/o tipo di additivo) secondo la specifica
- rapporto a/c o consistenza, espressa come classe o valore di riferimento
- dimensione max nominale aggregato.

Il Direttore dei Lavori, che è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi.

F.5 Fornitura di acciaio

Le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall' "Attestato di Qualificazione" nel quale deve essere riportato il riferimento alla bolla di consegna; l'attestato è valido per 5 anni.

F.6 Prove di accettazione sui materiali

Calcestruzzo

Secondo quanto disposti dalle "Nuove Norme tecniche per le Costruzioni" (DM 17 gennaio 2018) (p.11.2.5) sarà eseguita dalla D.L. un controllo di accettazione del calcestruzzo in relazione alla resistenza caratteristica a compressione prescritta. Qualora i valori di resistenza a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, o qualora sorgano dubbi sulla qualità del calcestruzzo, è facoltà del Direttore dei Lavori richiedere l'effettuazione di prove direttamente sulle strutture. In questi casi si dovrà tenere nel debito conto gli effetti che sui prelievi in opera hanno avuto la posa in opera e la stagionatura del calcestruzzo, per tale ragione la verifica od il prelievo del calcestruzzo indurito non può essere sostitutivo dei controlli d'accettazione da eseguirsi su provini prelevati e stagionati in conformità alle relative norme UNI.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei lavori o di un tecnico dell'ufficio di direzione lavori che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo in contraddittorio con l'impresa appaltatrice, di cui si dà atto con relativo verbale.

Il D.L. dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili etc.; la certificazione effettuata dal Laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale.

La domanda prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dal Direttore dei Lavori non possono far parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

Nel caso di prove CONTROLLO DELLA RESISTENZA IN OPERA si farà riferimento alle Norme per la determinazione delle prove distruttive e non distruttive:

UNI EN 12504-1: carotaggi

UNI EN 12504-2: battute sclerometriche

UNI EN 12504-3: forza di estrazione (pull out)

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 19 / 73	

UNI EN 12504-4: determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici

Il calcolo della resistenza in opera dovrebbe essere effettuato secondo le indicazioni della prEN 13791: Assesement of in situ compressive strength in structures and precast concrete components.

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico della Stazione Appaltante mentre l'impresa dovrà prestarsi all'assistenza per la fornitura dei provini.

Nel caso in cui il valore della resistenza caratteristica cubica ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto la D.L. potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti o dei lavori in attesa dei risultati delle ulteriori prove richieste.

Tale sospensione non darà corso ad alcuno riconoscimento di indennizzo o danno all'impresa.

Qualora anche le prove successivamente effettuate presso laboratori Ufficiali la Rck risultasse ancora inferiore ai valori di progetto indicati nei calcoli statici e /o nei disegni si procederà, a cura e spese dell'impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base delle ipotesi progettuali di appalto e della nuova resistenza ridotta così come determinata dalle prove.

Tali verifiche e controlli formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale risulti dimostrata che la nuova resistenza, fermo restando le ipotesi di calcolo e di vincolo progettuali, sia conforme ai disposti di cui al DM 17 gennaio 2018.

Se la relazione verrà approvata dalla D.L., il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica determinata.

Se i lavori sono pagati a corpo, verrà dedotto, sul prezzo a corpo, un importo pari alla differenza di prezzo in base alla resistenza dei calcestruzzi, riferita al prezziario applicato, per la quantità di calcestruzzo messo in opera.

Nel caso in cui la relazione non venga approvata dalla D.L., l'impresa sarà tenuta a sua cura e spese a procedere alla demolizione e al rifacimento dell'opera, oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa impresa ed approvati dalla D.L., permettono di verificare la struttura.

In questo caso non sarà dovuto alcun indennizzo maggiore di quello previsto contrattualmente.

Acciaio

Se lo stabilimento di provenienza è unico si devono prelevare 3 spezzoni di uno stesso Ø da sottoporre a prove di resistenza e duttilità (lotto di consegna non superiore a 30 t)

CONTROLLO ENTRO 30 GIORNI DALLA FORNITURA; IN OGNI CASO PRIMA DELLA POSA IN OPERA DELLE ARMATURE

Se i precedenti criteri non sono soddisfatti si può eseguire un prelievo di 10 provini da prodotti diversi del lotto di spedizione (lotti di max 30 ton)

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche pag. 20 / 73

Il criterio di accettazione è che la media dei risultati sui 10 provini sia maggiore del valore caratteristico ed i singoli valori siano compresi tra i valori minimi e massimi. Il prelievo deve essere effettuato dal

D.L. che deve rendere identificabili i campioni con sigle o etichette. Il D.L. deve firmare la richiesta di esecuzione prove affinché la certificazione sia valida ai sensi del DM

I controlli in cantiere sono obbligatori.

I controlli sono facoltativi se il prodotto proviene da un centro di trasformazione o lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati i relativi controlli; il materiale deve essere accompagnato da apposita certificazione.

Il D.L. può, a sua discrezione, chiedere anche controlli sull'indice di aderenza, la saldabilità, ecc. Le prove sui materiali saranno eseguite da laboratori abilitati secondo le disposizioni di legge.

F.7 Messa in opera del calcestruzzo

Verifiche ed operazioni preliminari alla messa in opera del calcestruzzo

Prima di iniziare la messa in opera del calcestruzzo è necessario compiere le operazioni e verifiche riguardanti almeno: le casseforme, le strutture di supporto e le armature metalliche.

Casseforme

Le casseforme e le relative strutture di supporto devono essere progettate e realizzate in modo da supportare le azioni alle quali sono sottoposte nel corso della messa in opera del calcestruzzo e da essere abbastanza rigide per garantire il rispetto delle dimensioni geometriche e delle tolleranze previste.

Per rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali, le casseforme devono essere praticamente indeformabili quando, nel corso della messa in opera, sono assoggettate alla pressione del calcestruzzo ed alla vibrazione.

Nel caso di superfici a vista queste saranno realizzate secondo le specifiche progettuali.

La tenuta delle casseforme deve essere curata in modo particolare nelle strutture con superfici di calcestruzzo a vista, può essere migliorata utilizzando giunti preformati riutilizzabili o con mastice e con guarnizioni monouso.

Tutti i tipi di casseforme (con la sola esclusione di quelle che rimangono inglobate nell'opera finita), prima della messa in opera del calcestruzzo, richiedono il trattamento con un agente (prodotto) disarmante.

Si deve aver cura di eliminare ogni significativa traccia di ruggine nelle casseforme metalliche.

Nel caso in cui i ferri d'armatura non siano vincolati alle casseforme, per rispettare le tolleranze dello spessore del copriferro, si dovranno predisporre opportune guide o riscontri che contrastano l'effetto della pressione esercitata dal calcestruzzo.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 21 / 73	

F.8 Assemblaggio e messa in opera delle armature

Le armature devono essere messe in opera secondo le posizioni, le prescrizioni e le indicazioni dei disegni e dei documenti progettuali. In tal senso è opportuno che il progetto contenga un apposito elaborato riportante la distinta dei ferri di armatura. Devono inoltre essere rispettate:

- le tolleranze di posizionamento definite nella documentazione progettuale
- lo spessore del copriferro specificato.

I distanziali in acciaio, a contatto con la superficie esterna, del calcestruzzo sono ammessi solamente in classe di esposizione XO (UNI EN 206-1), (ambiente secco e riparato). Tale restrizione non si applica ai distanziali in acciaio inossidabile idoneo alle specifiche condizioni di esposizione.

Barre d'armatura

Il taglio e la curvatura dei ferri d'armatura devono essere effettuati secondo le prescrizioni riportate nella documentazione progettuale. È sempre comunque opportuno che:

- la curvatura sia effettuata con progressione regolare;
- la curvatura a temperatura inferiore a 5°C sia autorizzata dalla Direzione Lavori, che fisserà le eventuali precauzioni;
- a meno di una specifica indicazione riportata nella documentazione progettuale, sia evitato il riscaldamento delle barre per facilitarne la curvatura.

Le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio adeguato al diametro, i diametri dei mandrini di curvatura devono essere adattati al tipo d'armatura, e non devono essere inferiori ai valori indicati dalla normativa di settore.

Reti elettrosaldate

Gli acciai delle reti elettrosaldate devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare 330 mm.

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2:2004 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm². Tale esistenza al distacco della saldatura del nodo, va controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate.

In ogni elemento di rete le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche.

La produzione di reti elettrosaldate può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 22 / 73	

marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo annegamento nel calcestruzzo.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello la marchiatura dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore. Il Direttore dei Lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere verificherà la presenza della predetta etichettatura.

La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

F.9 Giunzioni

Le giunzioni possono essere effettuate mediante:

- saldature eseguite in conformità alle norme vigenti, previo accertamento della saldabilità dell'acciaio in uso e della sua compatibilità con il metallo d'apporto, nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo
- manicotto filettato
- sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione in retto deve essere non minore di 20 volte il diametro e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (intraferro) nella sovrapposizione non deve superare 6 volte il diametro.

Nelle unioni di sovrapposizione, se necessario, si devono valutare gli sforzi trasversali che si generano nel calcestruzzo circostante, che va protetto con specifiche armature addizionali, trasversali o di cerchiatura.

Le saldature non devono essere eseguite in una parte curva o in prossimità di una curva dell'armatura. La saldatura per punti è ammessa solo per l'assemblaggio delle armature.

Non deve essere permessa la saldatura delle armature di acciaio galvanizzato a meno di diverse specifiche prescrizioni, che indichino il procedimento da seguire per il ripristino della protezione.

F.10 Trasporto del calcestruzzo fresco

Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego, dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti, e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli. Saranno accettate, in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo e, eccezionalmente, i nastri trasportatori. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del calcestruzzo alla bocca d'uscita della pompa.

Qualora il trasporto del conglomerato avvenga mediante autobetoniera, l'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 23 / 73	

In ogni caso, la lavorabilità dell'impasto verrà controllata mediante le prove di consistenza con il cono di Abrams (slump test) sia all'uscita dall'impianto di betonaggio o dalla bocca dell'autobetoniera, sia al termine dello scarico in opera; la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI 7163-79, salvo l'uso di particolari additivi.

È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti.

F.11 Movimentazione del calcestruzzo

La movimentazione del calcestruzzo dal mezzo di trasporto al punto di messa in opera può essere effettuata mediante uno dei seguenti dispositivi: canaletta, benna, nastro trasportatore, pompa. Il mezzo deve essere scelto tenendo in considerazione le caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco, la distanza tra il punto d'arrivo del mezzo e quello di getto, le condizioni climatiche, la conformazione delle casseforme e del cantiere, le attrezzature di compattazione disponibili e la velocità d'avanzamento prevista.

Movimentazione mediante canaletta

Al fine di ottenere una corretta messa in opera, la canaletta deve avere pendenza e lunghezza compatibili con la classe di consistenza del calcestruzzo. Generalmente le autobetoniere sono attrezzate con canalette che consentono la distribuzione diretta del calcestruzzo entro il raggio d'alcuni metri. È opportuno che, per proteggere il calcestruzzo dal rapido essiccamento, la canaletta sia protetta dal vento e dal sole. Per evitare la segregazione del calcestruzzo, all'atto dello scarico e nell'eventuale passaggio da una canaletta all'altra, si predispone una tramoggia che accompagna la discesa del calcestruzzo in direzione verticale. La segregazione è infatti provocata non tanto dalla lunghezza della canaletta quanto dalla caduta libera del calcestruzzo alla sua estremità.

La canaletta deve essere accuratamente ripulita al termine di ogni operazione di scarico.

Per motivi di sicurezza, le canalette delle autobetoniere devono essere opportunamente vincolate in modo da evitare gli spostamenti laterali, i sostegni della canaletta di cantiere devono essere idonee a sopportare il carico statico e dinamico del calcestruzzo.

Movimentazione con benna

La benna permette di movimentare quantità ridotte di calcestruzzo in punti dislocati in modo disperso nella struttura in costruzione. Questa soluzione è preferibile nei casi in cui si operi a quote elevate rispetto al piano di consegna del calcestruzzo e sia installata una gru.

Le specifiche del calcestruzzo idoneo ad essere movimentato mediante benna riguardano solo la consistenza, che deve essere tale da far defluire il calcestruzzo dalla bocca senza segregare.

Per accompagnare il calcestruzzo entro le casseforme delle strutture verticali, evitando la caduta libera che provoca la segregazione, è consigliabile l'impiego di un tubo getto che, immerso nella superficie del calcestruzzo fresco, ne permetta l'immissione dal basso o, in alternativa, l'applicazione alla bocca di scarico della benna di un tubo di gomma flessibile, avente diametro di 15 – 20 cm e lunghezza tale da ridurre la caduta libera del calcestruzzo a meno di 50 cm. Tale

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 24 / 73	

accorgimento è particolarmente importante per i calcestruzzi fluidi (consistenza > S4 secondo la norma UNI EN 206-1) e per quelli autocompattanti.

Movimentazione mediante pompanti

Affinché l'operazione di pompaggio possa procedere in modo soddisfacente, è necessario che l'impasto sia alimentato in modo continuo, risulti uniforme, di buona qualità, omogeneamente mescolato e correttamente dosato, con aggregati di adeguato assortimento granulometrico.

F.12 Operazioni di getto

Considerata l'importanza delle operazioni di getto, che riguardano la posa in opera del calcestruzzo e tutte le fasi relative, è necessario stabilire un programma di verifiche comprendenti:

- il coordinamento con la Direzione Lavori, con il progettista, con i laboratori esterni per ispezioni, verifiche, prelievi di campioni e prove a piè d'opera;
- l'istruzione/coordinamento con i fornitori e subappaltatori, per la consegna del calcestruzzo delle caratteristiche prescritte;
- Nel caso di calcestruzzo preconfezionato, le istruzioni/ordini circa le prestazioni, il programma della fornitura, l'eventuale necessità della pompa con relative caratteristiche;
- l'istruzione agli operatori per organizzare la messa in opera, compattazione e stagionatura del calcestruzzo, in funzione dei volumi, delle sequenze e degli spessori dei getti, della movimentazione e vibrazione del materiale, della protezione e stagionatura della struttura, delle condizioni climatiche, nonché delle eventuali superfici di contatto.

L'impresa esecutrice è tenuta a comunicare con dovuto anticipo al Direttore dei Lavori il programma dei getti indicando:

- il luogo di getto
- la struttura interessata dal getto
- la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo.

I getti dovranno avere inizio solo dopo che il Direttore dei Lavori ha verificato:

- la preparazione e rettifica dei piani di posa
- la pulizia delle casseforme
- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.)
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo
- la posizione di eventuali drenaggi

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 25 / 73	

- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

F.13 Scarico del calcestruzzo ordinario

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione dei vari componenti.

È opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non ecceda 50-80 cm e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm.

Si deve evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibratori, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementizia e la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera.

Riprese di getto

Per quanto possibile, i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò è opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che, mediante vibrazione, si ottenga la monoliticità del calcestruzzo. Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa, sia lasciata quanto più possibile corrugata, alternativamente la superficie deve essere scalfita (e pulita dai detriti), in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine), o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo d'additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie.

Anche se le soluzioni sopraindicate mirano ad ottenere il monolitismo tra i getti successivi, per assicurare la continuità strutturale, le riprese di getto devono essere orientate su piani quanto più possibili ortogonali alla direzione dei flussi di compressione che si destano poi nella struttura in servizio, in modo da garantire un'imposta efficace per tali compressioni.

Tra le riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto e colore. La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che, in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive. Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento.

L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche

pag. 26 / 73

F.14 Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio

È prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità, sia in elevazione che in fondazione, onde evitare irregolari ed imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti, quando non riportati chiaramente negli elaborati di progetto, vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte, tenendo anche conto delle particolarità della struttura (ripresa fra vecchie e nuove strutture, riprese di getto per fasi successive di lavorazione).

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in opera, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti in superficie secondo linee rette continue o spezzate.

Quando non riportato esaurientemente negli elaborati di progetto, la larghezza e la conformazione dei giunti saranno valutate e stabilite in accordo con la Direzione Lavori.

I prezzi di fornitura e posa dei giunti comprendono tutti gli oneri per dare il giunto nel suo definitivo assetto, quale p.es. i manufatti di tenuta o copertura e la sigillatura a raso delle superficie con sigillanti, malte o collanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

È tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto. In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superficie esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto, e con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio.

F.15 Compattazione del calcestruzzo

Per raggiungere le proprietà desiderate, il calcestruzzo deve essere compattato.

Tale processo può essere effettuato mediante: vibrazione, centrifugazione, battitura, assestamento. Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori. È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

La lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua, non può essere migliorata aggiungendo acqua.

Quando necessario possono essere utilizzati degli additivi fluidificanti o, talvolta, superfluidificanti.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
	pag. 27 / 73

Nel predisporre il sistema di compattazione si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.

F.16 Accorgimenti per la posa in opera

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tener registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Il calcestruzzo sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo esclusivo giudizio, riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,50 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.

F.17 Stagionatura e disarmo

A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo. Il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

Durante il periodo della stagionatura, i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Prima del disarmo, tutte le superfici non protette del getto dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura o con altri idonei accorgimenti per almeno 7 giorni dal getto.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito dalle normative vigenti, in particolare quanto riportato dalle "Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale" e dalle "Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera" emanate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Servizio Tecnico Centrale nel settembre 2017.

Subito dopo il disarmo si dovranno mantenere umide le superfici in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato, fino a che non siano trascorsi 7 giorni dal getto.

Dovrà essere controllato che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 28 / 73	

F.18 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ecc.

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature, ecc., nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per sedi di cavi, per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti, ecc.

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari, e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa. Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni e le ricostruzioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

F.19 Opere in fondazione

I manufatti saranno di norma costruiti mettendo il piano di fondazione costantemente all'asciutto.

Quindi in presenza d'acqua si provvederà all'abbassamento del livello dell'acqua almeno fino a 20 cm sotto il predetto piano di fondazione.

Le norme che regolano la costruzione delle opere di fondazione all'asciutto, continue o discontinue, in conglomerato cementizio semplice o in cemento armato, sono le stesse che riguardano le analoghe opere in sovrelevazione. Nel caso particolare, di getti per le opere di fondazione da eseguirsi in acqua o in presenza d'acqua, si useranno apposite tramogge o altri specifici mezzi per condurre il calcestruzzo direttamente nel sito a cui è destinato in modo da evitare al massimo i dilavamenti. Ovviamente, data una classe di resistenza del calcestruzzo o una sua particolare dosatura, prescritte dalle voci d'elenco dei prezzi contrattuali, l'appaltatore dovrà provvedere al maggior dosaggio di cemento sia per compensare quello dilavato dall'acqua durante le operazioni di getto, sia per compensare quello necessario alla presa e indurimento del calcestruzzo in eccesso d'acqua. Comunque, per tutte le opere di fondazione qui descritte, sia superficiali che profonde, valgono le norme di cui alla legge 2.2.1974, n. 64 sulla stabilità dei terreni, sulle opere di sostegno delle terre e sulle opere di fondazione, qualora non in contrasto con le norme che seguono.

Resta comunque stabilito che in caso di pompaggio dovranno essere installate anche pompe di riserva per garantire un funzionamento continuo del sistema prosciugante. Il prosciugamento dovrà comunque essere protratto solo per il tempo strettamente necessario alle operazioni di scavo e di costruzione dei manufatti.

F.20 Prove di carico e collaudo statico

Prima di sottoporre le strutture in cemento armato, dopo la loro ultimazione in opera, verrà eseguito da parte del Collaudatore un'accurata visita preliminare di tutte le parti per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte secondo le prescrizioni contenute nelle norme specifiche, in particolare nel DM 17 gennaio 2018, art. 9.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche

G) FONDAZIONI SPECIALI – DIAFRAMMI IN C.A.

G.1 Generalità

I diaframmi in c.a. sono opere con funzione di impermeabilizzazione, sostegno o fondazione, ottenute gettando il conglomerato cementizio entro cavi di forma planimetrica allungata realizzati nel terreno, di norma in presenza di fanghi bentonitici.

I diaframmi possono costituire opere di sostegno, sia autoportanti che vincolate da puntelli o tiranti ancorati nel terreno; essi possono essere costituiti da elementi accostati, oppure staccati uno dall'altro, oppure con giunti a tenuta idraulica, in modo da impedire qualunque filtrazione attraverso la parete.

Durante la perforazione occorrerà tenere conto dell'esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il diaframma, dovranno quindi essere minimizzati:

- il rammollimento degli strati coesivi;
- la diminuzione di densità relativa degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci proprie dello stato naturale;
- la riduzione dell'aderenza diaframma-terreno da un improprio impiego dei fanghi.

Per quanto riguarda la normativa vigente in materia di opere in c.a. si richiama espressamente quanto riportato al paragrafo "Opere in conglomerato cementizio".

Nei prezzi di elenco relativi a tali opere sono compresi: lo spianamento su livelli orizzontali del piano di lavoro in accordo all'Ufficio di Direzione Lavori, lo scavo, lo scavo a vuoto, i tracciamenti, la formazione/demolizione dei cordoli guida, l'apertura della trincea, l'eventuale impiego di scalpello, il sostegno delle pareti di scavo con "avampozzo", il carico e trasporto a rifiuto dei materiali di risulta, compreso il trattamento dei fanghi secondo le leggi vigenti, la fornitura e posa dei fanghi bentonitici e l'impiego dei relativi impianti di pompaggio, l'acqua nella quantità necessaria, l'allontanamento e l'onere di scarica dei fanghi bentonitici, la fornitura del conglomerato cementizio ed il suo getto e costipamento con mezzi idonei anche in presenza di armature metalliche, il maggior consumo di calcestruzzo in base all'assorbimento e alla regolarità del terreno, le protezioni di lavoro e di sicurezza nell'area circostante lo scavo, la formazione dei giunti tra un pannello e l'altro, l'eventuale jet grouting integrativo nel caso in cui i pannelli non abbiano tra loro una chiusura adeguata per garantire il coefficiente di filtrazione previsto, i tubi per eseguire le prove soniche, la chiusura sommitale dei diaframmi e la regolarizzazione della superficie, la messa a disposizione e l'allontanamento del macchinario e delle attrezzature, l'allontanamento e il riposizionamento dei macchinari e delle attrezzature in caso di piena, l'esecuzione delle prove di carico nella misura di legge, gli eventuali diaframmi a "perdere" e quant'altro necessario per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, nonché le prove ed i controlli disposti dall'Ufficio di Direzione Lavori e la documentazione dei lavori.

Sono esclusi:

- l'eventuale scavo a vuoto, oltre i 5 metri di profondità;
- la fornitura e posa dell'armatura metallica;

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO		
Progetto di fattibilità tecnico economica		
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE		
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B	
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche	pag. 30 / 73

elementi che verranno compensati con i relativi prezzi di Elenco.

G.2 Tolleranze geometriche

La posizione planimetrica dei diaframmi dovrà mantenersi nelle tolleranze indicate nel progetto. La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 0,5%. Poiché si tratta di diaframmi a tenuta idraulica, dovrà essere garantita anche una ulteriore tolleranza di un valore massimo pari a $S/3 \cdot L$ (S = spessore; L = profondità del diaframma).

Resta inteso che tra i singoli pannelli la differenza di verticalità non può superare in ogni punto i 30 cm di spessore.

I controlli di verticalità dovranno essere eseguiti, tramite l'attrezzatura di perforazione, durante l'esecuzione dello scavo applicando appositi inclinometri al sistema di scavo.

Le tolleranze ΔS sullo spessore, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito, sono le seguenti:

- per ciascun elemento, in base al suo assorbimento globale:

$$0,01 S < \Delta S \leq 0,1 S;$$

- per ciascuna sezione degli elementi sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose (dose = autobetoniera):

$$0,01 S < \Delta S \leq 0,01 S.$$

La profondità "L" dovrà risultare conforme al progetto ≈ 20 cm, salvo diversa indicazione motivata dell'Ufficio di Direzione Lavori.

Per tutte le altre tolleranze non espressamente qui indicate, si tenga a riferimento la tolleranza dell'1%. Qualora vi sia discordanza tra le tolleranze di progetto, prevarrà la tolleranza più restrittiva.

L'ordine di realizzazione dei singoli pannelli potrà essere fissato o variato a giudizio dell'Ufficio di Direzione Lavori, senza che perciò l'Appaltatore abbia diritto ad alcun speciale compenso.

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere sostitutive e/o complementari che si rendessero necessarie per garantire piena funzionalità al diaframma in caso di esecuzione non conforme alle tolleranze stabilite.

G.3 Preparazione del piano di lavoro e perforazione

L'Appaltatore all'inizio dei lavori dovrà individuare esattamente le estremità dei due tratti di nuova diaframmatura da realizzare coincidenti con la testata delle diaframature già esistenti. In particolare le posizioni delle testate alle estremità est dei due nuovi tratti sono già state indicate in progetto, mentre le estremità lato ovest dovranno essere individuate mediante apposita ricerca con escavatore, trovandosi al momento in corrispondenza di due rampe di discesa dalla strada alzaia all'area golenale in destra Po. Tale onere di individuazione è a carico dell'Impresa.

L'Appaltatore avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che se incontrati dalla perforazione possano recare danno alle

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 31 / 73	

maestranze di cantiere o a terzi. Analoga attenzione dovrà essere prestata a possibili inquinamenti di superficie o della falda da parte di una incontrollata scarica dei detriti e/o dei fanghi bentonitici.

L'Appaltatore dovrà predisporre, a sua cura e spese, lungo il tracciato planimetrico del diaframma, due muretti guida in conglomerato cementizio debolmente armato, delle dimensioni non inferiori a 25-35 cm di larghezza e almeno 40-60 cm di profondità dal piano di lavoro, distanti tra loro dello spessore del diaframma aumentato di 4÷6 cm, allo scopo di definire la posizione degli utensili di scavo, di assicurare un riferimento stabile per il posizionamento delle armature e di evitare il franamento del terreno nella fascia di oscillazione del livello del fango.

Il piano di lavoro dovrà essere situato ad una quota di almeno 1,5 m superiore al livello di massima falda prevedibile, salvo diversa disposizione dell'Ufficio di Direzione Lavori. Lo scavo dovrà essere eseguito senza soluzione di continuità sino a dare il diaframma ultimato alla quota di progetto; nel caso fosse necessario sospendere la fase di scavo, l'Appaltatore dovrà darne immediatamente notizia all'Ufficio di Direzione Lavori, che si riserverà di degradare o di non accettare il diaframma interrotto.

Lo scavo dovrà avvenire in presenza di fanghi bentonitici, o con il metodo della circolazione rovescia con utensile disgregatore o con fanghi statici e benna di scavo.

Nel caso di utilizzo di benna, il corpo dell'utensile dovrà lasciare uno spazio tra esso e la parete del foro di ampiezza sufficiente ad evitare "effetti pistone" allorché l'utensile viene sollevato.

Gli utensili di perforazione dovranno avere conformazione tale da non lasciare sul fondo del foro detriti smossi o zone di terreno rimaneggiato.

La benna mordente sarà provvista delle aperture per la fuoriuscita del fango all'atto dell'estrazione. Il livello del fango nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore a m 1,00 e non dovrà scendere al disotto di m 0,60 all'atto dell'estrazione dell'utensile dal foro; a tale scopo si potrà disporre di una fossa di piccola capacità accanto al foro, direttamente connessa alla sua sommità con corto canale.

Ciascun tratto di diaframma sarà eseguito in due fasi: si procederà dapprima alla perforazione in presenza di fango bentonitico, poi al getto di elementi alterni e si completerà il tratto in seconda fase, con l'esecuzione degli elementi di chiusura ed avvenuta presa del conglomerato cementizio di quelli eseguiti in prima fase.

Le operazioni dovranno essere programmate e condotte in modo da evitare interazioni pregiudizievoli alla buona riuscita del lavoro tra elementi in corso di esecuzione o appena ultimati. Il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato a scarica autorizzata, qualora lo stesso non possa essere utilmente sistemato nei pressi del diaframma.

In fase di scavo dovranno essere adottati gli opportuni accorgimenti al fine di evitare il verificarsi di fenomeni di rilascio, sifonamento e sgrottamento del terreno e di evitare rapide variazioni della pressione nel fango; dovranno inoltre essere garantite la perfetta verticalità e la complanarità dei pannelli, secondo quanto indicato in precedenza.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
Codice elaborato:	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
Titolo elaborato:	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 32 / 73	

I fanghi di perforazione dovranno essere ottenuti miscelando in acqua bentonite in polvere ed eventuali additivi, sino ad ottenere una sospensione finemente dispersa; il dosaggio in bentonite, in termini di percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare compreso tra il 5% e il 10%, tenuto altresì conto delle caratteristiche dei terreni da attraversare.

La composizione dei fanghi bentonitici dovrà corrispondere alle prescrizioni del progettista, e dovrà comunque essere tale da garantire la stabilità delle pareti dello scavo; al momento dell'impiego i fanghi dovranno avere peso di volume non superiore a $1,04 \div 1,07 \text{ t/m}^3$ ($10,4 \div 10,7 \text{ kN/m}^3$) e viscosità Marsh compresa tra 38 s e 55 s e dovranno, prima di essere utilizzati, essere lasciati almeno 24 ore nelle vasche di maturazione.

La bentonite da impiegare dovrà inoltre corrispondere ai seguenti requisiti:

- residuo al setaccio n.38 della serie UNI n.2331-2332: $\approx 1\%$
- tenore di umidità: $\approx 15\%$
- limite di liquidità: > 400
- viscosità Marsh 1500/1000 della sospensione al 6% in acqua distillata: $> 40''$
- decantazione della sospensione al 6% in 24 ore: $< 2\%$
- acqua separata per pressofiltrazione di 450 cm^3 della sospensione al 6% in 30 minuti alla pressione di 0,7 MPa: $< 18 \text{ cm}^3$
- pH dell'acqua filtrata: $> 7; < 9$
- spessore del cake sul filtro della filtropressa: $\approx 2,5 \text{ mm}$

L'Appaltatore dovrà essere dotato di apparecchiature di depurazione che consentano di limitare la quantità di materiale trattenuto in sospensione dei fanghi.

Tali apparecchiature dovranno essere in grado di mantenere costantemente un peso di volume dei fanghi $\approx 1,25 \text{ t/m}^3$ ($12,5 \text{ kN/m}^3$) nel corso della perforazione e $\approx 1,15 \text{ t/m}^3$ ($11,5 \text{ kN/m}^3$) prima dell'inizio delle operazioni di getto, con contenuto percentuale volumetrico in sabbia $< 6\%$, procedendo in caso con periodico dissabbiamento dei fanghi per ottemperare al parametro prescritto.

I valori sopra specificati si riferiscono ai fanghi prossimi al fondo dello scavo. Nel caso d'impiego della "circolazione rovescia", le determinazioni potranno essere fatte sui fanghi in circolo immessi alla bocca dello scavo stesso, mentre nel caso di "fanghi in quiete", dovranno essere condotte su campioni di fanghi prelevati a mezzo di apposito campionatore per fluidi in prossimità del fondo dello scavo.

Lo scavo sia nel corso della sua esecuzione sia durante il successivo getto del conglomerato dovrà risultare internamente riempito di fango.

Il materiale di risulta dello scavo dovrà essere allontanato dal cantiere e trasferito in apposita discarica utilizzando tutti gli accorgimenti atti ad evitare dispersioni di fanghi bentonitici.

Si eseguiranno, a cura e spese dell'Appaltatore e in contraddittorio con l'Ufficio di Direzione Lavori, determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche del fango:

- a) peso di volume;

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
Codice elaborato:	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
Titolo elaborato:	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 33 / 73	

- b) viscosità Marsh;
- c) contenuto in sabbia;

ripetendo le misure con la frequenza e le modalità di prelievo sottoindicate.

Fanghi freschi maturati (determinazione delle caratteristiche a e b):

- prelievo nella vasca di maturazione con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi.

Fanghi in uso, nel corso della escavazione (determinazione della caratteristica a):

- prelievo entro il cavo mediante campionatore, alla profondità sovrastante di cm 50 quella raggiunta dall'escavazione al momento del prelievo, con frequenza di un prelievo per ogni elemento (pannello di diaframma) al termine dell'attraversamento degli strati più sabbiosi, o al termine delle operazioni di scavo.

Fanghi prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio (determinazione delle caratteristiche a e c):

- prelievo mediante campionatore, alla profondità di cm 80 sopra il fondo dello scavo con frequenza di prelievo per ogni elemento da eseguire dopo che le armature metalliche ed il tubo di convogliamento sono già stati posti in opera.

L'Ufficio di Direzione Lavori potrà richiedere ulteriori controlli delle caratteristiche dei fanghi bentonitici impiegati, in particolare nella fase iniziale di messa a punto delle lavorazioni.

L'Appaltatore dovrà disporre in cantiere di una adeguata attrezzatura di laboratorio per il controllo del peso specifico o di volume, della viscosità, del contenuto in sabbia, del pH, dell'acqua "libera" e dello spessore del "cake"; mentre per la constatazione delle seguenti caratteristiche:

- residui al setaccio n.38 della serie UNI n.2331-2332;
- tenore di umidità;
- limite di liquidità;
- decantazione della sospensione al 6%;

si ricorrerà a cura e spese dell'Appaltatore, a laboratorio ufficiale.

G.4 Armatura

Le armature metalliche dovranno essere realizzate in conformità alle indicazioni di progetto e rispondere alle prescrizioni del paragrafo "Opere in conglomerato cementizio". Le armature trasversali saranno costituite da riquadri o staffe a più braccia, con ampio spazio libero centrale per il passaggio del tubo di getto; esse saranno di norma esterne alle armature verticali salvo diversa indicazione degli elaborati esecutivi.

Le armature verticali verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica. Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo rispetto alla parete di scavo così come riportato negli

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 34 / 73	

elaborati grafici o voci elenco prezzi. Possono essere costituiti da rotelle cilindriche in conglomerato cementizio (diametro 12÷15 cm, larghezza > 6 cm) con perno in tondino metallico fissato a due ferri verticali contigui. I centratori saranno posti a gruppi di 3÷4 regolarmente distribuiti e con spaziatura verticale di 3÷4 m.

Le armature dovranno consentire il passaggio agevole del calcestruzzo attraverso i ferri, soprattutto nelle zone di sovrapposizione; al fine di non ostacolare la risalita del calcestruzzo nelle zone più delicate, come i giunti, si raccomanda inoltre di mantenere le staffe orizzontali ad una distanza adeguata, pari a circa 50 cm.

Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo il perimetro che ne unisce i centri, non dovrà in nessun caso essere inferiore a 7,5 cm con aggregati inferiori ai 2 cm e 10 cm con aggregati di classe superiore.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del cavo.

G.5 Getto del calcestruzzo

Il conglomerato cementizio sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio, a peso, dei componenti per garantire il mix design a prestazione richiesto in ogni periodo dell'anno e dovrà rispondere alle norme vigenti in materia. Si impiegheranno almeno tre classi di aggregati; le classi saranno proporzionate in modo da ottenere una curva granulometrica che soddisfi il criterio della massima densità (curva di Fuller).

La dimensione massima degli aggregati dovrà essere inferiore al valore minimo di interspazio tra le armature secondo le specifiche degli elaborati grafici e delle voci di elenco prezzi.

Il conglomerato cementizio dovrà avere le caratteristiche riportate negli elaborati grafici e nelle voci di elenco prezzi.

È ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante. I prodotti commerciali che l'Appaltatore si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva dell'Ufficio di Direzione Lavori.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazioni dei componenti.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun elemento di diaframma senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile; in ogni caso ciascun getto dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 20 m³/h.

La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire la erogazione nell'unità di tempo di volumi di conglomerato cementizio almeno doppi di quello sopra indicato.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera impiegando un tubo di convogliamento costituito da sezioni di tubo di acciaio avente diametro non inferiore a 18 cm e comunque tale da garantire il libero flusso del calcestruzzo. L'interno dei tubi sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una adeguata dimensione, mantenuta sospesa da un mezzo di sollevamento.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 35 / 73	

Prima di installare il tubo di convogliamento sarà eseguita una ulteriore misura del fondo scavo. Per diaframmi eseguiti in presenza di fango bentonitico, il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30 cm dal fondo della perforazione.

Prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di 30 cm di spessore di vermiculite granulare o di palline di polistirolo galleggianti sul liquido, oppure ancora da un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello necessario per almeno 3÷4 m di diaframma. Il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione nel conglomerato cementizio sufficiente ad evitare penetrazione di bentonite al suo interno.

In presenza di pannelli di lunghezza o forma tale da richiedere l'impiego contemporaneo di due o più tubi di getto, questi dovranno essere alimentati in modo sincrono per assicurare la risalita uniforme del calcestruzzo.

Nei casi in cui sia richiesta la impermeabilità del diaframma o la collaborazione statica tra gli elementi che lo compongono, i giunti tra gli elementi dovranno essere opportunamente conformati.

A tale scopo prima del getto degli elementi primari, si poseranno ai due estremi del pannello da gettare e per tutta la profondità due casseforme metalliche a sezione opportunamente sagomata ed approvata dall'Ufficio di Direzione Lavori.

A presa iniziata, si provvederà ad estrarre per 2÷3 cm le casseforme mediante un'opportuna attrezzatura, ripetendo l'operazione in tempi successivi qualora le dimensioni dell'elemento comportino durate del getto notevoli e quindi tempi di presa scaglionati per le diverse fasce di profondità di ciascun elemento.

A presa ultimata per tutto il pannello si provvederà all'estrazione completa delle casseforme.

L'esecuzione del diaframma dovrà avvenire senza interruzioni, con soluzione di continuità sino alla quota di progetto; nel caso fosse necessario sospendere la fase di getto, l'Appaltatore deve darne immediatamente notizia all'Ufficio di Direzione Lavori.

Qualora si accertasse l'impossibilità di fare eseguire immediatamente il getto all'ultimazione della perforazione (per sosta notturna, difficoltà di approvvigionamento del conglomerato cementizio o qualunque altro motivo), si dovrà interrompere la perforazione almeno un metro sopra alla profondità finale prevista e riprenderla successivamente, in modo da ultimarla nell'imminenza del getto.

Durante le operazioni di getto, si dovrà misurare ad intervalli regolari il livello raggiunto dal conglomerato, a mezzo di un apposito scandaglio. Il getto del calcestruzzo dovrà poi essere proseguito per un tratto di lunghezza sufficiente a garantire l'omogeneità del diaframma dopo le operazioni di scapitozzatura, al disopra della quota prescritta della trave di coronamento. Maggiori volumi o migliori caratteristiche meccaniche dei materiali non richieste dall'Ufficio di Direzione Lavori, non saranno compensate con maggiorazione di prezzo alcuna.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 36 / 73	

G.6 Specifiche tecniche del diaframma

I getti saranno realizzati con calcestruzzo a prestazione garantita conforme alle norme UNI 11104:2004 (UNI EN 206-1)

La diaframmatura strutturale continua, di circa 600, m di lunghezza, ha spessore 0,80 m e profondità di 26 m a partire da una bancata intermedia dell'argine in frodo posta circa 5 m al di sotto del coronamento del corpo arginale stesso.

I pannelli saranno realizzati con calcestruzzo a base di cemento pozzolanico aventi le seguenti caratteristiche:

- Classe di resistenza: C25/30
- Classe di esposizione ambientale: XC2
- Classe di consistenza: S4
- Cemento (UNI-EN-197-1) CEM IV
- Copriferro a filo esterno staffe: 8 cm
- Diametro massimo degli inerti: 20 mm

La trave di coronamento dei pannelli sarà realizzata con calcestruzzo di tipo pzzolanico avente le seguenti caratteristiche:

- Classe di resistenza: C25/30
- Classe di esposizione ambientale: XC2
- Classe di consistenza: S4
- Cemento (UNI-EN-197-1) CEM IV
- Copriferro a filo esterno staffe: 5 cm
- Diametro massimo degli inerti: 25 mm

Il calcestruzzo magro avrà le seguenti caratteristiche

- Classe di resistenza: C12/15
- Classe di esposizione ambientale: XC0
- Cemento (UNI-EN-197-1) CEM II

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO		
Progetto di fattibilità tecnico economica		
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE		
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B	
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche	pag. 37 / 73

I ferri d'armatura dei pannelli e della trave di coronamento saranno in acciaio per c.a del tipo B450C.

La continuità idraulica dei pannelli dovrà essere garantita da un opportuno sistema di realizzazione del giunto tra i pannelli. Il presente PFTE prevede la realizzazione di pannelli primari femmine (di dimensione 2,50 m) con inserimento di palancole lungo le spalle prima dell'esecuzione del getto, e loro rimozione in un periodo compreso tra le 6 le 24 ore di tempo: intervallo di tempo, cioè, che permetta da un lato il raggiungimento di un sufficiente grado di prima presa del cls. per garantire la stabilità della spalla del getto, dall'altro la corretta ed agevole rimozione della palanca. I pannelli secondari, maschi, saranno realizzati successivamente.

Sono ammesse proposte alternative da parte dell'impresa, a patto la dimostrazione della equivalenza o miglioramento dell'efficacia forniti dalla soluzione proposta. e della fattibilità della stessa, attraverso un campo prove.

G.7 Documentazione dei lavori

L'esecuzione di ogni elemento di diaframma dovrà comportare la registrazione su apposita scheda, compilata dall'Appaltatore in contraddittorio con l'Ufficio di Direzione Lavori, dei seguenti dati:

- identificazione del diaframma;
- data di inizio perforazione e di fine getto;
- risultati dei controlli eseguiti sul fango eventualmente usato per la perforazione;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del fondo cavo prima della posa del tubo getto;
- classe di consistenza del conglomerato cementizio;
- assorbimento totale effettivo del conglomerato cementizio e volume teorico dell'elemento diaframma;
- "profilo di getto" (andamento dello spessore medio effettivo lungo il diaframma) ove richiesto;
- risultati delle prove di rottura a compressione semplice di provini di conglomerato cementizio. Alla documentazione generale dovrà inoltre essere allegata:
 - una scheda con le caratteristiche delle polveri bentonitiche e relativi additivi eventualmente usati;
 - caratteristiche geometriche costruttive degli eventuali giunti;
 - una scheda con le caratteristiche dei componenti del conglomerato cementizio.

G.8 Controlli preliminari

Prove tecnologiche preliminari

SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE*Codice elaborato:* **PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B***Titolo elaborato:* **Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche**

pag. 38 / 73

Prima di dare inizio ai lavori la metodologia esecutiva dei diaframmi, quale proposta dall'Appaltatore, dovrà essere messa a punto dalla stessa mediante l'esecuzione di 3 pannelli di prova (numero minimo, comunque a discrezione della D.L.).

Nel caso l'Appaltatore proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente si dovrà dar corso, a sua cura e spese, a nuove prove tecnologiche.

Gli elementi di prova coincideranno con i primi pannelli che saranno eseguiti in fase di avvio del cantiere, dunque in zone rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico. Gli elementi di prova dovranno essere eseguiti alla presenza dell'Ufficio di Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per gli elementi di progetto.

Questo campo prova ha i seguenti scopi:

- testare la metodologia di scavo e getto dei pannelli e di posa in condizioni standard di cantiere;
- controllo delle caratteristiche del calcestruzzo al momento del getto mediante controllo dello slump e prelievo di cubetti per successiva rottura a 24 h, 3 gg., 7 gg., 28 gg. e 60 gg.;
- controllo della metodologia di gestione della verticalità del pannello;
- esecuzione di controllo dell'integrità dei pannelli di prova mediante prove cross-hole ultrasoniche (rif. ASTM D6760-08), con predisposizione di tubi in ferro Ø 1"1/2 fissati alla gabbia d'armatura.
- eventuale esecuzione, a discrezione D.L., di 2 carotaggi di controllo verticali nei pannelli a 10 gg. dal getto degli stessi, in posizione centrale agli stessi (in modo da evitare danneggiamenti ai ferri d'armatura), in modo da valutare l'omogeneità di getto e la resistenza meccanica a varie profondità mediante prove a compressione dopo 28 e 60 gg di maturazione;

In caso di discordanza l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spesa, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo che saranno richieste dall'Ufficio di Direzione Lavori quali: prove di controllo non distruttive, o ogni altra prova o controllo tali da dirimere ogni dubbio sulla accettabilità delle modalità esecutive.

Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Appaltatore si farà carico di presentare documentazione scritta.

G.9 Controlli in corso d'opera

L'Appaltatore a sua cura e spesa dovrà provvedere all'esecuzione di:

- analisi granulometriche di aggregato impiegato ogni qualvolta lo richieda l'Ufficio di Direzione Lavori;
- una serie di prove su calcestruzzo e acciaio d'armatura secondo le indicazioni delle NTC 2018 in accordo col punto F.6 (prove di accettazione e controllo) del presente Capitolato
- prove richieste dall'Ufficio di Direzione Lavori;
- una prova con il cono di Abrams per il conglomerato cementizio impiegato, per ciascun

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
Codice elaborato:	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
Titolo elaborato:	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 39 / 73	

pannello, salvo diversa richiesta dell'Ufficio di Direzione Lavori;

- il rilievo della quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni elemento di diaframma;
- ogni 10 elementi ed ogni qualvolta l'Ufficio di Direzione Lavori lo richieda, il rilievo delle dosi per dosi (dosi = autobetoniera) del livello del conglomerato cementizio entro il foro in corso di getto, in modo da poter ricostruire l'andamento dello spessore medio effettivo lungo il diaframma (profilo di getto); si impiegherà allo scopo uno scandaglio a base piatta.

G.10 Controlli finali

I controlli finali saranno disposti dalla D.L. e dovranno essere eseguiti in contraddittorio con l'Impresa esecutrice delle diaframature.

Controlli non distruttivi sui diaframmi in c.a.

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche degli elementi di diaframma non compromettendone l'integrità strutturale.

Si prevede l'esecuzione di controlli a campione dell'integrità dei pannelli mediante prove cross-hole ultrasoniche (rif. ASTM D6760-08), con predisposizione di tubi in ferro Ø 1"1/2 fissati alla gabbia d'armatura,.

Si prevedono inoltre prove a campione per la verifica dei giunti tra pannelli adiacenti a controllo della continuità della diaframmatura mediante prove cross-hole elettriche

Misure cross-hole soniche di integrità dei pannelli

La D.L. disporrà la predisposizione dei tubi nel 30% dei pannelli (esclusi quelli utilizzati in fase di prova) e, al termine dei getti, indicherà l'esecuzione delle prove in pannelli a sua scelta pari al 15% del totale dei costituenti la diaframmatura (esclusi quelli utilizzati in fase di prova).

Per tutti i controlli non distruttivi l'Appaltatore provvederà a sottoporre all'Ufficio di Direzione Lavori per approvazione il programma e le specifiche tecniche di dettaglio.

Le tubazioni occorrenti per l'esecuzione di prove di cross-hole dovranno essere realizzate a tenuta stagna con impiego di tubi gas commerciali neri, serie normale, aventi diametro nominale di 50 mm, spessore non inferiore ai 2 mm e lunghezza tale da raggiungere, in profondità, la quota di fondo del diaframma prescritta dal progetto e sporgere verso l'alto di almeno 30 cm dal piano di lavoro, con chiusura di protezione in sommità.

Si prevedono il ricorso da 6 tubi, forniti e messi in opera a carico dell'Appaltatore, per ciascun pannello da testare.

I tubi, chiusi all'estremità inferiore con un tappo in acciaio, pure a tenuta stagna, debbono essere fissati all'armatura metallica in modo tale da garantire che la distanza mutua dei tubi stessi, lungo l'intero percorso, durante le successive operazioni, non subisca variazioni superiori al 5% rispetto alla distanza misurabile in sommità.

Le giunzioni fra i vari elementi del tubo devono essere eseguite mediante manicotto filettato e nastrato per assicurare l'impermeabilità.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO		
Progetto di fattibilità tecnico economica		
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE		
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B	
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche	pag. 40 / 73

I tubi, all'atto della posa in opera della gabbia, debbono presentarsi puliti ed esenti da materiali grassi.

Prima dell'inizio del getto deve essere verificato per tutta la lunghezza di ciascun tubo, il libero scorrimento di un cilindro di diametro non inferiore a 40 mm e di lunghezza non inferiore a 700 mm.

Al termine delle prove, che l'Ufficio di Direzione Lavori, con l'assistenza dell'Appaltatore, esegue come indicato di seguito, l'Appaltatore deve riempire le tubazioni con malta cementizia.

Le misure cross-hole (impulso su percorso orizzontale) sonico, consistono nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel conglomerato cementizio interposto tra due tubi di misura per verificarne l'integrità.

Prima dell'esecuzione della prova i tubi devono essere riempiti con acqua dolce, a cura dell'Appaltatore.

In uno di questi tubi viene introdotta la sonda emettitrice, nell'altro quella ricevitrice.

Le due sonde vengono contemporaneamente fatte scorrere parallelamente all'interno dei due tubi; ad intervalli regolari di profondità, la sonda emettitrice genera un impulso sonico che raggiunge l'altra sonda dopo aver attraversato il conglomerato cementizio.

Il segnale sonico modula il pennello elettronico di un oscilloscopio la cui traccia, sincronizzata sull'istante di emissione, viene fatta traslare della stessa quantità ad ogni emissione di impulso.

Un'apparecchiatura tipo Polaroid, applicata allo schermo dell'oscilloscopio, registra fotograficamente l'escursione della traccia modulata.

Il risultato è una diagrafia a "densità variabile" che rappresenta in modo evidente l'integrità o l'eventuale presenza di anomalie del conglomerato cementizio nella zona compresa tra i due tubi.

Le misure vengono eseguite a partire dal fondo del diaframma. L'emissione dei segnali avviene di norma ogni 2 cm di profondità.

La scala dei tempi (ascisse) è di 50 oppure 100 microsecondi/div. in funzione della lunghezza del percorso di misura.

La scala di profondità è di 1,25 m/div; su ogni fotogramma viene rappresentata una porzione di 10 m di palo o diaframma.

Nel caso di riscontro di anomalie di trasmissione le misure devono essere ripetute su percorso inclinato.

In questa prova la sonda emettitrice e quella ricevente procedono all'interno dei rispettivi tubi con una differenza di quota prefissata, in modo che il percorso dell'impulso risulti inclinato rispetto all'orizzontale.

Questo metodo consente di individuare difetti non visibili nella prova precedente (in particolare fessurazioni con andamento orizzontale) e di precisare meglio difetti già riscontrati.

Misure cross-hole elettriche per la verifica della continuità tra pannelli adiacenti

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche pag. 41 / 73

Tali controlli non distruttivi consisteranno nell'esecuzione di prove cross-hole elettriche in corrispondenza di alcuni punti di sormonto tra i pannelli, scelti dalla Direzione Lavori, in numero pari al 15% dei giunti complessivi di ciascuno dei due siti. Si dovrà riscontrare la continuità della diaframmatura.

La prova cross-hole elettrica è prevista in corrispondenza del sormonto tra la coppia di pannelli adiacenti. Essa verrà eseguita tramite due fori realizzati a cavallo dei pannelli stessi fino ad una profondità di 2 m maggiore rispetto alla loro lunghezza.

Per la valutazione della misura ottenibile dalla prova entro il terreno, è prevista almeno una analoga prova preliminare di controllo utilizzando un terzo foro vicino ad uno dei due precedenti, entro cui eseguire la tomografia elettrica cross hole di confronto.

Controlli diretti mediante carotaggio continuo meccanico

Sono previste infine prove di controllo diretto del getto, mediante carotaggi eseguiti all'interno di pannelli, realizzati con diametro 101 mm, procedendo con il prelievo di 5 carote di cls. per successive prove di rottura in laboratorio a libera espansione.

Sono previsti 1 carotaggi in 4 pannelli scelti dalla D.L., che potrà a suo insindacabile giudizio ordinarne di ulteriori.

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo, allo stato indisturbato, del conglomerato e se richiesto del sedime di imposta. Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 101 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione ed il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento. Su 5 carote scelte dalla D.L. saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisiche, meccaniche e, se ritenuto necessario, chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiacca di cemento immessa dal fondo foro.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 42 / 73	

H) PAVIMENTAZIONI STRADALI

H.1 Generalità

Le pavimentazioni stradali saranno realizzate solamente quando il terreno di imposta sarà completamente assestato e la superficie esterna non presenterà più cedimenti.

In caso di ripristini a seguito di scavi lungo strade esistenti, i sottofondi e le pavimentazioni stradali saranno estesi per circa 30 cm oltre il bordo degli scavi.

Il fondo dello scavo di cassonetto dovrà essere rullato e regolarizzato prima dell'esecuzione delle pavimentazioni.

Le pendenze trasversali dei tratti di piste oggetto di interventi dovranno essere tali da permettere il deflusso delle acque piovane, raccordarsi con quelle dei tratti non interessati dai lavori e comunque secondo quanto impartito dall'Ufficio di Direzione Lavori.

I materiali dovranno rispondere ai requisiti sottoindicati, oltre a quanto riportato nei singoli paragrafi.

Il pietrame da utilizzare per massicciate, pavimentazioni, cordoli stradali ecc. dovrà essere conforme a quanto specificato nelle norme UNI EN.

I materiali per essere ritenuti idonei e quindi impiegabili, dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE.

H.2 Fondazioni in misto granulare

La fondazione è realizzata con misto granulare corretto granulometricamente, ovvero con misto granulare (miscela di varie pezzature di aggregato, reperibile in natura e di provenienza diversa), corretto con l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche al fine di migliorarne le proprietà fisico-meccaniche. La correzione può avvenire mediante materiale naturale o proveniente da frantumazione.

La frazione grossa di tali miscele (inerte con dimensioni superiori a 2 mm) potrà essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

La fondazione potrà essere formata da materiale di apporto idoneo, oppure da correggersi con adeguata attrezzatura, in impianto fisso di miscelazione.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione Lavori.

La stesa del materiale avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

H.2.1 Caratteristiche dei materiali

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati negli strati di fondazione dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma UNI EN 13043:2004 e verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella suddetta norma.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO		
Progetto di fattibilità tecnico economica		
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE		
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B	
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche	pag. 43 / 73

In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:

- L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 63 mm; non deve essere costituito da granuli di forma appiattita, allungata o lenticolare.
- Il rapporto tra il passante al setaccio 0,063 mm ed il passante al setaccio 0,50 mm deve essere inferiore a 2/3.
- La granulometria determinata secondo la norma italiana UNI EN 933 -1 deve essere compresa nel seguente fuso e deve avere andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:
- La perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, secondo la norma UNI EN 1097-2:1999 "Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Metodi per la determinazione della resistenza alla frammentazione", non deve essere superiore al 30%.
- L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8:2000 "Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Valutazione dei fini - Prova dell'equivalente in sabbia", determinato sull'aggregato della miscela da utilizzare, deve essere compreso fra 40 e 65%. I limiti superiore e inferiore dell'equivalente in sabbia potranno essere variati dalla Direzione Lavori in funzione della provenienza e delle caratteristiche del materiale utilizzato. In particolare, per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 40%, se ritenuti idonei, la Direzione Lavori richiederà, in ogni caso, la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6). I suddetti controlli dovranno essere ripetuti sul materiale prelevato dopo costipamento in situ.
- L'indice di portanza californiano CBR, secondo la normativa UNI EN 13286-47:2006 "Miscele non legate e legate con leganti idraulici: Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento", determinato dopo aver sottoposto il campione a quattro giorni di imbibizione in acqua, deve risultare non inferiore al 30%. L'indice C.B.R., inoltre, non dovrà scendere al di sotto del valore anzidetto per variazioni dell'umidità ottima di costipamento di $\pm 2\%$.

Qualora ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, l'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm), deve avere una sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1:2007 "Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati: Determinazione della resistenza al gelo e disgelo", non superiore al 20%.

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve avere un Limite Liquido, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005 "Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni

- Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg", non superiore al 25%; il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità).

Il modulo di deformazione Md dello strato deve essere quello inserito nel progetto della pavimentazione e viene determinato impiegando la metodologia indicata nella Norma Svizzera SNV 670 317a.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
Codice elaborato:	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
Titolo elaborato:	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 44 / 73	

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1 - 5, (eventualmente 7) e 8, salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 40 %.

H.2.2 Modalità esecutive

Posa in opera della miscela

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm, e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione delle densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dall'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

Il costipamento dello strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova di costipamento, eseguita secondo la Norma UNI EN 13286-2:2005 "Miscele non legate e legate con leganti idraulici: Metodi di prova per la determinazione della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Costipamento Proctor" con il procedimento AASHTO modificato.

Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = \frac{d_i * P_c * (100 - x)}{100 * P_c - x * d_i}$$

in cui:

d_r = densità della miscela priva degli elementi di dimensione superiore a 25 mm;

d_i = densità della miscela "tal quale" (comprensiva, cioè, dell'inerte con dimensioni superiori a 25 mm);

P_c = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

x = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 25 mm, compresa tra

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche pag. 45 / 73

il 25 e il 40%. In tal caso, nella stessa formula, al termine x dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso del trattenuto al crivello UNI 25 mm).

Lo spessore dello strato dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

H.2.3 Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali e delle lavorazioni

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori certificati di prova preliminari effettuati su campioni di materiale che l'Impresa intende impiegare in cantiere che dimostrino la rispondenza del materiale alle caratteristiche del presente Disciplinare. Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei materiali posti in opera.

In corso d'opera l'Ufficio di Direzione Lavori preleverà il materiale in sito già miscelato, prima e dopo che sia stato effettuato il costipamento; sui suddetti campioni potranno essere, a giudizio della D.L., effettuate le prove di laboratorio onde verificarne la corrispondenza alle caratteristiche del Disciplinare.

Il rispetto dei requisiti di accettazione sarà accertato dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando in cantiere il materiale già miscelato, sia all'atto della stesa che dopo il costipamento.

Nel cantiere di stesa dovranno essere effettuati i seguenti controlli:

- a) verifica dell'idoneità delle attrezzature di stesa e rullatura;
- b) verifica della composizione e delle caratteristiche intrinseche del misto stabilizzato, secondo i requisiti di cui all'art. "Caratteristiche dei materiali";
- c) verifica delle caratteristiche fisico-meccaniche del materiale costipato e, in particolare, di:
 - c.1) peso specifico in situ in relazione alla densità massima determinata in laboratorio con metodi di prova Costipamento Proctor UNI EN 13286-2;
 - c.2) regolarità dello strato: la superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.
 - c.3) verifica dello spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

H.3 Strati di base

Lo strato di base in conglomerato bituminoso è costituito da un misto granulare, prevalentemente di frantumazione, composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043:2004 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico"), impastato a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma Norme UNI

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO		
Progetto di fattibilità tecnico economica		
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE		
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B	
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche	pag. 46 / 73

EN 12591:2002 “Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali”), previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Il conglomerato bituminoso, una volta messo in opera, dovrà conferire una resistenza meccanica allo strato di pavimentazione di cui fa parte tale da garantire la capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e una sufficiente flessibilità nell'adattamento ad eventuali assestamenti del sottofondo, anche a medio-lungo termine.

Lo spessore dello strato di base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni dalla Direzione Lavori.

Caratteristiche dei materiali

Inerti

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043:2013.

La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme UNI EN 13108-1:2006.

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1:1998, la riduzione dei campioni in laboratorio dovrà essere eseguita in accordo alla Norma UNI EN 932-2:2000.

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per strati di base dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma UNI EN 13043:2004 e verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella suddetta norma.

L'analisi granulometrica sugli inerti dovrà essere condotta secondo la Norma UNI EN 933 -1.

In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà essere costituito almeno per il 70% da materiale frantumato secondo la Norma UNI EN 933-5 e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- 1) perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2:2010, non superiore al 25% (LA₂₅);
- 2) resistenza al gelo – disgelo (F), determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1:2007, non superiore al 1%.

In ogni caso, l'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti. I grani di aggregato non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO		
Progetto di fattibilità tecnico economica		
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE		
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B	
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche	pag. 47 / 73

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e naturali (la percentuale di queste ultime non dovrà essere mai superiore al 30% in peso della miscela delle sabbie) e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- 1) Limite Liquido, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 1789-12, non superiore al 25%; il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità);
- 2) equivalente in sabbia, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8, non inferiore al 50 %.

Gli eventuali additivi (filler), provenienti dalla macinazione di rocce calcaree o costituiti da cemento, calce idraulica, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- essere completamente passanti al setaccio 0,25 mm della serie UNI EN 13043:2004;
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,125 mm della serie UNI EN 13043:2004 non inferiore a 90.
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,063 mm della serie UNI EN 13043:2004 non inferiore a 85.

L'analisi granulometrica sull'additivo dovrà essere eseguita secondo la Norma UNI EN 933-10.

Bitume

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme UNI EN 12591:2002 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali", per i bitumi semisolidi B 50-70 o 70-100.

I bitumi di base per uso stradale sono quelli di normale produzione con le caratteristiche indicate nella tabella che segue, impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi confezionati a caldo.

Le tabelle che seguono si riferiscono al prodotto di base così come viene prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi.

Il bitume dovrà essere del tipo a Penetrazione a 25 ° della classe 6.

DETERMINAZIONE	Unità di misura	classe	
		6	7
Penetrazione a 25°C	d [mm]	50-70	70-100
Punto di rammollimento (palla- anello) ° C		46-54	43-51
Punto di rottura Fraass, massimo	°C	- 8	-10
viscosità a 60° C	Pa.s	145	90
penetrazione residua dopo R.T.F.O.T., min.	%	50	46
Punto di rammollimento dopo R.T.F.O.T., min.	°C	48	45

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche

pag. 48 / 73

Solubilità in solv. organici, minima	%	99	99
--------------------------------------	---	----	----

Per la valutazione delle caratteristiche di accettazione si farà riferimento alle seguenti Normative Europee:

UNI EN 1426:2002 “Determinazione della penetrazione con ago”;

UNI EN 1427:2002 “Determinazione del punto di rammollimento - metodo biglia ed anello”; UNI EN 12593:2001 “Determinazione del punto di rottura secondo il metodo Fraass”;

UNI EN 13702-2:2002 “Determinazione della viscosità dinamica di un bitume modificato – Parte 2: metodo dei cilindri coassiali”

UNI EN 12607-1:2002 “Determinazione della resistenza all’indurimento per effetto del calore e dell’aria – Metodo RTFOT”.

UNI EN 12592:2002 “Determinazione della solubilità”;

Miscela

La miscela degli aggregati dovrà avere una composizione granulometrica determinata in conformità con la Norma UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base+2 e compresa nei fusi di seguito indicato:

Setacci UNI EN 13043 (serie base + set 2)	Passante in peso (%)
Setaccio 32	100
Setaccio 20	73 - 100
Setaccio 16	60 - 94
Setaccio 12.5	49 - 87
Setaccio 8	38 - 73
Setaccio 4	27 - 56
Setaccio 2	17 - 40
Setaccio 1	12 - 31
Setaccio 0, 5	7 – 22
Setaccio 0, 25	5 – 16
Setaccio 0, 063	3 - 8

Il tenore di bitume della classe 6 (pen. 50/70) dovrà essere compreso tra il 3.5% - 4.5% in peso, riferito al peso totale degli aggregati; il tenore in bitume sarà determinato secondo il metodo UNI EN 12697- 1:2002 “Contenuto in bitume”.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO		
Progetto di fattibilità tecnico economica		
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE		
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B	
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche	pag. 49 / 73

La percentuale ottimale di bitume dovrà essere determinata attraverso studio della miscela con il metodo Marshall.

Il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

METODO MARSHALL (Norma UNI EN 12697-30:2000)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Costipamento	75 colpi per faccia
Parametri	
Stabilità (UNI EN 12697-34)	8 ÷ 12 kN
Rigidezza [Stab./ Scorr. (mm)]	2,5 ÷ 4 kN/mm
Vuoti residui (UNI EN 12697-8)	3 ÷ 6

I provini per le misure di stabilità e rigidezza anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.

Modalità esecutive

Formazione e confezione della miscela di conglomerato bituminoso

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati di tipo discontinuo, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti in ogni loro parte. Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso, mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato; una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte; dovrà essere garantito l'uniforme riscaldamento della miscela.

Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche pag. 50 / 73

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque, esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 25-30 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante tra 150 e 180° C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

Posa in opera della miscela

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza prescritti sempre dalla Direzione Lavori.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura, per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto- livellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, e se richiesto dalla direzione lavori per quei tratti stradali ove sia possibile mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 finitrici. Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Procedendo alla stesa in più strati, questi dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Tra di essi dovrà essere interposta una mano di ancoraggio di emulsione bituminosa, spruzzata in ragione di almeno 500 g/m².

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 51 / 73	

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 140°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo dei rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Si avrà cura, inoltre, che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di maggiori dimensioni.

Prove di accettazione e controllo

Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

L'Ufficio di Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di richiedere nuove proposte. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dall'Ufficio di Direzione Lavori la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente alla stessa comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\square 5,0\%$ e di sabbia superiore a $\square 3,0\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\square 1,5\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\square 0,3\%$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni l'Ufficio di Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 95% di quella Marshall; inoltre dovrà essere verificato il contenuto di

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche pag. 52 / 73

vuoti residui in opera (secondo Norma UNI EN 12697-8:2003), che dovrà risultare compreso fra 4 e 7%. La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-6:2003, su carote di 10 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove.

La superficie dello strato in conglomerato bituminoso (o di ogni singolo strato, qualora la base sia ottenuta per sovrapposizione di strati distinti, comunque secondo le modalità di cui al medesimo articolo), a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di diverse dimensioni.

La regolarità superficiale sarà verificata con un'asta rettilinea lunga 4 m che, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascun strato, dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti occasionali e contenuti nel limite di 10 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

Non saranno consentiti scostamenti per lo spessore dello strato finito: è prevista la tolleranza, in meno, fino al 5,0% dello spessore totale, a condizione che lo scostamento si presenti solo saltuariamente (ovvero in una percentuale massima pari al 15,0% dei campioni esaminati).

H.4 Strati di collegamento e di usura

H.4.1 Generalità

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto.

Il conglomerato utilizzato per la realizzazione degli strati superficiali (binder ed usura) è costituito da una miscela di aggregati, esclusivamente di frantumazione, e additivo (in accordo a quanto previsto nella Norma UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico"). Tale miscela verrà impastata a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 "Specifiche per i bitumi per usi stradali"), previo preriscaldamento degli aggregati, sarà stesa in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipata con rulli gommati e metallici lisci.

H.4.2 Mano di ancoraggio con bitume normale

In progetto è prevista la spruzzatura di emulsione bituminosa per l'esecuzione di mano d'ancoraggio sulla fondazione stradale avente residuo di bitume normale pari ad almeno il 55 % in quantità maggiore o uguale ad 1.50 kg/mq. La lavorazione dovrà essere eseguita nel rispetto delle prescrizioni contenute nelle norme tecniche di seguito indicate.

H.4.3 Strato unico di conglomerato bituminoso

In progetto è prevista la stesa di un unico strato di conglomerato bituminoso, binder chiuso, dello spessore compreso di 60 mm compattato, avente granulometria 0-25 mm e composto da aggregati di primo impiego ottenuti per frantumazione, opportunamente miscelati con bitume avente caratteristiche di coesione ed adesione conformi alle Norme Tecniche di seguito indicate. La lavorazione con vibrofinitrice dovrà essere eseguita nel rispetto delle prescrizioni contenute nelle Norme Tecniche. Rimangono escluse l'eventuale pulizia e la successiva spruzzatura del

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO		
Progetto di fattibilità tecnico economica		
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE		
Codice elaborato:	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B	
Titolo elaborato:	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche	pag. 53 / 73

piano d'appoggio da compensare con i relativi prezzi di elenco. L'Appaltatore potrà utilizzare materiale riciclato (fresato) nella misura massima del 30 % in peso riferito alla miscela degli inerti.

H.4.4 Caratteristiche dei materiali Inerti

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1:1998, la riduzione dei campioni in laboratorio dovrà essere eseguita in accordo alla Norma UNI EN 932-2:2000.

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per strati di collegamento ed usura dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma UNI EN 13043:2004 e verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella suddetta norma.

In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei. Potrà, inoltre, essere costituito da elementi lapidei di provenienza o natura petrografica diversificata, purché le prove di caratterizzazione ed accettazione, eseguite sulle frazioni di aggregato che si intende impiegare, attestino il rispetto dei seguenti requisiti:

per strati di collegamento (binder):

- 1) il 100% del materiale deve provenire da frantumazione;
- 2) la perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2 "Metodi di prova per la determinazione della resistenza alla frammentazione", deve essere inferiore al 25%;
- 3) resistenza al gelo e disgelo (F), determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1:2007, non dovrà essere superiore a 1 %;
- 4) contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2:1997, inferiore all'1%;
- 5) l'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-4:2001, deve essere inferiore a 20 (categoria Sl_{20});
- 6) l'indice di appiattimento, secondo la UNI EN 933-3:2004, deve essere inferiore al 17 (categoria Fl_{20});

Potrà essere usato conglomerato bituminoso proveniente dalla frantumazione o fresatura a freddo (fresato), previa sua riduzione a pezzature compatibili con la lavorazione in essere.

La percentuale in peso di materiale fresato riferite al totale della miscela di inerti non potrà superare il 15% e sarà dipendente dalle caratteristiche dell'impianto e dalla capacità dell'Impresa di gestire il processo.

La percentuale di conglomerato fresato da impiegare e le caratteristiche dell'impianto di produzione andranno obbligatoriamente dichiarati nello studio preliminare della miscela che

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO		
Progetto di fattibilità tecnico economica		
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE		
Codice elaborato:	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B	
Titolo elaborato:	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche	pag. 54 / 73

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori per definire i parametri di riferimento.

per strati di usura:

- il 100% del materiale deve provenire da frantumazione;
- la perdita in peso alla prova Los Angeles, UNI EN 1097-2 "Metodi di prova per la determinazione della resistenza alla frammentazione", deve essere inferiore al 18% (LA₁₈);
- resistenza al gelo e disgelo (F), determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1:2007, non dovrà essere superiore a 1 %;
- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2:1997, inferiore all'1%;
- l'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-3:2004, deve essere inferiore a 15 (SI₁₅);
- l'indice di appiattimento, secondo la Norma UNI EN 933-3:2004, deve essere inferiore a 12% (FI₁₅);
- il coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) delle graniglie, secondo la Norma UNI EN 1097-8, deve essere non inferiore a 45 (PSV₄₅);

Non è ammessa l'aggiunta di conglomerato fresato indipendentemente dalla qualità dei materiali rimossi.

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) per tutte le miscele sarà costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione. Dovrà inoltre rispondere ai seguenti requisiti:

- l'equivalente in sabbia, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8:2000, dovrà essere non inferiore al 60% per lo strato di collegamento ed all'80% per lo strato di usura;

Gli **additivi** (filler), provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree ovvero costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- essere completamente passanti al setaccio 2 mm della serie UNI EN 13043:2004;
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,125 mm della serie UNI EN 13043:2004 non inferiore a 90.
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,063 mm della serie UNI EN 13043:2004 non inferiore a 85.
- essere costituiti da materiale non plastico (Limite Plastico e Indice di Plasticità non determinabili).

Legante

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme UNI EN 12591:2002 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali", per i bitumi semisolidi B 50-70 o 70-100 salvo diverso avviso dell'Ufficio di Direzione Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati nel paragrafo relativo agli strati di base. Per la valutazione delle caratteristiche di accettazione si farà riferimento alle normative UNI EN già previste per la verifica del legante utilizzato nello strato bituminoso di base

Adesivanti

SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE*Codice elaborato:* **PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B***Titolo elaborato:* **Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche**pag. **55 / 73**

Nella confezione dei conglomerati bituminosi per strati di collegamento e di usura potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato ("dopes" di adesività). Esse dovranno avere i requisiti già previsti in caso di impiego nei conglomerati bituminosi per strato di base.

Miscela**Strato di collegamento (binder)**

La miscela degli aggregati dovrà avere una composizione granulometrica determinata in conformità con la Norma UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base+2 e compresa nei fusi di seguito indicato:

Setacci UNI EN 13043 (serie base + set 2)	Passante in peso
Setaccio 25	100
Setaccio 20	88 - 100
Setaccio 16	75 - 92
Setaccio 12.5	48 - 71
Setaccio 8	33 - 58
Setaccio 4	32 - 56
Setaccio 2	20 - 45
Setaccio 1	14 - 35
Setaccio 0, 5	9 – 27
Setaccio 0, 25	6 –19
Setaccio 0, 063	4 - 8

Il tenore di bitume [preferibilmente della classe 6 (pen. 50/70)] dovrà essere compreso tra il 4.5% - 5.5% in peso, riferito al peso totale degli aggregati; il tenore in bitume sarà determinato secondo il metodo UNI EN 12697-1:2002 "Contenuto in bitume".

La percentuale ottimale di bitume dovrà essere determinata attraverso studio della miscela con il metodo Marshall.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO		
Progetto di fattibilità tecnico economica		
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE		
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B	
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche	pag. 56 / 73

Per gli strati di minor spessore finito dovranno essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore.

Il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

METODO MARSHALL (Norma UNI EN 12697-30:2000)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Costipamento	75 colpi per faccia
Parametri	
Stabilità (UNI EN 12697-34)	10 ÷ 16 kN
Rigidezza [Stab./ Scorr. (mm)]	3 ÷ 5 kN/mm
Vuoti residui (UNI EN 12697-8)	3 ÷ 6

Strato di usura.

La miscela degli aggregati dovrà avere una composizione granulometrica determinata in conformità con la Norma UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base+2 e compresa nei fusi di seguito indicato:

Setacci UNI EN 13043 (serie base + set2)	Passante in peso
Setaccio 12.5	100
Setaccio 8	74 - 100
Setaccio 4	43 - 68
Setaccio 2	25 - 45
Setaccio 1	19 - 33
Setaccio 0, 5	14 – 25
Setaccio 0, 25	10 – 19
Setaccio 0, 063	5 - 11

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche pag. 57 / 73

Il tenore di bitume della classe 6 (pen. 50/70) dovrà essere compreso tra il 5.2% - 5.8% in peso, riferito al peso totale degli aggregati; il tenore in bitume sarà determinato secondo il metodo UNI EN 12697- 1:2002 "Contenuto in bitume".

La percentuale ottimale di bitume dovrà essere determinata attraverso studio della miscela con il metodo Marshall.

Per gli strati di minor spessore finito dovranno essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore.

Il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

METODO MARSHALL (Norma UNI EN 12697-30:2000)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Costipamento	75 colpi per faccia
Parametri	
Stabilità (UNI EN 12697-34)	12 ÷ 16 kN
Rigidezza [Stab./ Scorr. (mm)]	3 ÷ 5 kN/mm
Vuoti residui (UNI EN 12697-8)	3 ÷ 6
Resistenza a trazione indiretta a 25° C (UNI EN 12697-23)	> 0,6 N/mm ²

H.4.5 Modalità esecutive

Formazione e confezione della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

Posa in opera della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo le seguenti modifiche:

- le miscele saranno stese dopo un'accurata pulizia della superficie di appoggio (ed eventuale lavaggio) e la successiva distribuzione di un velo uniforme di ancoraggio di emulsione bituminosa acida al 55%, scelta in funzione delle condizioni atmosferiche ed in ragione di 500 gr/m². La stesa della miscela non potrà avvenire prima della completa rottura dell'emulsione bituminosa;
- la stesa sarà sempre effettuata in singolo strato; pertanto, l'applicazione di una mano di ancoraggio in emulsione bituminosa dovrà essere prevista sia prima della stesa del binder, come anche prima della stesa dello strato di usura;

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 58 / 73	

La superficie dello strato di usura, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di dimensioni diversificate.

H.4.6 Prove di accettazione e controllo

Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base.

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Al termine della compattazione lo strato di collegamento dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% di quella Marshall, rilevata all'impianto o alla stesa, inoltre dovrà essere verificato il contenuto di vuoti residui in opera (secondo Norma UNI EN 12697-8:2003), che dovrà risultare compreso fra 4 e 7%. La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-6:2003, su carote di 10 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Particolare cura dovrà essere nel riempimento delle cavità rimaste negli strati superficiali dopo il prelievo delle carote.

Per lo strato di usura dovranno essere verificate le seguenti prescrizioni:

- dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% di quella Marshall rilevata all'impianto o alla stesa
- Il contenuto di vuoti residui, in opera (secondo Norma UNI EN 12697-8:2003), deve essere compreso fra 2 e 5%.

La superficie degli strati di collegamento e di usura in conglomerato bituminoso, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di diverse dimensioni.

La regolarità superficiale sarà anche verificata con un'asta rettilinea lunga 4 m. che, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato, dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti occasionali e contenuti nel limite di 4 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

Per gli strati di collegamento e di usura non saranno consentiti scostamenti per lo spessore dello strato finito: è prevista la tolleranza, in meno, fino al 5,0% dello spessore totale, a condizione che lo scostamento si presenti solo saltuariamente (ovvero in una percentuale massima pari al 15,0% dei campioni esaminati).

H.4.7 Penalità e limiti di accettazione

Eventuali deficienze riscontrate nelle caratteristiche dei materiali impiegati, potranno essere considerate, a giudizio della Direzione Lavori, accettabili sotto penale entro determinati limiti, ovvero non accettabili.

I materiali non accettabili sulla base dei controlli in corso d'opera, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

L'accettazione penalizzata potrà comunque essere applicata esclusivamente nei casi e nei limiti sotto specificati.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 59 / 73	

Tutte le detrazioni definite di seguito sono cumulabili.

Nel caso in cui l'ammontare complessivo delle detrazioni eguagli o superi il 50% del relativo prezzo di elenco, è facoltà dell'Amministrazione appaltante ordinare la rimozione o il rifacimento delle opere realizzate, a totale cura e spese dell'Impresa e fatta salva l'eventuale richiesta di risarcimento per danni.

Spessore degli strati

La media dei soli scostamenti negativi sul set dei controlli effettuati dovrà dare uno spessore non inferiore al 97,5% del teorico.

Qualora si riscontri una percentuale inferiore, essa verrà integralmente applicata al prezzo unitario quale penale.

Se lo spessore medio sopra definito risulta inferiore al 75% del teorico, l'Impresa dovrà immediatamente provvedere al rifacimento della tratta interessata.

Dosaggio di Bitume

La quantità di bitume contenuta nell'impasto, risultante quale media di un insieme di determinazioni effettuate, non dovrà scostarsi più di 0,25 in più o in meno rispetto alla % ottima prevista dall'Impresa e approvata dalla Direzione Lavori.

Qualora lo scostamento sia maggiore e sino al 10% in più o in meno rispetto alla percentuale ottima, verrà applicata, a titolo di penale, la riduzione al prezzo unitario della fornitura e posa della miscela di conglomerato bituminoso pari alla percentuale di eccedenza rispetto al limite del 10%.

L'applicazione di questa clausola non esclude quelle previste in altri articoli.

Se il dosaggio medio del bitume si scosta oltre il 10% in più o in meno rispetto alla percentuale ottima, l'Impresa dovrà procedere al rifacimento del lavoro a propria cura e spesa.

Aggregati

Alla curva granulometrica delle singole percentuali; non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso di +/- 5 %; non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm) di +/-2 %; per il passante al setaccio UNI 0,075 mm di +/- 1,5%; superati tali limiti l'Impresa dovrà procedere al rifacimento del lavoro a propria cura e spesa.

È comunque esclusiva discrezione della Direzione Lavori, se le variazioni non dovessero rientrare nei limiti dei fusi di progetto, l'accettazione del materiale con applicazione a titolo di penale di una riduzione del 2 % al prezzo unitario della fornitura e posa della miscela di conglomerato bituminoso previsto nel prezziario, per ogni classe di aggregati errati (filler, aggregato fino e aggregato grosso).

Per le caratteristiche di resistenza meccanica degli aggregati grossi potrà essere accettata una variazione fino al 10% in più del valore di accettazione del coefficiente Los Angeles.

SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURECodice elaborato: **PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B**Titolo elaborato: **Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche**

pag. 60 / 73

Per valori eccedenti il campo di accettazione, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per impiego di materiali di categoria inferiore, che verrà determinata con la seguente relazione:

$$D_1 \approx (P.E.) * 10 * (L.A.\% - B\%)$$

dove:

D_1 = detrazione in euro;

P.E. = prezzo di elenco;

L.A.% = coefficiente Los Angeles determinato in laboratorio e i cui limiti di accettazione sono indicati nella tabella seguente:

Strato di Base	44 %
Strato di collegamento	44 %
Strato di Usura	36 %

I materiali che sulla base dei controlli in corso d'opera superino i limiti indicati nella tabella precedente, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

B% = coefficiente che assume i seguenti valori:

Strato di Base	35 %
Strato di collegamento	35 %
Strato di Usura	28 %

Conglomerato bituminoso

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza meccanica dei conglomerati, verrà presa in considerazione soprattutto la stabilità Marshall ricavata dalle prove di controllo effettuate; per tali valori di stabilità, potrà essere accettata una variazione in meno fino al 10% dei rispettivi valori di accettazione.

Per valori eccedenti il campo di accettazione, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per minore durata della pavimentazione, che verrà determinata con la seguente relazione:

dove:

$$D_2 = (P. E.) * (C - St_{\text{Marshall}})/5$$

SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURECodice elaborato: **PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B**Titolo elaborato: **Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche**

pag. 61 / 73

 D_2 = detrazione in euro;

P.E. = prezzo di elenco;

C = coefficiente che assume i seguenti valori:

Strato di Base	7,2 KN
Strato di collegamento	9,0 KN
Strato di Usura	9,0 KN

St_{Marshall} = valore della stabilità Marshall determinata in laboratorio e i cui limiti minimi di accettazione sono indicati nella tabella seguente:

Strato di Base	6,80 KN
Strato di collegamento	8,60 KN
Strato di Usura	8,70 KN

I materiali che sulla base dei controlli in corso d'opera superino i limiti indicati nella tabella precedente, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

5 = coefficiente correttivo espresso in KN.

Per quanto riguarda i vuoti residui Marshall non potrà essere accettata una variazione ai limiti di progetto.

È comunque esclusiva discrezione della Direzione Lavori l'accettazione, con applicazione a titolo di penale di una riduzione del 10% al prezzo unitario della fornitura e posa della miscela di conglomerato bituminoso previsto nel prezziario, del materiale con vuoti residui superiori a quanto previsto.

Per le caratteristiche di compattezza degli strati finiti, potrà essere tollerata una eccedenza del volume percentuale dei vuoti residui fino al 20% dei rispettivi valori massimi di accettazione.

Per valori eccedenti il campo di accettazione, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per minore quantità di materiale posto in opera, se non compensata, a discrezione della D.L., da un maggior spessore rispetto a quello previsto nella relativa voce di elenco prezzi, determinata dalla seguente relazione:

$$D_3 = (P \cdot E) \cdot 5 \cdot (V \% - D \%)$$

dove:

 D_3 = detrazione in euro;

SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE*Codice elaborato:* **PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B***Titolo elaborato:* **Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche**pag. **62 / 73**

P.E. = prezzo di elenco;

5 = coefficiente correttivo;

V% = volume dei vuoti determinato in laboratorio; esso, a seconda dello strato considerato, assume i seguenti valori massimi di riferimento:

Strato di Base	11 %
Strato di collegamento	11 %
Strato di Usura	10 %

I materiali che sulla base dei controlli in corso d'opera superino i limiti indicati nella tabella precedente, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

D % = coefficiente che assume i seguenti valori:

Strato di Base	8,4 %
Strato di collegamento	8,4 %
Strato di Usura	6,0 %

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO		
Progetto di fattibilità tecnico economica		
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE		
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B	
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche	pag. 63 / 73

I) OPERE IN VERDE

I.1 Generalità

Prima dell'inizio delle operazioni di sistemazione a verde, l'Impresa dovrà eseguire, con terreno agrario, le eventuali riprese di erosioni che si fossero nel contempo verificate; le riprese saranno profilate con l'inclinazione fissata dalle modine delle scarpate.

L'Impresa non potrà modificare i piani inclinati degli scavi e dei rilevati che, anche dopo il rivestimento del manto vegetale, dovranno risultare perfettamente regolari e privi di buche, pedate od altro, compiendo a sua cura e spese, durante l'esecuzione dei lavori, e fino al collaudo, le riprese occorrenti per ottenere, nelle scarpate, una perfetta sistemazione.

In particolare, si prescrive che, nell'esecuzione dei lavori di impianto, l'Impresa debba procedere in modo da non danneggiare i cigli del rilevato, mantenendo le scarpate con l'inclinazione posseduta ed evitando qualsiasi alterazione, anche prodotta dal pedonamento degli operai.

Garanzia d'attecchimento

La garanzia decorre dal momento della presa in consegna e la sua durata è fissata nei documenti dell'appalto.

L'Impresa si impegna a fornire una garanzia di attecchimento del 100% per tutte le piante.

L'attecchimento si intende avvenuto quando, al termine di 90 giorni a decorrere dall'inizio della prima vegetazione successiva alla messa a dimora, le piante si presentino sane e in buono stato vegetativo.

Preparazione del terreno

Caratteristiche dei materiali

La materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate dei rilevati dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scotico di aree a destinazione agraria, utilizzando quindi quella proveniente dal cantiere da prelevarsi fino alla profondità massima di 0,2 m. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

I concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.

Modalità esecutive

Prima di effettuare qualsiasi impianto, o semina, l'Impresa dovrà effettuare una accurata lavorazione e preparazione agraria del terreno.

Sulle scarpate di rilevato la lavorazione del terreno dovrà avere il carattere di vera e propria erpicatura, eseguita però non in profondità, in modo da non compromettere la stabilità delle scarpate.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche pag. 64 / 73

In pratica l'Impresa avrà cura di far lavorare il terreno a zappa, spianando eventuali leggere solcature, anche con l'eventuale riporto di terra vegetale, sì da rendere le superfici di impianto perfettamente profilate.

L'epoca di esecuzione dell'operazione è in relazione all'andamento climatico ed alla natura del terreno; tuttavia, subito dopo completata la profilatura delle scarpate, l'Impresa procederà senza indugio all'operazione di erpicatura, non appena l'andamento climatico lo permetta ed il terreno si trovi in tempera (40÷50% della capacità totale per l'acqua).

Con le operazioni di preparazione agraria del terreno, l'Impresa dovrà provvedere anche alla esecuzione di tutte le opere che si ritenessero necessarie per il regolare smaltimento delle acque di pioggia, come canalette in zolle, incigliature, od altro, per evitare il franamento delle scarpate o anche solo lo smottamento e la solcatura di esse.

Durante i lavori di preparazione del terreno, l'Impresa avrà cura di eliminare, dalle aree destinate agli impianti, tutti i ciottoli ed i materiali estranei che con le lavorazioni verranno portati in superficie.

Per le scarpate in scavo, la lavorazione del terreno, a seconda della consistenza del suolo, potrà limitarsi alla creazione di buchette per la messa a dimora di piantine o talee, oppure alla creazione di piccoli solchetti, o gradoncini, che consentano la messa a dimora di piante o la semina di miscugli.

Qualsiasi opera del genere, tuttavia, sarà eseguita in modo tale da non compromettere la stabilità delle scarpate e la loro regolare profilatura.

Lo spandimento dei concimi dovrà essere effettuato esclusivamente a mano, con l'impiego di mano d'opera pratica e capace, in maniera da assicurare la maggiore uniformità nella distribuzione, o con mezzi meccanici.

Per le scarpate in scavo sistemate con piantagioni, la concimazione potrà essere localizzata.

I.2 Seminazione di scarpate e sponde con erbe prative Caratteristiche dei materiali

Per il seme l'Impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo.

L'Impresa dovrà fornire sementi selezionate e rispondenti esattamente a genere, specie e varietà richieste, sempre nelle confezioni originali sigillate e munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di confezionamento e di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti sulla certificazione E.N.S.E. (Ente Nazionale Sementi Elette)

Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente la quantità di seme da impiegare per unità di superficie.

L'Ufficio di Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportato dalle tavole della Marchettano nella colonna "buona semente" e l'Impresa dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.

Modalità esecutive

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
Codice elaborato:	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
Titolo elaborato:	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 65 / 73	

All'atto della semina l'Impresa dovrà erpicare il terreno con rastrello a mano per favorire l'interramento della semente.

Il quantitativo di seme da impiegarsi per ettaro di superficie di scarpate è prescritto in 0,12 N (120 kgf). I miscugli di sementi, da impiegarsi nei vari tratti da inerbire, risultano dalla tabella alla pagina seguente.

In particolare, dei vari miscugli riportati nella tabella, come previsto dalle Linee Guida AIPo, sarà impiegato il 3° miscuglio la cui composizione è di seguito caratterizzata.

Specie	Tipo di miscuglio				
	1	2	3	4	5
	(N/m ²)				
Lolium italicum o Lolium perenne	-	0.023	0.014	0.030	-
Arrhenatherum elatius	0.030	-	-	-	0.020
Dactylis glomerata	0.003	0.025	0.014	0.012	-
Trisetum flavescens	0.007	0.005	0.003	-	-
Festuca pratensis	-	-	0.028	0.020	-
Festuca rubra	0.010	0.007	0.009	0.006	-
Festuca Ovina	-	-	-	-	0.006
Festuca heterophilla	-	-	-	-	0.009
Phleum pratense	-	0.007	0.007	0.012	-
Alopecurus pratensis	-	0.012	0.011	0.016	-
Cynosurus cristatus	-	-	-	-	0.003
Poa pratensis	0.003	0.023	0.018	0.004	0.002
Agrostis alba	-	0.006	0.004	0.004	-
Anthoxanthum odoratum	-	-	-	-	1.000
Bromus erectus	-	-	-	-	0.015
Bromus inermis	0.040	-	-	-	0.012
Trifolium pratense	0.008	0.005	0.006	0.004	-
Trifolium repens	-	0.007	0.004	-	-
Trifolium hybridum	-	-	-	0.006	-
Medicago lupulina	0.003	-	-	-	0.006
Onobrychis sativa	-	-	-	-	0.010
Anthyllis vulneraria	0.010	-	-	-	0.003
Lotus corniculatus	0.006	-	0.002	0.006	0.003
Sommano: (N)	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120

Ogni variazione nella composizione dei miscugli dovrà essere ordinata per iscritto dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Prima dello spandimento del seme, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso all'Ufficio di Direzione Lavori, affinché questa possa effettuare l'eventuale prelevamento di campioni e possa controllare la quantità e i metodi di lavoro.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche pag. 66 / 73

L'Impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme. La semina dovrà venire effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volume e peso quasi uguali, mescolati fra loro, e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo. Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento.

La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano e con erpice a sacco. Dopo la semina il terreno dovrà venire battuto col rovescio della pala, in sostituzione della normale operazione di rullatura. Analoga operazione sarà effettuata a germinazione avvenuta.

Prove di accettazione e controllo

Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori controllerà la corrispondenza dei materiali a quanto prescritto in precedenza mediante prelievo di campioni. Durante l'esecuzione dei lavori controllerà altresì la correttezza dei metodi di lavoro.

L'Impresa, peraltro, deve garantire, indipendentemente dai materiali forniti e dal periodo delle lavorazioni, il completo attecchimento delle coltri erbose, che dovranno risultare prive di alcun tipo di vegetazione infestante o comunque diverso da quanto seminato. Qualora, in sede di collaudo, tali condizioni non dovesse verificarsi, l'Impresa, a sua cura e spese, è obbligata a ripetere tutte le operazioni necessarie per ottenere le prescrizioni di cui sopra.

1.3 Seminagione di scarpate e sponde eseguita con attrezzatura a pressione Caratteristiche dei materiali

La miscela da irrorare mediante seminatrici con sistemi a pressione sarà composta di acqua, sementi in ragione di 120 gr/mq, concime organico in ragione di 50 gr/mq, collanti naturali in ragione di 80 gr/mq, ed eventuali sostanze miglioratrici del terreno. Sarà impiegata la stessa qualità di sementi sopra riportata (miscuglio 3), mentre i collanti dovranno essere in quantità sufficiente per ottenere l'aderenza dei semi e del concime alle pendici delle scarpate.

Dopo eseguito l'impianto, e fino ad intervenuto favorevole collaudo definitivo delle opere, l'Impresa è tenuta ad effettuare tutte le cure colturali che di volta in volta si renderanno necessarie, come sostituzione di fallanze, potature, diserbi, sarchiature, concimazioni in copertura, sfalci, trattamenti antiparassitari, ecc., nel numero e con le modalità richiesti per ottenere le scarpate completamente rivestite dal manto vegetale.

Dal momento della consegna l'Impresa dovrà effettuare gli sfalci periodici dell'erba esistente sulle aree da impiantare e sulle aree rivestite con zolle di prato. L'operazione dovrà essere fatta ogni qual volta l'erba stessa abbia raggiunto un'altezza media di cm 35.

L'erba sfalciata dovrà venire prontamente raccolta da parte dell'Impresa e allontanata entro 24 ore dallo sfalcio, con divieto di formazione di cumuli da caricare.

La raccolta ed il trasporto dell'erba e del fieno dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la dispersione e pertanto ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e dovrà essere munito di reti di protezione del carico stesso.

È compreso nelle cure colturali anche l'eventuale annacquamento di soccorso delle piantine in fase di attecchimento, e pertanto nessun compenso speciale, anche per provvista e trasporto di

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO		
Progetto di fattibilità tecnico economica		
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE		
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B	
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche	pag. 67 / 73

acqua, potrà per tale operazione essere richiesto dall'Impresa, oltre quanto previsto nei prezzi di Elenco.

Modalità esecutive

Vale quanto previsto al punto N1) – “Modalità esecutive”, eccezione fatta per l'utilizzo di attrezzature meccaniche irroratrici a pressione per lo spandimento della miscela di cui sopra.

Prove di accettazione e controllo

Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori controllerà la corrispondenza dei materiali a quanto prescritto in precedenza mediante prelievo di campioni. Durante l'esecuzione dei lavori controllerà altresì la correttezza dei metodi di lavoro.

L'Impresa, peraltro, deve garantire, indipendentemente dai materiali forniti e dal periodo delle lavorazioni, il completo attecchimento delle coltri erbose, che dovranno risultare prive di alcun tipo di vegetazione infestante o comunque diverso da quanto seminato. Qualora, in sede di collaudo, tali condizioni non dovesse verificarsi, l'Impresa, a sua cura e spese, è obbligata a ripetere tutte le operazioni necessarie per ottenere le prescrizioni di cui sopra.

1.4 Piantagione di piantine di specie arbustive od arboree Caratteristiche dei materiali

Il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, purché l'Impresa dichiari la provenienza e questa venga accettata dall'Ufficio di Direzione Lavori, previa visita ai vivai di provenienza. Le piantine dovranno essere immuni da qualsiasi malattia parassitaria. L'acqua da utilizzare per l'annaffiamento e la manutenzione non dovrà contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa. Devono essere individuate le fonti di approvvigionamento e stabiliti gli oneri relativi.

Modalità esecutive

Per la piantagione delle piantine l'Impresa eseguirà i lavori nel periodo di riposo vegetativo, che va, indicativamente, dal tardo autunno all'inizio della primavera; il periodo delle lavorazioni potrà variare a seconda delle situazioni climatiche stagionali. Resta comunque a carico dell' Impresa la sostituzione delle fallanze o delle piantine che per qualsiasi ragione non avessero attecchito.

Le specie di piante saranno le seguenti:

- piante a comportamento arbustivo: *Alnus viridis*, *Cornus mas*, *Crataegus pyracantha*, *Cytisus scoparius*, *Eucalyptus* sp. pl., *Mahonia aquifolium*, *Nerium oleander*, *Opuntia ficus indica*, *Pitosporum tobira*, *Rosmarinus officinalis*, *Salix cinerea*, *Salix nigricans*, *Salix purpurea*, *Salix triandra*, *Spartium junceum*, *Viburnum opulus*;
- piante a comportamento arboreo: *Alnus glutinosa*, *Fraxinus* sp. e le specie del genere *Populus*.

In particolare sulle scarpate degli scavi, il piantamento potrà essere effettuato, secondo le prescrizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori, anche solo limitatamente allo strato di terreno superiore, compreso tra il margine del piano di campagna ed una profondità variabile intorno a circa 40 cm..

Per l'impianto delle specie a portamento arbustivo, l'Impresa avrà cura di effettuare l'impianto in buche preventivamente preparate con le dimensioni più ampie possibili (cm 40 x 40 x 40), tali da

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO		
Progetto di fattibilità tecnico economica		
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE		
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B	
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche	pag. 68 / 73

poter garantire, oltre ad un più certo attecchimento, anche un successivo sviluppo regolare e più rapido.

Prima della messa a dimora delle piantine a radice nuda, l'Impresa avrà cura di regolare l'apparato radicale, rinfrescando il taglio delle radici ed eliminando le ramificazioni che si presentassero appassite, perite od eccessivamente sviluppate, impiegando forbici a doppio taglio ben affilate. Sarà inoltre cura dell'Impresa di adottare la pratica "dell'imbozzinatura" dell'apparato radicale, impiegando un miscuglio di terra argillosa e letame bovino debitamente diluito in acqua.

L'operazione di riempimento della buca dovrà essere fatta in modo tale da non danneggiare le giovani piantine e, ad operazione ultimata, il terreno attorno alla piantina non dovrà mai formare cumulo; si effettuerà invece una specie di svaso allo scopo di favorire la raccolta e la infiltrazione delle acque di pioggia.

L'Impresa avrà cura di approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato, in maniera da evitare fermentazioni e disseccamenti durante il trasporto. In ogni caso le piantine disposte negli imballaggi, qualunque essi siano, ceste, casse, involucri di ramaglie, iute, ecc., dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessarie al buon attecchimento, quindi dovranno risultare bene avvolte e protette da muschio, o da altro materiale, che consenta la traspirazione e respirazione, e non eccessivamente stipate e compresse.

Nell'eventualità che per avverse condizioni climatiche le piantine, approvvigionate a piè d'opera, non potessero essere poste a dimora in breve tempo, l'Impresa avrà cura di liberare il materiale vivaistico ponendolo in opportune tagliole, o di provvedere ai necessari annacquamenti, evitando sempre che si verifichi la pregermogliazione delle piantine.

In tale eventualità le piantine, dovranno essere escluse dal piantamento.

Nella esecuzione delle piantagioni, le distanze fra le varie piante, indicate precedentemente, dovranno essere rigorosamente osservate.

Prove di accettazione e controllo

L'Impresa secondo la sua piena responsabilità potrà utilizzare piante non provenienti da vivaio e/o di particolare valore estetico unicamente se indicate in progetto e/o accettate dall'Ufficio di Direzione Lavori.

In particolare l'Impresa curerà che le zolle e le radici delle piante che non possono essere immediatamente messe a dimora non subiscano ustioni e mantengano il tenore di umidità adeguato alla loro buona conservazione.

Prima dell'esecuzione dei lavori dall'Ufficio di Direzione Lavori controllerà la corrispondenza dei materiali a quanto prescritto in precedenza mediante prelievo di campioni. Durante l'esecuzione dei lavori controllerà altresì la correttezza dei metodi di lavoro.

L'Impresa, peraltro, deve garantire, indipendentemente dai materiali forniti e dal periodo delle lavorazioni, il completo attecchimento delle piantine. Qualora ciò non dovesse verificarsi, l'Impresa, a sua cura e spese, è obbligata a ripetere a tutte le operazioni necessarie perché avvenga l'attecchimento.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO

Progetto di fattibilità tecnico economica

SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE*Codice elaborato:* **PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B***Titolo elaborato:* **Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche**pag. **69** / **73**

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
Codice elaborato:	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
Titolo elaborato:	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 70 / 73	

J) TRASPORTI E CONFERIMENTI IN DISCARICA

J.1 Indennità di smaltimento di terre di scavo e materiale di demolizione

I materiali di risulta del cantiere rientrano nelle seguenti categorie: - Rifiuto misto di costruzione e demolizione "non pericoloso"; - Miscele bituminose: fresato "rifiuto non pericoloso"; - Miscele bituminose: croste "rifiuto non pericoloso".

Lo smaltimento di materiali classificati come rifiuto dovrà prevedere:

- l'accumulo del materiale in idoneo deposito temporaneo su area in disponibilità dell'Appaltatore o della Stazione Appaltante;
- l'emissione per ogni trasporto di formulario, comprovante il luogo di escavazione, la data di esecuzione ed il volume/peso reale trasportato;
- l'onere per il mantenimento del deposito temporaneo in condizione idonee e conformi alla normativa vigente in materia ambientale;
- ogni altro adempimento in materia di gestione rifiuti di cui al D.Lgs. 152/2006 Parte Quarta " Norme in Materia di Gestione dei Rifiuti", successive modifiche e integrazioni;
- separazione dei materiali scavati e/o demoliti in funzione della loro tipologia;
- caratterizzazione del materiale in accumulo con specifiche analisi;
- carico e smaltimento/recupero del materiale presente nel deposito temporaneo, presso idoneo impianto autorizzato, posto a qualsiasi distanza dall'area di deposito (il trasporto compensato a parte);
- trasmissione alla stazione appaltante delle analisi di caratterizzazione e dei formulari compilati per il conferimento all'impianto autorizzato.

L'indennità di smaltimento sarà quantificata a peso indicato nel DDT o nel formulario (peso specifico = 1,8 t/mc)

J.2 Compenso per il trasporto al di fuori del cantiere di qualsiasi materiale

Il trasporto con camion compensa il carico ed il trasferimento di qualsiasi materiale o attrezzatura a qualsiasi distanza stradale (da considerarsi la sola andata).

K) STRUTTURE E MANUFATTI PREFABBRICATI

K.1 Strutture prefabbricate

Tutti i sistemi costruttivi e strutture portanti previsti nel capitolo 1 del D.M. 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" ("NTC 2018"), con particolare riferimento alle strutture prefabbricate, al fine di dare la necessaria garanzia nei riguardi della stabilità nonché della tutela della pubblica incolumità, dovranno essere forniti di apposita dichiarazione di idoneità tecnica rilasciata dal Consiglio Superiore dei LL.PP. conformemente a quanto prescritto dal D.P.R. n. 380 del 2001 "Testo Unico per l'edilizia" e dalle NTC 2018.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 71 / 73	

K.2 Manufatti prefabbricati

L'impiego di manufatti prefabbricati in conglomerato normale precompresso, misti in laterizio e cemento armato e di complessi in metallo fabbricati in serie e che assolvono una funzione statica sarà subordinato, ai sensi dell'art. 9 della Legge 05.11.1971, n. 1086, all'avvenuta preventiva comunicazione, da parte della Ditta produttrice, al Ministero dei LL.PP., della documentazione prescritta alle lettere a), b), c), d), dello stesso articolo, secondo quanto anche specificato ai par. 11.8.4.1 e 11.8.4.2 delle NTC 2018.

Inoltre, ai sensi del D.P.R. 380/2001 ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata anche da un certificato d'origine firmato dal produttore (il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore) e dal tecnico responsabile della produzione, come meglio specificato ai paragrafi 11.8.4 e 11.8.5 delle NTC 2018.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegata alla relazione del Direttore delle opere di cui all'art. 6 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

Il progettista delle strutture sarà responsabile dell'organico inserimento e della previsione di utilizzazione dei manufatti nel progetto delle strutture dell'opera.

K.3 Grigliato prefabbricato di contenimento degli argini in calcestruzzo armato vibrato

Le lastre prefabbricate in calcestruzzo armato vibrato saranno di dimensioni compatibili con le geometrie di rivestimento delle scarpate indicate negli elaborati di progetto.

La classe di resistenza del calcestruzzo impiegato per la fabbricazione delle lastre sarà C 35/45 e la classe di esposizione XC2-XA2 (UNI EN 206-1), acciaio di armatura lenta B450C.

Le lastre saranno posizionate superiormente a filo con l'allineamento delle lastre superiori preesistenti e inferiormente in corrispondenza del getto di magrone eseguito come alla trave di coronamento della diaframmatura realizzata al piede della scarpata stessa, come indicato nelle tavole esecutive. Gli elementi saranno essere ancorati al terreno con opportuni picchetti metallici e posati in modo da garantire la regolarità dell'orditura delle lastre e la continuità geometrica con le lastre esistenti.

La voce di prezzo remunera la fornitura in cantiere e la posa in opera delle lastre, compreso ogni onere relativo alla movimentazione, l'appoggio e l'ancoraggio delle stesse.

I vuoti delle griglie verranno colmati mediante stesura del materiale di scotico messo precedentemente a dimora, con successiva idrosemina; tali lavori sono remunerati a parte.

L'Impresa dovrà sottoporre alla D.L. almeno 30 giorni prima dell'avvio di tale attività (e comunque in tempo utile per il pieno rispetto del Cronoprogramma dei Lavori) campioni del tipo di lastra individuato, con le relative caratteristiche geometriche, di finitura e dei materiali che la compongono. Dovrà inoltre essere definito e condiviso con la D.L. il sistema e la modalità di ancoraggio delle lastre e di affiancamento delle stesse tra loro.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto di fattibilità tecnico economica	
SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B
<i>Titolo elaborato:</i>	Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche
pag. 72 / 73	

L) RILIEVO DELLO STATO DI CONSISTENZA DEGLI ARGINI MEDIANTE TECNICA AEROFOTGRAMMETRICA SU DRONE

Esecuzione di rilievi aerofotogrammetrici mediante drone con sensore ottico da almeno da 45 MPx per il monitoraggio dello stato di consistenza degli argini interessati dalle attività ovvero viabilità di cantiere, a raggiungere la migliore definizione possibile in relazione all'investigazione di possibili dissesti.

I dati acquisiti saranno elaborati e trattati per restituire:

- nuvola di punti tridimensionali densa delle aree rilevate lungo una fascia di 40 m dall'asse dell'arginatura; la nuvola sarà restituita in formato standard .las oltre che nel formato .rcp per applicazioni con software Autodesk;
- due ortofoto georeferenziate delle aree, una nadirale e una verticale, restituite nei formati jpg e GeoTiff per l'integrazione in sistemi GIS;
- set di immagini aeree ad alta risoluzione.

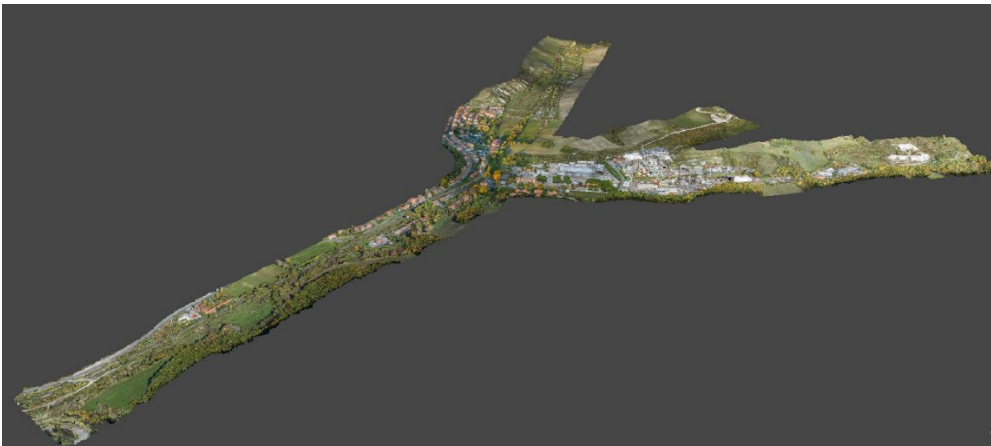


Figura a) - Rilievo della nuvola di punti

Il prezzo per metro lineare di argine rilevato compensa:

- il rilievo esteso sia al coronamento che alle scarpate arginali per una larghezza indicativa di 40 m
- la post-elaborazione mediante software adeguati
- l'interpretazione e la restituzione dello stesso, in formato geo-riferito, su supporto cartaceo e digitale

Saranno eseguiti almeno 4 rilievi in differenti momenti, di cui il primo all'inizio dei lavori, l'ultimo ad opere compiute, e i restanti in momenti intermedi definiti dalla D.L..

L'elaborazione DTM, a partire dal secondo rilievo, comprenderà anche il confronto con il rilievo precedente ed il rilievo iniziale.

SCHEDA N. 16 CAORSO (PC) – PROGETTO DIAFRAMMATURE*Codice elaborato:* **PE.0.1.6.ECO.GE.C.S.0.0.2.B***Titolo elaborato:* **Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2 – Norme Tecniche**

pag. 73 / 73

Per la adeguata elaborazione del modello, si dovrà procedere all'acquisizione di coordinate di punti noti a terra, da utilizzare come riferimento per la restituzione corretta dell'orientamento, della scala e della georeferenziazione del rilievo.

Allo scopo di eseguire una adeguata acquisizione aerofotogrammetrica prima del volo del drone dovranno essere definiti:

- l' altezza di volo dal terreno;
- la massima velocità di crociera, sufficientemente ridotta per evitare sfocature nelle immagini dovute al possibile effetto mosso per velocità elevate;
- l'intervallo di scatto delle fotografie nadirali e verticali, per avere una sovrapposizione tra fotogrammi adiacenti circa dell'80%
- la durata del volo.

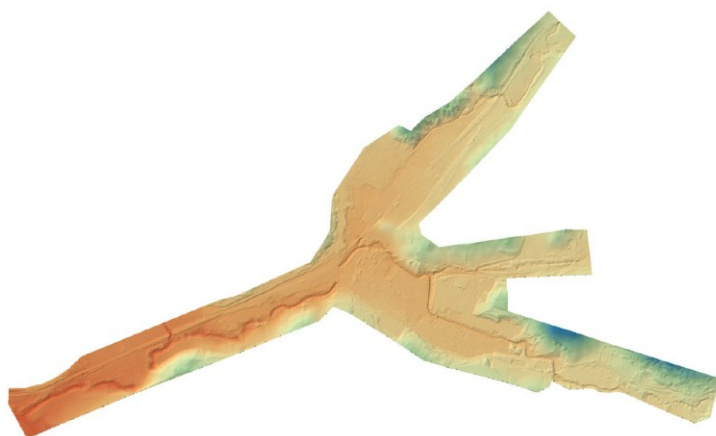


Figura b) – Elaborazione DTM