



INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO DEL DEPURATORE DI
ALESSANDRIA ORTI - LINEA ACQUE E LINEA FANGHI
CUP E36G14000260008 - CIG 6185013231 - CIG 61863555 A4

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTISTA:



TITOLO ELABORATO:

**CAPITOLATO SPECIALE
OPERE CIVILI**

ELABORATO N°:

II052P-PE-CS002

ELABORATO				CONTROLLATO		APPROVATO			
SIGLA		G. BISI		G. BISI		S. VENTURINI			
REVISIONE	N.		DESCRIZIONE						
	1								
	2								
	3								


NOME FILE:

II052P-PE-CS002.doc

DATA: Settembre 2016

SCALA:


-

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 2
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

**INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO
 DEL DEPURATORE DI ALESSANDRIA ORTI
 LINEA ACQUE – LINEA FANGHI
 CUP E36G14000260008
 CIG 6185013231 - CIG 61863555 A4**


PROGETTO ESECUTIVO

CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI


	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 3
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

INDICE


1.	OGGETTO DELL'APPALTO	9
2.	QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI	10
2.1.	Condizioni generali di accettazione	10
2.2.	Prove	11
2.2.1.	Studi preliminari di qualificazione	11
2.2.2.	Prove di controllo in fase esecutiva	11
2.3.	Caratteristiche dei materiali	13
2.3.1.	Materiali per la formazione dei calcestruzzi	13
2.3.2.	Materiali metallici per l'armatura del conglomerato cementizio	18
2.3.3.	Rete metallica tipo Pernervo-Metal	19
2.3.4.	Malte espansive	19
2.3.5.	Tasselli ed ancoranti chimici	20
2.3.6.	Giunti impermeabili per le riprese di getto	21
2.3.7.	Materiali metallici per carpenteria	21
2.3.8.	Materiali ferrosi e metalli vari	23
2.3.9.	Pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie, additivi per la realizzazione di pavimentazioni	24
2.3.10.	Ghiaie, ghiaietti per pavimentazioni	25
2.3.11.	Cordoni, bocchette di scarico, risvolti, guide di risvolto, scivoli per accessi, guide e masselli per pavimentazione	25
2.3.12.	Terre per la formazione di argini	26
2.3.13.	Terre per la formazione dei rilevati e dei rinterri a tergo delle strutture	26
2.3.14.	Detrito di cava e tout-venant di cava o di frantoio	27
2.3.15.	Pietrischetti, graniglie e aggregati fini per trattamenti superficiali, semipene- trazioni e conglomerati bituminosi	28
2.3.16.	Occupazione apertura e sfruttamento delle cave per pietrame	28
2.3.17.	Geotessuto	29
2.3.18.	Legnami	29
2.3.19.	Bitumi, emulsioni bituminose	30
2.3.20.	Impermeabilizzanti e materiali per trattamenti superficiali	31
2.3.21.	Colori e vernici	34
2.3.22.	Sigillanti e adesivi	36
2.3.23.	Tubazioni in calcestruzzo armato centrifugato o turbocentrifugato o turbovi- brocompressore	37
2.3.24.	Tubazioni in vetroresina PRFV	49
2.3.25.	Tubazioni e pezzi speciali in PEAD	50
2.3.26.	Tubazioni in PE.A.D. microfessurate	50

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 4
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	


3. NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI	51
ATTIVITA' GENERALI	51
3.1. Approvazioni da parte della Direzione Lavori	51
3.2. Ingegneria di costruzione	51
AVVIO DEL CAN TIERE	52
3.3. Tracciamenti	52
3.4. Modalità e fasi esecutive generali dell'intervento	52
3.5. Organizzazione del Cantiere	53
MOVIMENTI TERRA	54
3.6. Scavi di sbancamento	54
3.7. Riporti	54
3.8. Piano di posa del rilevato stradale e preparazione della fondazione stradale in trincea	55
3.8.1. Formazione dei piani di posa dei rilevati	55
3.8.2. Formazione dei piani di posa delle fondazioni stradali in trincea	57
3.9. Rilevati e rinterri a tergo dei manufatti	57
3.10. Formazione di rilevati arginali	60
3.10.1. Generalità	60
3.10.2. Caratteristiche dei materiali	60
3.10.3. Modalità esecutive	60
3.10.4. Prove di accettazione e controllo	60
3.11. Fondazione e pavimentazione stradali	61
3.11.1. Premesse	61
3.11.2. Strato di materiali filtranti	62
3.11.3. Sottofondazione stradale (tout-venant)	63
3.11.4. Fondazione stradale in misto granulare stabilizzato con legante naturale	63
3.11.5. Sovrastruttura in conglomerato bituminoso	64
3.12. Drenaggi - Aggottamenti	73
3.12.1. Drenaggi in ciottolo, mistone e sabbia	73
3.12.2. Aggottamenti	73
3.13. Scavo a sezione ristretta	74
3.14. Armatura a cassa chiusa - Blindaggio degli scavi	75
3.14.1. Armatura a cassa chiusa	75
3.14.2. Blindaggio degli scavi	75
CONGLOMERATI CEMENTIZI	76
3.15. Conglomerati cementizi: integrazione con elaborati grafici e relazioni tecniche	76

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 5
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	


3.16. Conglomerati cementizi: Normativa generale di riferimento	76
3.17. Prove di pre-qualifica in laboratorio per i conglomerati cementizi da utilizzare nell'ambito del progetto	76
3.18. Prove di campo per i conglomerati cementizi	78
3.19. Controlli in corso d'opera sul conglomerato e sulle strutture	79
3.20. Modifica in corso d'opera di una miscela per cause di forza maggiore	81
3.21. Impianti di betonaggio	81
3.22. Confezione dei conglomerati cementizi	82
3.23. Trasporto dei conglomerati cementizi	83
3.24. Casseforme, armature di sostegno, centinature ed attrezzature di costruzione	83
3.25. Tolleranze esecutive	84
3.26. Acciaio d'armatura per c.a. normale	84
3.27. Copriferro	86
3.28. Predisposizione di fori, tracce, cavità, inghisaggi, ecc.	86
3.29. Posa in opera dei conglomerati cementizi	87
3.30. Stagionatura e disarmo	88
3.31. Prescrizioni particolari per il calcestruzzo del getto delle Vasche	89
3.32. Prescrizioni per il calcestruzzo del Locale soffianti e dei basamenti	91
3.33. Maturazione accelerata a vapore per manufatti in c.a. normale	92
3.34. Riprese di getto verticali e orizzontali	92
3.35. Inserti e ancoraggi	93
3.36. Posa in opera di malte tipo Emaco per inghisaggi	94
3.37. Giunzioni di barre di armatura	94
3.38. Strutture prefabbricate in calcestruzzo armato e precompresso	96
STUTTURE METALLICHE	99
3.39. Carpenteria metallica in genere	99
3.39.1. Modalità esecutive	102
3.39.2. Centri di trasformazione	106
3.39.3. Controlli	108
3.39.4. Collaudo	109
3.40. Opere minori in ferro o altro materiale metallico	111
3.40.1. Ringhiere, cancelli, inferriate e simili	112
3.40.2. Serrande avvolgibili	112
3.40.3. Cancelli riducibili	112
3.40.4. Infissi in ferro tubolare speciale	112
3.41. Opere da lattoniere in genere	114
3.42. Norme particolari per le strutture tubolari smontabili	114
3.43. Grigliati e lamiere lavorate	114

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 6
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	


3.44. Griglie di aerazione verticali	116
3.45. Lamiera per copertura Tettoia Ispessitore dinamico	116
3.46. Pannelli sandwich per copertura Capannone Stazione di Grigliatura e Sollevamento	117
3.47. Pannelli sandwich per pareti Capannone Stazione di Grigliatura e Sollevamento	118
3.48. Posa in opera di tasselli	119
3.49. Palancole metalliche	119
3.49.1. Preparazione del piano di lavoro e perforazione	120
3.49.2. Palancole metalliche tipo Larssen	120
TRATTAMENTI SUPERFICIALI	121
3.50. Zincatura a caldo	121
3.51. Zincatura con zincante inorganico	121
3.52. Verniciatura delle carpenterie metalliche	121
3.53. Vernice intumescente REI	124
FINITURE ED INTERVENTI VARI	126
3.54. Demolizioni di murature	126
3.55. Impermeabilizzazione delle strutture	126
3.56. Membrane di impermeabilizzazione	127
3.57. Coperture ed accessori	128
3.58. Pavimenti	129
3.58.1. Pavimenti a getto di calcestruzzo	129
3.59. Serramenti e porte	130
3.60. Tubazioni	130
3.60.1. Norme generali	130
3.60.2. Prove di tubazioni in opera	131
3.60.3. Tubazioni in calcestruzzo armato centrifugato o turbocentrifugato o turbovi- brocompressore	132
3.60.4. Tubazioni in PEAD	136
3.60.5. Pozzetti prefabbricati	139
3.60.6. Trasporto, movimentazione, posa, rinterro dei tubi	139
3.60.7. Norme di compattazione	141
3.60.8. Trattamenti superficiali protettivi: modalità di esecuzione	142
3.61. Opere da pittore	143
3.61.1. Tinteggiatura a calce	144
3.61.2. Tinteggiatura d'intonaci mediante pitture sintetiche	144
3.61.3. Verniciatura su opere in legno	145
3.61.4. Verniciatura su opere in ferro	145
3.62. Marciapiedi e cigli	145

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 7
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

3.63. Interventi agronomici	145
3.63.1. Lavorazione e bonifica del terreno	145
3.63.2. Formazione di drenaggi e posa di cavidotti	146
3.63.3. Correzione, ammendamento e concimazione di fondo del terreno	146
3.63.4. Tracciamenti e picchettature	147
3.63.5. Formazione di tappeti erbosi	147
3.63.6. Messa a dimora delle essenze arboree	148
3.63.7. Potatura	149
3.63.8. Trapianti	150
3.63.9. Manutenzione delle opere a verde	150
4. NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE	153
4.1. Norme generali per la misurazione e valutazione dei lavori	153
4.2. Materiali a piè d'opera	153
4.2.1. Legnami	154
4.2.2. Sabbia, ghiaietto, ghiaia, graniglia, pietrischetto, pietrisco, pietrame e ciottolo	154
4.2.3. Bitume, cemento, acciaio	154
4.3. Scavi di sbancamento, Rilevati, Compattazioni, Miscelazioni	154
4.3.1. Scavi di sbancamento	154
4.3.2. Rilevati, sistemazioni in rilevato, compattazione di piani di posa, miscelazione	156
4.4. Scavi a sezione obbligata, demolizioni	157
4.4.1. Scavi a sezione obbligata	157
4.4.2. Demolizioni	158
4.5. Trasporti e conferimenti in discarica	159
4.6. Tubazioni	159
4.7. Conglomerati cementizi, casseforme	160
4.7.1. Conglomerati cementizi semplici armati e precompressi	160
4.7.2. Casseforme	162
4.8. Tinteggiature, coloriture e verniciature	162
4.9. Guaine LDPE	162
4.10. Opere metalliche	162
4.10.1. Acciaio per conglomerato cementizio armato normale e precompresso	162
4.10.2. Manufatti in acciaio	163
4.10.3. Norme particolari per la valutazione delle opere metalliche	164
4.11. Paratie, diaframmi, palancole metalliche tipo Larssen o similari	165
4.12. Fondazione e pavimentazione stradale	166
4.12.1. Fondazione stradale	166
4.12.2. Pavimentazioni in conglomerato bituminoso	167

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 8
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

4.12.3. Drenaggi	168
4.12.4. Noleggi	170

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 9
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	


1. OGGETTO DELL'APPALTO

Nell'ambito dei lavori di miglioramento dell'impianto di depurazione di "Alessandria Orti" ubicato in Comune di Alessandria (AL) è prevista la realizzazione di alcuni interventi sull'impianto esistente che la realizzazione ex-novo di una nuova linea di depurazione

Le opere civili e strutturali previste nell'ambito dei lavori di adeguamento e potenziamento delle linee acqua e fanghi del Depuratore di "Alessandria Orti" ubicato in Comune di Alessandria (AL), ferme restando le speciali disposizioni e le particolari indicazioni che nella realizzazione potranno essere impartite dalla Direzione dei Lavori, possono essere riassunte come segue:

- Comparto biologico (n.° 2 vasche di denitrificazione e nitrificazione);
- Vasca di decantazione finale;
- Stazione di filtrazione finale;
- Stazione di grigliatura e sollevamento iniziale;
- Stazione di ispessimento dinamico;
- Locale soffianti;
- Pozzetto ripartitore ai pretrattamenti;
- Pozzetto ripartitore al decantatore finale;
- Pozzetto fanghi;
- Platea di fondazione per pompe e vasca di contenimento per serbatoi;
- Aie di raccolta detriti;
- Muro di sostegno in adiacenza alla Stazione di grigliatura e sollevamento iniziale;
- Paratie provvisorie per la realizzazione della Stazione di grigliatura e sollevamento iniziale;

Il presente elaborato costituisce il Capitolato Speciale delle opere civili previste in progetto.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 10
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

2. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

2.1. Condizioni generali di accettazione

In generale i materiali occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da ditte fornitrici o da cave e località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché gli stessi siano rispondenti ai requisiti di cui ai seguenti articoli.

Tutti i fornitori devono dimostrare di avere ottenuto la certificazione del loro Sistema di Garanzia della Qualità in accordo alla UNI EN ISO 9001 e di lavorare in accordo alle procedure certificate.

Tutti i materiali e componenti devono essere conformi alla normativa vigente, in particolare con riferimento alla Marcatura CE. Non è ammesso l'uso di materiali e componenti non certificati o non conformi alle normative vigenti e applicabili.

Tuttavia resta sempre all'Appaltatore la piena responsabilità circa i materiali adoperati o forniti durante tutta l'esecuzione dei lavori, essendo essa tenuta a controllare che la totalità di tali materiali corrisponda alle caratteristiche prescritte e a quelle dei campioni esaminati o fatti esaminare dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore deve provvedere alla raccolta della documentazione relativa alla certificazione, ispezione e collaudo delle forniture: l'Appaltatore è responsabile dell'ottenimento della documentazione tecnica, di qualità, dei certificati dei materiali e delle prove eseguite su tutti i materiali e componenti forniti.

L'Appaltatore su richiesta della Direzione Lavori, dovrà in ogni momento comprovare che le caratteristiche e la qualità della fornitura dei materiali siano le stesse di quelle dei campioni accettati.


Prima di accettare i materiali, o prima del loro impiego, la Direzione Lavori potrà pretendere dall'Appaltatore l'esecuzione di prove sperimentali sugli stessi materiali secondo la normativa in vigore; l'Appaltatore dovrà fornire mezzi e mano d'opera occorrenti e pagare le competenze relative agli Istituti autorizzati per le prove.

Qualora la Direzione Lavori rifiuti qualche provvista di materiale perché ritenuta a suo insindacabile giudizio non idonea, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti, senza oneri aggiuntivi per l'Amministrazione Concedente e senza che all'Appaltatore spetti riconoscimento alcuno per il ritardo nella fornitura dell'opera. I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede di lavoro o dai cantieri a cura e spese dell'Appaltatore stessa.

Il deposito dei materiali ritenuti idonei, dovrà avvenire, a giudizio della Direzione Lavori, su aree o in locali atti a garantirne la conservazione o ad evitare qualsiasi deterioramento.

Per tutti i materiali, strutturali e non, dovranno essere rispettate le prescrizioni delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" del DM 14/01/2008 (NT 2008), delle Norme UNI pertinenti, dei documenti di progetto e delle norme in essi citate e i requisiti e norme indicati nel presente Capitolato.

Tutti i materiali devono essere rintracciabili, ossia si deve poter identificare l'elemento e determinare la provenienza del materiale e dei componenti impiegati nella realizzazione delle opere. La fornitura del materiale grezzo e dei componenti dovrà avvenire con bolla di consegna in cui dovranno essere riportati:

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 11
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- n° d'ordine
- pesi
- distinte del materiale con l'identificazione dei pezzi il riferimento ai certificati relativi.

L'Appaltatore deve provvedere alla fornitura, al trasporto, alla movimentazione, allo stoccaggio e alla conservazione dei materiali e dei componenti dell'opera.

Tutti i componenti potranno essere montati, assemblati, installati e utilizzati solo dopo aver superato positivamente i collaudi previsti.

2.2. Prove

2.2.1. Studi preliminari di qualificazione

L'Appaltatore per poter impiegare i vari tipi di materiali prescritti dal presente Capitolato, dovrà esibire preventivamente al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i certificati rilasciati da un Laboratorio ufficiale relativo ai valori caratteristici richiesti.

I certificati, in rapporto ai dosaggi e composizioni proposti, dovranno essere esibiti tanto se i materiali siano prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, cave, stabilimenti gestiti da terzi; essi dovranno essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

2.2.2. Prove di controllo in fase esecutiva

L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo, e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Stazione appaltante.


I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

In mancanza di una speciale normativa di legge o del Capitolato, le prove potranno essere eseguite presso un Istituto autorizzato, la fabbrica di origine o il cantiere, a seconda delle disposizioni della Direzione Lavori.

I risultati ottenuti saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

Per qualsiasi tipo di prove relative ai conglomerati cementizi e alle strutture metalliche, si richiamano i contenuti del D.M. 14/01/2008 ed eventuali successive modifiche ed integrazioni. Per qualsiasi tipo di prove relativo agli altri materiali si richiamano le normative UNI vigenti, od in difetto quelle ISO, per ciascun campo di applicazione.

L'Appaltatore è tenuto, con proprio personale ed a proprie spese, ad effettuare nei punti del cantiere indicati dalla D.L. i prelievi di calcestruzzo (ogni prelievo deve corrispondere almeno ad un gruppo di 4 provini), curare la confezione dei provini e la relativa stagionatura; il tutto se-

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 12
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

condo quanto prescritto dal D.M. 14/01/2008 allo scopo di controllare la “resistenza caratteristica alla compressione” del calcestruzzo.

La resistenza alla trazione viene valutata secondo la “prova brasiliana” di cui alla norma UNI 6135. La resistenza alla flessione viene valutata con la prova di cui alla norma UNI 6133. La resistenza caratteristica a trazione e flessione viene determinata in base ai criteri statistici esposti nel già citato D.M. 14/01/2008.

Il valore richiesto per il ritiro è quello massimo da raggiungersi dopo 90 giorni dalla confezione con la prova UNI - 6555.

Il campo di valori richiesto per il modulo elastico deve essere ottenuto su un qualunque provino e sottoposto, dopo 90 giorni, dalla confezione, alla prova UNI 6556 (modulo elastico secante alla compressione).

Il contenuto d’aria è quello massimo ammissibile nel calcestruzzo fresco, determinato con la Norma UNI 6395.

Quando tra le caratteristiche richieste figurì la dizione a perfetta tenuta idraulica il coefficiente di permeabilità K del calcestruzzo deve risultare inferiore a 1×10^{-7} cm/s; in ambo i casi la permeabilità deve essere misurata su provini cubici posti entro una guarnizione di lattice di gomma chiusa da piastre metalliche e racchiusi in una campana metallica a tenuta.

La pressione idraulica deve venire applicata alla faccia inferiore del provino (ravvivata con leggera martellinatura) mentre da quella superiore si raccoglie, con opportuno dispositivo, l’eventuale acqua permeata.

La tenuta laterale è da realizzarsi esercitando una pressione idrostatica superiore a quella di prova di circa 5 atm contro la guaina entro cui sono racchiusi i provini stessi.

Ai provini (previamente imbibiti sino a peso costante per immersione in acqua a pressione atmosferica) viene applicata una pressione gradualmente crescente fino a 14 atm: 2 giorni a 2,5 atm, 2 giorni a 5 atm, 2 giorni a 7,5 atm, 2 giorni a 10 atm e quindi la massima pressione di 14 atm.


La pressione ultima di prova viene mantenuta costante per 10 giorni.

Le prove avranno inizio a 90 giorni di stagionatura; si riterrà quale passante in acqua la permeazione media registrata negli ultimi 10 giorni di cui è stata applicata la massima pressione. Il coefficiente di permeabilità è dato da:

$$K = \frac{Q \cdot h}{S \cdot T \cdot H} \quad \text{in cm/sec}$$

dove:

- Q = passante in acqua in cm^3
- h = altezza provino in cm
- S = superficie di prova filtrante in cm^2
- T = tempo in secondi
- H = carico idrostatico in cm

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 13
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Le prove cui verranno sottoposti i manufatti e le tubazioni saranno, generalmente, quelli previsti nelle normative di riferimento per i singoli materiali, e negli articoli del Presente Capitolato senza esclusione di altre prove che la Direzione Lavori vorrà eventualmente e ulteriormente effettuare.

In particolare sul 5% (cinque per cento) dei manufatti (tubi, flange, pezzi speciali, ecc.) appartenenti ad ogni lotto (intendendosi per lotto il complesso dei pezzi di uguale diametro presentati al collaudo e costituenti una parte o il totale della fornitura) verranno effettuate le seguenti prove:

- controllo visivo;
- prove di rottura, scoppio, schiacciamento, fessurazione;
- controllo delle marcature, ecc.

2.3. Caratteristiche dei materiali

Con riferimento a quanto stabilito nel precedente articolo i materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti in seguito fissati. La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra diversi tipi dello stesso materiale sarà fatto, di volta in volta, in base a giudizio della Direzione Lavori la quale, per i materiali da acquistare, si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.

2.3.1. Materiali per la formazione dei calcestruzzi

A) *Riferimenti normativi*


Il riferimento normativo per i calcestruzzi impiegati nel progetto è costituito dalla norma europea UNI EN 206-1: “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità” e dalla norma italiana che la recepisce UNI 11104 – “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1”.

In particolare, per i singoli materiali componenti il calcestruzzo valgono i riferimenti normativi e i requisiti riportati nel seguito.

B) *Acqua*

Riferimento normativo: UNI EN 1008 – “Acqua d'impasto per il calcestruzzo - Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di recupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo”.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati. Il contenuto di acqua efficace, da utilizzare nella valutazione del rapporto acqua-cemento dei conglomerati, sarà definito (UNI EN 206) come il contenuto totale di acqua nella miscela depurato dell'acqua di assorbimento degli aggregati, ossia, del quantitativo d'acqua necessario per portare gli aggregati dalla condizione di completo essiccamento a quella di s.s.a. (saturo a superficie asciutta), definita come nella norma UNI EN 1097-6.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 14
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

C) Leganti idraulici

Dovranno corrispondere ai requisiti delle relative "Norme per l'accettazione dei leganti idraulici" di cui alla legge 26/5/1965 n° 595 e successive modificazioni e integrazioni.

I leganti idraulici si distinguono in:

Cementi (di cui all'art. 1 lettera A), B), C) della legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 03/06/1968 che approva le "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n°180 del 17/7/1968);
- D.M. 20/11/1984 "Modificazione al D.M. 03/06/1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n°353 del 27/ 12/1984);
- Avviso di rettifica al D.M. 20/11/1984 (G.U. n°26 del 31/1/1985);
- D.I. 9/3/1988 n° 126 "Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi";
- UNI EN 197-1 – “Cemento - composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni”;

Agglomerati cementizi e calci idrauliche (di cui all'art. 1 lettera D) e E) della Legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche dettate da:

- D.M. 31/08/1972 che approva le "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche" (G.U. n°287 del 6/11/1972).

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso, in perfetto stato di conservazione.

Al fine di contenere i gradienti termici che si possono produrre per effetto del riscaldamento prodotto dall'idratazione del cemento, soprattutto nei getti di maggiore spessore, si prescrive l'utilizzo di cementi a basso calore di idratazione tipo CEM III/A, CEM III/B, CEM IV/A CEM IV/B delle classi normali (R 32.5) e ad alta resistenza (R 42.5), in accordo alla classificazione presente nella norma UNI EN 197 – 1.


La scelta dei cementi di tipo III o IV è legata sia al basso calore di idratazione che caratterizza questi cementi sia al loro ottimo comportamento in ambiente marino (ottima resistenza ai solfati, buona resistenza alla penetrazione dei cloruri).

Nel caso di utilizzo un cemento tipo III/A, il contenuto di loppa d'altoforno dovrà risultare, comunque, superiore al 50%; in caso contrario sarà necessario l'utilizzo di aggiunte minerali per raggiungere le prestazioni meccaniche richieste nel rispetto delle limitazioni imposte nel presente capitolato sullo sviluppo del calore di idratazione (cfr 3.17).

Il cemento dovrà, comunque, corrispondere alle norme vigenti ed in particolare a quanto previsto dal D.M. 03/06/1968 e dalle norme UNI EN 197-1 e UNI EN 197-2.

Il cemento in sacchi sarà depositato in magazzini asciutti e protetti, in modo da differenziare ogni spedizione giunta al cantiere.

Il cemento sfuso sarà fornito ai silos degli impianti ad una temperatura non superiore a 65°C e si dovrà evitare un lungo periodo di stoccaggio.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 15
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Il cemento dovrà essere usato nello stesso ordine col quale arriva, per evitare lunghi immagazzinamenti.

D) Aggregati ordinari per la realizzazione di conglomerati cementizi

Gli aggregati da utilizzare nel confezionamento dei calcestruzzi dovranno essere dotati di marchio CE ai sensi della norma UNI EN 12620 e nel rispetto dei limiti previsti dalla UNI 8520/2 per un aggregato di Categoria A.

In particolare, dovrà essere certificata la rispondenza a tutte le prescrizioni relative alle caratteristiche fondamentali (prospetto 1 della UNI 8520/2). Inoltre, dovrà essere certificata la corrispondenza degli aggregati da utilizzare alle seguenti caratteristiche aggiuntive (prospetto 2 della UNI 8520/2):

- potenziale reattività agli alcali;
- contenuto di contaminanti leggeri;
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo, ovvero, degradabilità mediante soluzione solfatica;
- resistenza alla frammentazione.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla verifica della potenziale reattività agli alcali degli aggregati. Gli aggregati che all'analisi petrografica avranno evidenziato la presenza di minerali potenzialmente reattivi con gli alcali, potranno essere utilizzati solo se risulterà superata la prova di espansione su prismi di malta a lungo termine (UNI 8520/22 p.to 8). Non è ammesso l'utilizzo di aggregati contenenti minerali potenzialmente reattivi che abbiano superato la prova accelerata nemmeno se l'espansione misurata in seguito a tale prova sarà risultata $< 0.10\%$.


Le certificazioni relative alle analisi sopra indicate faranno parte di un dossier di pre-qualifica (cfr 3.17) delle miscele che l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto all'inizio dei getti.

La documentazione relativa alla certificazione degli aggregati dovrà essere mantenuta aggiornata, per tutto l'arco di durata dei lavori, sulla base delle frequenze indicate dalla UNI EN 12620 ai citati prospetti H.1, H.2 e H.3 ed esibita alla Direzione Lavori ad ogni richiesta.

Fa eccezione a quanto sopra riportato il controllo del contenuto di cloruri per aggregati di provenienza non marina che, in deroga a quanto disposto al prospetto H2 della citata norma, dovrà essere eseguito con frequenza mensile su prelievi eseguiti direttamente dalle tramogge o dagli eventuali cumuli di stoccaggio presso l'impianto di betonaggio. Per aggregati di provenienza marina resta valida la frequenza (settimanale) di controllo definita al prospetto H3 della citata norma. I prelievi del materiale destinato ai controlli devono essere comunque eseguiti dalle tramogge o dagli eventuali cumuli di stoccaggio presso l'impianto di betonaggio.

La curva granulometrica risultante dovrà essere costantemente compresa nel fuso granulometrico utilizzato in fase di qualifica delle miscele approvato dalla Direzione Lavori e dovrà essere verificata ogni 1000 m³ di aggregati impiegati. Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio. All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature.

La dimensione massima (D_{max}) dell'aggregato sarà quella indicata, per ciascun tipo di miscela, nel presente capitolato e, comunque, rispettosa delle seguenti condizioni:

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 16
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- minore di 1/5 della dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5 mm;
- minore dello spessore del copriferro, diminuito di 5mm.


Nella tabella I sono riepilogate le caratteristiche minime che devono essere possedute dagli aggregati con riferimento, ove possibile, alle definizioni e classificazioni contenute nella UNI EN 12620. Vengono, inoltre, indicate le normative di riferimento da utilizzare per l'esecuzione delle prove.

TABELLA 1: CARATTERISTICHE MINIME DEGLI AGGREGATI

Caratteristiche	Prove	Norme	Limiti (UNI 8520/2) o Categoria (UNI EN 12620)
Contenuto di minerali nocivi	Analisi petrografica	UNI EN 932-3	gesso e anidride $\leq 0.5\%$ minerali alcali-reattivi: assenti; miche e scisti cristallini $\leq 1.0\%$
Granulometria	Analisi granulometrica	UNI EN 933-1	Vedi UNI 8520/22
Gelività degli aggregati	Resistenza ai cicli di gelo-disgelo	UNI EN 1367-1	F ₄ dopo 10 cicli
	Degradabilità Mediante soluzioni solfatiche	UNI EN 1367-2	MS ₂₀ dopo 5 cicli
Resistenza all'abrasione	Los Angeles	UNI EN 1097-2 p.to 5	LA ₃₀
Presenza di gesso e solfati solubili	Contenuto di solfati solubili in acido	UNI EN 1744-1 p.to 12	AS _{0,2}
Contenuto di fini	Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	ES ≥ 80
Qualità dei fini	Valore di blu	UNI EN 933-9	MB $\leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini
Contenuto di sostanza umica negli aggregati fini	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1	Colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Reattività agli alcali	Prova di espansione a lungo termine	UNI 8520/22 p.to 8	Espansione $< 0.05\%$ a 3 mesi $< 0.10\%$ a 6 mesi
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN 1744-1 p.to 12	Cl ⁻ $\leq 0,03\%$
Coefficiente di forma	Determinazione dell'indice di forma	UNI EN 933-4	Sl ₂₀ (D _{max} $\leq 32\text{mm}$) Sl ₄₀ (D _{max} $\geq 32\text{mm}$)
Densità e compattezza aggregati	Misura della massa volumica e assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	MV $> 2500 \text{ kg/m}^3$ Ass $< 5\%$ ($<1\%$ per aggregati grossi)

E) Additivi

L'Appaltatore dovrà impiegare additivi dotati di marcatura CE ai sensi della norma UNI EN 934-2. Le caratteristiche degli additivi dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 17
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

E.1 Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità, si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti conformi alla UNI EN 934-2 prospetti 1, 2, 3.1 e 3.2.

A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante - ritardante conformi ai requisiti di cui ai prospetti 1, 10, 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2 e fluidificante - accelerante.

La necessità di provvedere un cambio di additivo tra la stagione estiva e quella invernale dovrà essere presa in considerazione in fase di qualifica della miscela la quale dovrà essere eseguita per due diversi mix: estivo ed invernale. Il passaggio dall'uno all'altro mix, in fase di produzione, dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

Gli additivi non dovranno contenere cloruri in quantità superiore a quella ammessa dal prospetto 1 della UNI EN 934-2; il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del Fornitore.

E.2 Additivi ritardanti e acceleranti di presa e indurimento

Eventuali additivi ritardanti utilizzati, nella stagione calda, in aggiunta ad additivi riduttori d'acqua, dovranno essere conformi ai requisiti di cui al prospetto 9 della UNI EN 934-2.

Eventuali additivi acceleranti di presa e indurimento potranno essere utilizzati se viene dimostrato in fase di prequalifica che il loro utilizzo non compromette le resistenze meccaniche a lungo termine rispetto a quelle ottenute in un mix di riferimento privo di acceleranti e se l'aumento del calore di idratazione non compromette gli esiti della prova di misura del ΔT descritta nel presente capitolato (cfr 3.17).

Gli acceleranti dovranno, comunque, essere conformi ai requisiti di cui al prospetto 8 della UNI EN 934-2.


E.3 Additivi antigelo

Gli additivi antigelo sono particolari acceleranti di presa e indurimento studiati per prevenire gli effetti negativi sul calcestruzzo di una eventuale gelata che si verifichi la notte successiva il getto. Si tenga presente che gli additivi antigelo non abbassano in maniera significativa il punto di congelamento dell'acqua nel calcestruzzo, ma la loro efficacia è legata esclusivamente all'effetto accelerante che consente al calcestruzzo di affrontare l'eventuale gelata con una resistenza meccanica sufficiente ad evitare danni legati all'espansione dell'acqua in fase di solidificazione. Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

E.4 Additivi viscosizzanti e coadiuvanti di pompaggio

Gli additivi viscosizzanti servono ad eliminare la tendenza alla segregazione dei calcestruzzi ad elevata fluidità (calcestruzzo autocompattanti).

Gli additivi coadiuvanti di pompaggio consentono di rendere più stabili conglomerati cementizi fluidi confezionati con bassi dosaggi di cemento consentendone la pompabilità senza segregazione.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 18
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Gli additivi viscosizzanti e i coadiuvanti di pompaggio da utilizzare in questa sede non dovranno incrementare il contenuto d'aria inglobato nel calcestruzzo di una quantità maggiore del 20% rispetto al valore misurato su un calcestruzzo di pari composizione ma privo dell'additivo viscosizzante o coadiuvante di pompaggio. Una verifica in tal senso è tassativamente richiesta nella fase di pre-qualifica in laboratorio di tutti i conglomerati in cui si intende utilizzare questo tipo di additivi.

E.4 Additivi espansivi

Gli additivi espansivi provocano un'espansione controllata che si esaurisce nei primi giorni di stagionatura, quando cioè il calcestruzzo non ha ancora raggiunto i massimi valori di resistenza, ottenendo in questo modo una coazione che permette di realizzare calcestruzzi a ritiro compensato o auto-comprimenti, in funzione del dosaggio di additivo.

F) Aggiunte minerali

Le aggiunte minerali devono essere conformi ai requisiti indicati al paragrafo 5.1.6 della UNI EN 206 -1. In particolare, sono considerati idonei:

- a) filler conformi alla prEN 12620: 2000;
- b) ceneri volanti conformi alla UNI EN 450;
- c) fumi di silice conformi alla prEN 13263/1 e prEN 13263/2

Queste aggiunte minerali possono essere di ausilio per il produttore di calcestruzzo in caso le sabbie disponibili siano carenti di fini: in presenza di queste aggiunte minerali è possibile coniugare elevata fluidità e segregazione nulla in caso di sabbie carenti di materiale fino.

Solo le aggiunte minerali tipo b e c potranno essere prese in conto nella definizione del rapporto a/c del conglomerato, utilizzando i coefficienti di attività k riportati al prospetto 3 della UNI 11104. In particolare, per la cenere volante, k è pari a 0.2 nel caso di utilizzo di un CEM III/A mentre è da assumere pari a 0 nel caso di utilizzo di un CEM III/B. In deroga alle disposizioni della UNI 11104, nell'ottica di minimizzare i problemi di carattere termico, le aggiunte minerali in forma di cenere volante potranno essere prese in conto con coefficiente 1 nella definizione del dosaggio di legante da confrontare con il valore minimo riportato al capo III per le diverse opere e/o parti d'opera, fermi restando i limiti relativi al rapporto a/c e alla classe di resistenza minima.

Per quanto attiene al coefficiente di attività k da considerare per i fumi di silice vale quanto riportato al punto 5.2.5.2.3 della UNI EN 206-1.


In alternativa all'uso disgiunto di additivi superfluidificanti liquidi e di fumo di silice in polvere, potranno essere impiegati additivi in polvere costituiti essenzialmente da superfluidificanti su supporto di silica fume.

2.3.2. Materiali metallici per l'armatura del conglomerato cementizio

A) Barre di armatura in acciaio al carbonio per armatura ordinaria

Le barre di acciaio per armatura saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

Gli acciai destinati ad armature di conglomerati cementizi armati, normali e precompressi, dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalla Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 19
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

D.M. 14 gennaio 2008 e da tutte le successive norme e disposizioni che venissero emanate dai competenti organi. In particolare valgono le prescrizioni contenute nelle medesime Norme Tecniche in merito alla progettazione in zona sismica.

In particolare si impiegherà, per l'armatura ordinaria, un acciaio in tondi ad aderenza migliorata avente le seguenti caratteristiche:

- B450C (ex FeB44k saldabile)

Valgono, inoltre, le ulteriori prescrizioni di duttilità per l'armatura relative alla zona sismica (Alta duttilità):

$$1.15 \leq (f_t/f_y)_{\text{medio}} \leq 1.35;$$

$$f_{y,\text{eff}}/f_{y,\text{nom}} < 1.25;$$

$$\epsilon_{\text{su},k} > 7.5\%$$

dove:

- f_y è il singolo valore di snervamento;
- f_t è il singolo valore di tensione a rottura;
- $f_{y,\text{eff}}$ è il valore effettivo della resistenza a snervamento;
- $f_{y,\text{nom}}$ è il valore nominale della resistenza a snervamento;
- $\epsilon_{\text{su},k}$ è l'allungamento uniforme al carico massimo.

B) Barre di armatura in acciaio inox

Valgono le medesime prescrizioni di cui al punto precedente in merito alle caratteristiche meccaniche, di duttilità, di aderenza e di fornitura delle barre. Il tipo di acciaio inossidabile sarà: acciaio inox austenitico 316 (L) o austenoferritico.


2.3.3. Rete metallica tipo Pernervo-Metal

I pannelli di rete metallica tipo Pernervo-Metal, Nervometal o equivalenti sono pannelli nervati ricavati da nastro d'acciaio laminato a freddo. La protezione è data con zincatura (procedimento Sendzimir) a caldo della lamiera. La rete dovrà indicativamente avere un carico di snervamento pari a 300/340 MPa. La nervatura dovrà avere una costola principale di altezza superiore a 0.7cm per l'aderenza migliorata e costole secondarie collaboranti.

2.3.4. Malte espansive

La malta espansiva deve essere impiegata per l'ancoraggio degli inserti e per l'imbottitura fra piastre (metalliche o in materiale plastico speciale) e basamenti in conglomerato cementizio armato.

Deve essere costituita da malta da getto premiscelato antiritiro tipo Emaco o equivalente, esente da cloruri ed aggregati metallici ed addizionata con ghiaia solo per spessori superiori a 25mm; i

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 20
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

dosaggi e le modalità di posa devono essere conformi alle prescrizioni stabilite dalla casa produttrice ed approvate dalla Direzione Lavori.

La malta espansiva deve almeno avere le proprietà seguenti:

- Variazione di volume plastico - nessun ritiro e una percentuale massima di espansione pari al 4% in qualsiasi istante prima della posa iniziale, quando testato in accordo con le ASTM C 827;
- Variazione di volume indurito – nessun ritiro e una percentuale massima di espansione pari allo 0.1 % ad indurimento avvenuto;
- Resistenza a compressione minima di 75 MPa a tre (3) giorni, così come determinata da prove su cubetti di spigolo 50 mm, in accordo con le ASTM C 109;
- Tempo di posa iniziale – non inferiore a 60 minuti quando testate secondo le ASTM C 191;
- Consistenza – devono essere assenti sostanze coloranti, polvere dall'alluminio, fluidificanti o altri additivi noti che incrementino il ritiro per essiccamento e/o compromettano la durabilità.

L'utilizzo di additivi deve essere approvato dalla Direzione Lavori.

Devono essere presi accordi con il Fornitore affinché, da parte di quest'ultimo, siano disponibili la consulenza tecnica e l'assistenza sulle procedure relative alle prove e ai risultati, al deposito, alla gestione, alla preparazione delle superfici, alla posa in opera ed alla trattamento dei materiali.

2.3.5. Tasselli ed ancoranti chimici

I tasselli chimici/meccanici dovranno essere in acciaio inox tipo A4-70, per resistere alla corrosione in atmosfera marina.


La scelta del tipo di tassello (chimico/meccanico), in accordo alle indicazioni della casa produttrice e sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori, dipende dal materiale di base della struttura (che per la situazione in oggetto può essere sia cemento armato che muratura in blocchi).

L'ancorante chimico, del tipo HIT-RE 500 o equivalente, dovrà essere esente da cloruri ed aggregati metallici; il composto chimico e le modalità di posa devono essere conformi alle prescrizioni stabilite dalla casa produttrice ed approvate dalla Direzione Lavori.

Il materiale dovrà inoltre essere adatto ad applicazioni nelle seguenti condizioni:

- su calcestruzzo o muratura in blocchi;
- in ambiente marino e resistente alla corrosione;
- applicabile su fori a distanza ridotta dai bordi e con interassi ridotti (fino a 150 mm).

Devono essere presi accordi con il Fornitore affinché, da parte di quest'ultimo, siano disponibili la consulenza tecnica e l'assistenza sulle procedure relative alle prove e ai ri-

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 21
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

sultati, al deposito, alla gestione, alla preparazione delle superfici, alla posa in opera ed al trattamento dei materiali.

2.3.6. Giunti impermeabili per le riprese di getto

In corrispondenza delle riprese di getto degli elementi per i quali è richiesta l'impermeabilità, devono essere utilizzati giunti water-stop. I giunti water-stop sono del tipo "ad ali" in PVC accoppiati a cordoli in resina idroespansiva. Viene escluso l'utilizzo di giunti water-stop espansivi di tipo bentonitico.

Vengono qui di seguito elencate le caratteristiche dei vari elementi:

A) *Giunti impermeabili di PVC*

I giunti impermeabili di PVC del tipo ad ali, devono avere le seguenti caratteristiche:

- essere di PVC;
- non contenere componenti bentonitici;
- mantenere le proprietà in presenza permanente di acqua di mare;
- assicurare impermeabilità con pressioni idrostatiche superiori a 1 atm;
- larghezza minima di 200 mm.

Il giunto dovrà essere annegato all'interno del getto e dovrà avere dimensioni adeguate allo spessore della parete o della soletta in cui va posizionato.

Il giunto posizionato in corrispondenza delle riprese di getto non sarà soggetto a movimenti apprezzabili, trattandosi di nodi strutturali rigidi.

L'applicazione dovrà essere conforme alle indicazioni del Fornitore, ma in ogni caso senza chiodature alle casseforme. Il giunto e il suo materiale soddisferanno, dove applicabili, le prescrizioni delle norme CRD-C 572-74 dell'U.S. Army Corps of Engineers e la BS 2571.

B) *Giunti impermeabili idroespansivi*

I giunti impermeabili idroespansivi, del tipo Adcor 500S della Grace o Idrostop della Mapei o equivalente, devono avere le seguenti caratteristiche:


- essere a base di gomme e polimeri;
- non contenere componenti bentonitici;
- mantenere le proprietà in presenza permanente di acqua di mare;
- assicurare impermeabilità con pressioni idrostatiche superiori a 1 atm;
- rigonfiamento in acqua non inferiore al 100%.

Il giunto sarà posizionato all'interno dello spessore di calcestruzzo.

2.3.7. Materiali metallici per carpenteria

A) *Caratteristiche*

I materiali, componenti ed elementi metallici dovranno essere fabbricati e controllati in accordo a quanto stabilito dalle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" del DM 14/01/2008 (NT

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 22
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

2008), dalle Norme UNI applicabili, dalle prescrizioni e dalle Norme citate nel presente Capitolato e nei documenti di progetto.

Le caratteristiche dei materiali metallici per carpenteria sono indicate sui disegni di progetto e non devono in ogni caso essere inferiori a quelle qui specificate:

- Profili, piatti e tondi:

UNI EN 10025 S355 J2 (ex Fe510)

$f_y \geq 355$ MPa

UNI EN 10025 S235 J2 (ex Fe360)

$f_y \geq 235$ MPa (ove indicato)

- Grigliati e lamiera lavorate:

UNI EN 10025 S355 J2 (ex Fe510)

- Viti: classe 8.8, secondo EN 20898-1 (UNI 5712)

- Dadi: classe 8 secondo EN 20898-2 (UNI 5713)

- Rondelle: C-50 (HRC 32-40) secondo EN 10083 (UNI 5714)

- Bulloni classe 8.8:

$f_{yb} = 640$ MPa resistenza nominale allo snervamento

$f_{yb} = 800$ MPa resistenza nominale a rottura per trazione

I materiali metallici per carpenteria saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

Per profilati, lamiera e piatti in acciaio al carbonio si applicano le norme riferite nelle UNI EN 10025, in particolare per dimensioni, tolleranze e prove; per profilati, lamiera e piatti in acciaio inossidabile si applicano le norme riferite nelle UNI EN 10088.

Le reti e le lamiera striate saranno in acciaio conforme alle norme UNI vigenti (UNI 5334/64 e successivi aggiornamenti).


Per i pannelli e i gradini di grigliato valgono le Norme: UNI EN 11002 Pannelli e gradini di grigliato elettrosaldato e/o pressato – Parti 1, 2 e 3.

Il piombo, lo zinco ed il rame dovranno corrispondere per qualità e prescrizioni alle norme UNI in vigore.

Le reti di acciaio, sia ad annodatura semplice con maglia romboidale o quadrata, sia a tripla torsione con maglia esagonale, dovranno corrispondere alle prescrizioni delle norme UNI in vigore.

L'acciaio inossidabile usato per carpenteria sarà del tipo AISI 316L.

Per i materiali metallici dovranno essere presentati alla Direzione Lavori, i certificati di provenienza e delle prove effettuate presso le fabbriche e fonderie fornitrici e presso i laboratori ufficiali.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 23
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Per bullonatura si intende l'assieme vite, dado e rondelle. Per ogni bullonatura la rondella è richiesta sia sotto la testa del bullone sia sotto il dado. Tutti gli elementi delle bullonature dovranno essere protetti tramite zincatura a caldo secondo le modalità indicate nell'3.50.

Si applicano le Norme 14399-1 e 2, inoltre, quando il diametro richiesto non è coperto dalle Norme 14399-3, 5 e 6, per quanto non specificato nelle suddette Norme, si applicano le Norme BS 3692.

La bullonatura, con il trattamento previsto, deve essere fornita da un unico fabbricante che sia responsabile del funzionamento dell'assieme, in particolare del procedimento di serraggio per garantire il pre-carico minimo richiesto, in accordo ai requisiti generali, alla valutazione di conformità e relative prove della Norma UNI EN 14399-1.

Per la prova di serraggio valgono le Norme UNI EN 14399-2 e UNI EN 1090-1 e 2. Durante il serraggio è richiesta la misura del carico della vite, della rotazione relativa tra il dado e la vite e della coppia.

B) Marcatura

In tutte le fasi di lavorazione, gli elementi strutturali d'acciaio devono essere univocamente identificabili mediante un idoneo sistema d'identificazione.

Durante tutte le fasi della lavorazione, l'Appaltatore dovrà assicurare la reperibilità del materiale.

C) Certificazione

Per i materiali metallici dovranno essere presentati alla Direzione Lavori, i certificati di provenienza e delle prove effettuate presso le fabbriche e fonderie fornitrici e presso i laboratori ufficiali, in accordo alle Norme UNI EN 10025 e alle NT 2008.

Per verificare i certificati di qualità del materiale potranno essere richieste dalla Direzione Lavori prove distruttive su provini prelevati a caso. Nel caso in cui la Direzione Lavori dovesse contestare la qualità di qualche lavorazione, l'Appaltatore dovrà accollarsi le spese necessarie per comprovare che la qualità del materiale e delle lavorazioni è rispondente alle normative e a questo Capitolato.

Se richieste della Direzione Lavori, l'Appaltatore dovrà fornire per approvazione due (2) copie del contratto principale d'ordinazione. Il contratto di ordinazione del materiale dovrà chiaramente indicare le specifiche del materiale in accordo con i requisiti degli elaborati di progetto. L'Appaltatore è comunque responsabile della qualità delle lavorazioni.


2.3.8. Materiali ferrosi e metalli vari

A) Acciaio fuso in getti

L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

B) Ghisa

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e lo scalpello; di frattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti ca-

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 24
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

paci di menomarne la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. E' assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

C) Metalli vari

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

D) Lamiera ondulata

La lamiera ondulata per i manufatti tubolari metallici sarà in acciaio laminato a caldo avente tensione di rottura a trazione non inferiore a 34 kg/mm², protetta su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo praticata dopo il taglio e la piegatura dell'elemento.

Lo zinco sarà presente, sulla superficie sviluppata di ogni faccia, in misura non inferiore a 300 gr/m².

Gli elementi finiti dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non coperte dalla zincatura. Tutti i pezzi speciali, organi di giunzione, rivetti ecc. dovranno essere opportunamente zincati.

E) Lamiera zincata

La lamiera zincata per coperture, condotti, canali di gronda, scossaline, compluvi, ecc. dovrà essere della migliore qualità, di spessore uniforme, esente da screpolature, fenditure ed ossidazioni. La lavorazione per la curvatura dovrà essere fatta nel senso della laminazione.

Di norma lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espressa in grammi per metro quadrato, presente complessivamente sulle due facce della lamiera, sarà di 380 gr/mq e 610 gr/mq rispettivamente per zincatura normale e pesante, restando vietato l'uso di lamiera a zincatura leggera.


Per quanto riguarda gli spessori, la zincatura, le caratteristiche, le norme di accettazione, le prove, ecc. si richiamano le Norme di unificazione in vigore (UNI).

2.3.9. Pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie, additivi per la realizzazione di pavimentazioni

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali del CNR (Fascicolo n. 4 - Edizione 1953) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

In particolare il materiale lapideo per la confezione del pietrisco dovrà avere un coefficiente di qualità (Deval) non inferiore a 10 (dieci), mentre il materiale lapideo per la confezione delle graniglie dovrà avere un coefficiente di frantumazione non superiore a 120 (centoventi).

A frantumazione avvenuta, rispetto ai crivelli UNI 2334, essi debbono essere: per il pietrisco passanti a quello di 71 mm e trattenuti da quello di 25 mm; per il pietrischetto passanti a quello di 25 e trattenuti da quello da 10 mm; per la graniglia normale, ottenuta anche la frantumazione di ghiaia, passanti al crivello da 10 mm e trattenuti da quello di 5 mm; per la graniglia minuta passanti a 5 mm e trattenuti da 3 mm.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 25
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Di norma si adoperano pezzature come le seguenti:

- Pietrisco 40/71, ovvero 40/60 se ordinato, per costruzione di massicciate
- Pietrisco 25/40 (od eccezionalmente 15/30, granulometria non unificata) per costituzione di ricarichi di massicciate e per materiale di costipamento delle massicciate (mezza- nello);
- Pietrischetto 15/25 per ricarichi di massicciate e conglomerati bituminosi;
- Pietrischetto 10/15 per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni e per pietrischetti bitumati;
- Graniglia normale 5/10 per trattamenti superficiali tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
- Graniglia minuta 3/5 di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione Lavori, per trattamenti superficiali tale pezzatura di graniglia sarà invece usata per i conglomerati bituminosi ove richiesto. Dovrà comunque provenire da rocce durissime ed essere assolutamente esente da polvere. In luogo della graniglia, e con le stesse pezzature, ovvero del pietrischetto 10/15, ove non vi siano rocce idonee di elevata durezza, potranno usarsi ghiaino (3/5 e 5/10) ovvero ghiaietto 40/45. Solo per i conglomerati bituminosi di tipo chiuso si useranno aggregati fini costituiti da sabbie e additivi; le sabbie saranno passanti quasi interamente al setaccio 2 UNI 2334 e trattenute da quello 0,075 UNI 2332 con tolleranza di una percentuale max del 10% di rimanente sullo staccio 2 e non più del 5% di passante allo staccio 0,075 UNI 2332 con una tolleranza di 15% di materiale rimanente sopra tale staccio, ma passante allo staccio 0.18 UNI 2332, mentre almeno il 50% del materiale deve avere dimensioni inferiori a 0.05 mm.


Nelle forniture di aggregato grosso per ogni pezzatura sarà ammessa una percentuale in peso non superiore al 5% di elementi aventi dimensioni maggiori o minori di quelle corrispondenti ai limiti della prescelta pezzatura, purché per altro, le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o siano non oltre il 10% inferiore al limite minimo della pezzatura fissata. In tutti gli aggregati grossi gli elementi dovranno avere spigoli vivi e presentare una certa uniformità di dimensioni nei vari sensi, non dovranno essere cioè di forma allungata o appiattita (lamellare): per quelli provenienti da frantumazione di ciottoli e ghiaia dovrà ottenersi che non si abbia più una faccia arrotondata. Per ciascuna pezzatura l'indice dei vuoti non deve superare valore 0.8.

2.3.10. Ghiaie, ghiaietti per pavimentazioni

Dovranno corrispondere come pezzatura e caratteristiche ai requisiti stabiliti nella "Tabella UNI 2710 - Edizione giugno 1945". Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee, non presentare perdite di peso, per decantazione in acqua, superiore al 2%.

2.3.11. Cordoni, bocchette di scarico, risvolti, guide di risvolto, scivoli per accessi, guide e masselli per pavimentazione

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle "Tabelle UNI 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718 - Edizione 1945".

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 26
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	


2.3.12. Terre per la formazione di argini

La terra per la formazione di argini dovrà di norma essere compresa fra il tipo A7-5 della classifica CNR-UNI 10006, con contenuto minimo di sabbia del 15%, e il tipo A4 della stessa classifica, con un contenuto massimo di sabbia del 50%, completamente priva della presenza di terre organiche e di residui vegetali. Eventuali miscele di tipo diverso dovranno essere preventivamente autorizzate dalla D.L. La terra da porre in argine dovrà comunque offrire ampie garanzie di omogeneità, impermeabilità e resistenza meccanica.

2.3.13. Terre per la formazione dei rilevati e dei rinterri a tergo delle strutture

Le terre debbono identificarsi mediante la loro granulometria, i limiti di Atterberg che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale la frazione fine di una terra (passante al setaccio 0,42 mm n. 40 ASTM 0,4 UNI 2332) passa dallo stato solido allo stato plastico (limite di plasticità WP) e dallo stato plastico allo stato liquido (limite di liquidità WL) nonché dall'indice di plasticità (IP: differenza tra i due limiti anzidetti). Tali limiti si determinano con le modalità di prova descritte nelle norme CNR-UNI 10014. Ai fini della classificazione e dell'impiego nei rilevati o negli strati di sottofondo si farà riferimento alla classifica AASHO adottata dalle norme CNR UNI 10006 di cui alla tabella allegata.

Prospetto I Classificazione delle terre														
Classificazione generale	Terre ghiaiose-sabbiose - Frazione passante al setaccio 0.075 UNI 2332 < 35%							Terre limo-argillose - Frazione passante allo setaccio 0,075 UNI 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri	
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8	
Sottogruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-4	A2-6	A2-7							
Analisi granulometrico.														
Frazione passante allo setaccio														
2 UNI 2332 %	<50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,4UNI 2332 %	<30	<50	>50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,075UNI 2332%	<15	<25	<10	<35	<35	<35	<35	>35	>35	>35	>35	>35		
Caratteristiche della frazione passante allo setaccio 0,4 UNI2332														
Limite liquido	-	-	-	<40	>40	<40	>40	<40	>40	<40	>40	>40	>40	
Indice di plasticità	<6		N.P.	<10	<10max	>10	>10	<10	<10	>10	IP<LL30	IP>LL30		
Indice di gruppo	0		0	0		<4		<8	<12	<16	<20			
Tipi usuali dei materiali caratteristici costruenti il gruppo	Ghiaia o breccia, Ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorio vulcanico, pozzolane		Sabbia fine	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Limi poco compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili	Argille fortemente compressibili	terre di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono					Da mediocre a scadente								
Azione del gelo sulle qualità portanti dei terreni di sottofondo	Nessuna o lieve			Media			Molto elevata		Media	Elevata	Media			
Ritiro e rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve			Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato			
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa						Scarsa o nulla				
Identificatore dei terreni in sito	Facilmente individuabile a vista		Aspri al tatto incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo Aspri al tatto Una tenacità media o elevata				Reagiscono alla prova di scuotimento Tenaci allo stato asciutto Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento Tenaci allo stato asciutto Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di color bruno o nero Facilmente individuabili a vista	
Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendo successivamente tra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo scuotimento apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione tra le dita														

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 27
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	


Per quanto riguarda l'impiego negli strati della sovrastruttura stradale si farà riferimento, salvo più specifiche prescrizioni della Direzione Lavori, alle seguenti caratteristiche:

- a) strati di fondazione in miscela granulometrica: ghiaia (o pietrisco), sabbia, argilla; la miscela dovrà essere interamente passante al setaccio da 71 mm ed essere passante almeno per il 50% al setaccio da 10 mm, dal 25% al 50% al setaccio n. 4 ASTM, dal 20% al 40% al setaccio n. 10 ASTM, dal 10% al 25% al setaccio n. 40 ASTM, dal 3% al 10% al setaccio n. 200 ASTM. L'indice di plasticità dovrà essere nullo, il limite di liquidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n. 200 ASTM non dovrà superare i due terzi della frazione passante al setaccio n. 40. Inoltre l'aggregato grosso deve essere costituito da elementi non friabili, aventi un coefficiente Deval non inferiore a 8. Se si tratta di ghiaia le cui dimensioni non consentono di ricavare materiale poliedrico di dimensioni sufficienti per eseguire la prova Deval, si eseguirà la determinazione del coefficiente di frantumazione che non dovrà essere maggiore di 180.
- b) strati di base in miscela granulometrica: ghiaia (pietrisco), sabbia, argilla, la miscela dovrà essere completamente passante al setaccio da 25 mm, essere passante per almeno il 65% al setaccio da 10 mm, dal 55% al 85% al setaccio n. 4 ASTM, dal 40% al 50% al setaccio n. 10, dal 25% al 45% al setaccio n. 40 ASTM, dal 10% al 25% al setaccio n. 200 ASTM. L'indice di plasticità dovrà essere inferiore a 4, il limite di liquidità non deve superare 35 e la frazione passante al setaccio n. 200 ASTM non dovrà superare i due terzi della frazione passante al setaccio n. 40 ASTM. Inoltre l'aggregato grosso deve essere costituito da elementi non friabili, aventi un coefficiente Deval non inferiore a 10. Se si tratta di ghiaia le cui dimensioni non consentono di ricavare materiale poliedrico di dimensioni sufficienti per eseguire la prova Deval si eseguirà la determinazione del coefficiente di frantumazione che non dovrà essere maggiore di 160.

Le caratteristiche meccaniche delle miscele dovranno essere controllate con la prova CBR (Norme CNR UNI 10009). Il materiale costipato alla densità massima AASHO modificata e saturato con acqua dopo 4 giorni di immersione, dovrà possedere un indice CBR maggiore di 30 per gli strati di fondazione e maggiore di 60 per gli strati di base. Dopo l'immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti in volume superiori allo 0,5%. Per tutte le prove si farà comunque riferimento alle vigenti norme CNR; i controlli saranno eseguiti su richiesta della Direzione Lavori.

2.3.14. Detrito di cava e tout-venant di cava o di frantoio

Quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non plastico) ed avere un potere portante CBR (rapporto portante californiano) di almeno 30 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica ed adegua durante la cilindratura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale di vuoti; di norma la dimensione max degli aggregati non dovrà essere superiore ai 71 mm. Per gli strati di base si farà uso di materiali lapidei duri tali da assicurare un CBR saturo di almeno 60: la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; la dimensione max degli aggregati non dovrà superare 25 mm.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 28
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

2.3.15. Pietrischetti, graniglie e aggregati fini per trattamenti superficiali, semipenetrazioni e conglomerati bituminosi

Le rocce dalla cui frantumazione devono provenire tali aggregati devono essere compatte, uniformi per struttura e per composizione, sane e prive di elementi decomposti od alterati da azioni atmosferiche, preferibilmente idrofobe e particolarmente dure, con assoluta preferenza alle rocce di origine ignea; nelle regioni ove queste manchino sono accettabili i calcari solo se molto compatti, qualora siano sottoposti a prova di frantumazione, il coefficiente dovrà essere inferiore a 120 se il materiale sarà usato per le strade sottoposte a traffico intenso, inferiore a 140 per strade con traffico leggero.


Il coefficiente di qualità determinato con la prova normale Deval non potrà essere inferiore a 12. La resistenza all'usura sarà, di norma, al minimo 0,6. I pietrischetti o graniglie (i quali eccezionalmente potranno provenire oltre che da pietre di cava anche da ciottoli, aventi per altro i requisiti di cui sopra) ed i ghiaioni da usare per trattamenti, semipenetrazioni e conglomerati, non dovranno di norma presentare una idrofilia superiore a quella dei pietrischi; e non dovranno perdere alla prova di decantazione in acqua più dell'1% del proprio peso. In essi dovrà riscontrarsi una buona adesione del legante ai singoli elementi anche in presenza di acqua.

Una prova preliminare indicativa è da effettuarsi su pietrisco avvolto a un quantitativo di bitume pari a 70 kg/m³, mediante lo sbattimento del pietrischetto bitumato in sufficiente quantità d'acqua contenuta in adatto recipiente, deve consentire di apprezzare una notevole stabilità del rivestimento bituminoso. Per i trattamenti di irruvidimento si impiegano pietrischetti e graniglie della qualità migliore e più resistente e non idrofili assolutamente. Gli elementi della graniglia pressoché poliedrici, con spigoli vivi taglienti. Le graniglie saranno ottenute con appositi granulometri e saranno opportunamente vagliate in modo da essere anche spogliate dei materiali polverulenti provenienti dalle frantumazioni.

Gli aggregati fini per i conglomerati bituminosi dovranno essere costituiti da sabbie naturali e di frantumazione, dure, vive e lavate aspre al tatto, povere di miche, praticamente esenti da terriccio, argilla od altre materie estranee. La perdita in peso alla prova di decantazione in acqua dovrà non superare il 2%.

2.3.16. Occupazione apertura e sfruttamento delle cave per pietrame

Fermo restando quanto già prescritto circa la provenienza del materiale per rilevato, resta stabilito che tutte le pratiche ed oneri inerenti a ricerca, occupazione, apertura e gestione delle cave sono a carico esclusivo dell'Appaltatore, rimanendo l'Amministrazione sollevata dalle conseguenze di qualsiasi difficoltà che l'Appaltatore potesse incontrare a tal riguardo; questi dovrà indicare, al momento della consegna dei lavori, le cave di cui servirsi, adeguate e capaci di fornire in tempo utile il materiale necessario avente le prescritte caratteristiche. L'Appaltatore resta responsabile di fornire il quantitativo e garantire la qualità dei massi e degli scapoli necessari al normale avanzamento dei lavori anche se, per far fronte a tale impegno, dovesse variare la natura del materiale oppure abbandonare la località della cava originaria già ritenuta idonea, per attivarne altre; tutto ciò senza che l'Appaltatore possa accampare pretese speciali, compensi speciali od indennità. Anche tutti gli oneri e prestazioni inerenti al lavoro di cava (es. pesatura materiale, trasporto e zone di imbarco, costruzioni scali di imbarco, lavori inerenti alle opere morte, pulizia della cava con trasporto a rifiuto della terra e cappellaccio, costruzione strade di servizio e casotti per ricoveri operai e personale di sorveglianza dell'Amministrazione, ecc.) sono ad esclusivo carico dell'Appaltatore.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 29
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

L'Appaltatore avrà la facoltà di adottare, per la coltivazione delle cave, quei sistemi che riterrà, migliori, a suo interesse, purché si uniformi alle norme vigenti ed alle prescrizioni che eventualmente fossero impartite da Autorità militari o Amministrazioni Statali, con particolare riguardo a quella mineraria e di pubblica sicurezza e Amministrazioni Provinciali, Comunali e Regionali.

L'Appaltatore resterà in ogni caso l'unico responsabile di qualunque danno od avaria potesse verificarsi in dipendenza dei lavori di cava od accessori.

2.3.17. Geotessuto

Il telo geotessuto avrà le seguenti caratteristiche:


- composizione: sarà costituito da polipropilene o poliestere senza l'impiego di collanti e potrà essere realizzato con le seguenti caratteristiche costruttive:
 - o con fibre a filo continuo;
 - o con fibre intrecciate con il sistema della tessitura industriale a "trama ed ordito";
 - o con fibre di adeguata lunghezza intrecciate mediante agugliatura meccanica. Il telo geotessuto dovrà altresì avere le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:
 - o coefficiente di permeabilità: per filtrazioni trasversali, compreso fra 10-3 e 10-1 cm/s (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito);
- resistenza a trazione: (misurata su striscia di 5 cm di larghezza) non inferiore a 600 N/5cm (Nota 1), con allungamento a rottura compreso fra il 10% e l'85%. Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzione di supporto per i sovrastanti strati della pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 1200 N/5cm o a 1500 N/5cm, fermi restando gli altri requisiti.

Per la determinazione del peso e dello spessore del geotessuto occorre effettuare le prove di laboratorio secondo le Norme CNR pubblicate sul B.U. n. 110 del 23.12.1985 e sul B.U. n. 111 del 24.12.1985.

Nota1: Prova condotta su strisce di larghezza 5 cm e lunghezza nominale di 20 cm con velocità di deformazione costante e pari a 2 mm/sec; dal campione saranno prelevati 3 gruppi di 5 strisce cadauno secondo le tre direzioni: longitudinale, trasversale e diagonale; per ciascun gruppo si scareranno i valori minimo e massimo misurati e la media sui restanti 3 valori dovrà risultare maggiore del valore richiesto.

2.3.18. Legnami

I legnami da impiegare in opere stabili od in opere provvisorie, di qualunque essenza essi siano stati prescritti, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30.08.1912 e all'Eurocodice 5 (in particolare per quel che concerne i requisiti di durabilità). Dovranno essere approvvigionati fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non dovranno presentare alcun difetto che sia incompatibile con l'uso a cui essi legnami sono destinati.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 30
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Dovranno inoltre essere perfettamente stagionati ed anche essiccati od evaporati artificialmente; dopo il taglio degli elementi questi dovranno presentare colore e venatura uniforme, essere privi di alborno ed esenti da nodi, come detto sopra, da cipollature, buchi o altri difetti.

Dopo il taglio e le loro sagomature gli elementi dovranno mantenersi perfettamente integri e non dovranno in alcun modo deformarsi. Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozzate dalla sega e si ritirino nelle connessioni.

I legnami rotondi (tondoni) o squadri a quadro fili o ad uso Trieste, dovranno provenire dal vero tronco dell'albero e non dai rami e dovranno essere sufficientemente rettilinei; dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e congruati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei due diametri.

Nei legnami grossolanamente squadri uso Trieste, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alborno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami tagliati a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadri a sega con le diverse facce esattamente spianate, parallele e senza rientranze o risalti e con gli spigoli, tirati a filo vivo, senza alborno né smussi di sorta.

I legnami di carpenteria definitiva dovranno essere conformi alla Normativa DIN 1052, Aprile 1988 per categoria II.

Gli elementi dovranno essere perfettamente tagliati, piallati e levigati e risultare dopo tali operazioni di dimensioni conformi ai disegni. In merito agli spessori le quote dei disegni dovranno intendersi per elementi finiti ed ultimati, dovendo l'Appaltatore provvedere legnami di spessore superiore in modo di garantire quello richiesto a lavorazione ultimata.

2.3.19. Bitumi, emulsioni bituminose

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l'accettazione", Ed. maggio 1978; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali", fascicolo n. 3, Ed. 1958; "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali (Campionatura dei bitumi)", Ed. 1980 del CNR.


A) Bitumi liquidi o flussati

Dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali", fascicolo n. 7 - Ed. 1957 del CNR.

B) Polveri di roccia asfaltica

Le polveri di roccia asfaltica non devono contenere mai meno del 7% di bitume; possono essere ottenute miscelando i prodotti della macinazione di rocce con non meno del 6% e non più del 10% di bitume; possono anche essere trattate con oli minerali in quantità non superiori all'1%.

Ai fini applicativi le polveri vengono distinte in tre categorie (I, II, III). Le polveri della I categoria servono per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asfaltica, pietrischetto ed olio; le polveri della II categoria servono per i conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle; le polveri della III categoria servono come additivi nei conglomerati e per aggiunte ai bitumi ed ai catrami.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 31
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Le polveri di I e II categoria devono avere finezza tale da passare per almeno il 95% dal setaccio 0,2 UNI 2332.

Le polveri della III categoria devono avere la finezza prescritta per gli additivi stradali (norme CNR). Le percentuali e le caratteristiche dei bitumi estratti dalle polveri devono corrispondere ai valori indicati dalle tabelle riportate dalle Norme del CNR del 1956.

C) Oli asfaltici

Gli oli asfaltici impiegati nei trattamenti superficiali con polveri asfaltiche a freddo vanno distinti a seconda della provenienza della polvere, abruzzese o siciliana, con la quale si devono impiegare, e della stagione, estiva od invernale, in cui i lavori si devono eseguire.

Per la stagione invernale si dovranno impiegare oli tipo A, e per quella estiva oli tipo B. Tutti questi oli devono contenere al massimo lo 0,5% di acqua, ed al massimo il 4% di fenoli; le altre caratteristiche, poi, devono essere le seguenti:

- 1) oli del tipo A (invernale) per polveri abruzzesi:
viscosità Engler a 25 °C da 3 a 6; distillato sino a 230 °C al massimo il 15%; residuo a 330 °C almeno il 25%; punto di rammolimento alla palla e anello 30÷45 °C;
- 2) oli del tipo A (invernale) per polveri siciliane:
viscosità Engler a 50 °C al massimo 10; distillato sino a 230 °C al massimo il 10%; residuo a 330 °C almeno il 45%; punto di rammolimento alla palla e anello 55÷70 °C;
- 3) oli del tipo B (estivo) per polveri abruzzesi:
viscosità Engler a 25 °C da 4 a 8; distillato sino a 230 °C al massimo l'8%; residuo a 330 °C almeno il 30%; punto di rammolimento alla palla e anello 35÷50 °C;
- 4) oli del tipo B (estivo) per polveri siciliane:
viscosità Engler a 50 °C al massimo 15%, distillato sino a 230 °C al massimo il 5%, residuo a 330 °C almeno il 50%; punto di rammolimento alla palla e anello 55÷70 °C.

Per gli stessi impieghi si possono usare anche oli derivati da catrame e da grezzi di petrolio, o da opportune miscele di catrame e petrolio, purché di caratteristiche analoghe a quelle soprariportate. In caso di necessità gli oli possono venire riscaldati ad una temperatura non superiore a 60 °C.


2.3.20. Impermeabilizzanti e materiali per trattamenti superficiali

A) Mastice d'asfalto naturale

Il mastice d'asfalto naturale dovrà essere ottenuto dalla mescolanza a caldo di bitume asfaltico con polvere ricavata dalla frantumazione di rocce asfaltiche contenenti naturalmente almeno il 6% di bitume.

Il mastice di asfalto naturale si presenterà in pani del peso di circa kg 25 cadauno ed aventi un contenuto percentuale di bitume naturale (solubile in solfuro di carbonio) di circa il 15%.

L'indice di plasticità di detto mastice, misurato con le normali modalità a mezzo dell'apparecchio di Wilson, resterà compreso, alla temperatura del provino di 25 °C, tra 5 e 8 mm.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 32
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Sono tassativamente proibiti pani cosiddetti “d’asfalto sintetico” fabbricati mescolando polveri calcaree e sabbie con bitume spesso di indiscriminata qualità e provenienza.

Pertanto si prescrive, secondo le indicazioni della circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 1016 del 2.5.1949, che le forniture di mastice d'asfalto siano accompagnate da certificato di origine.

B) Mastice bituminoso

Sarà costituito da mescolanza di bitume con additivi di varia natura (fibre d'amianto, vetro, ecc. polveri calcaree, cemento, ecc.) che hanno lo scopo di aumentare la stabilità e di diminuire la suscettibilità termica.

Tali miscele saranno applicate a caldo (100÷150 °C) a mezzo di spatole o di altri utensili.

C) Cemento plastico

Prodotto ottenuto aggiungendo alla miscela di bitume degli additivi particolari, quali sostanze flussanti e pietrificanti il bitume (oli minerali di varia natura e qualità), allo scopo di ottenere una consistenza della nuova miscela tale che ne renda possibile l'applicazione a freddo per mezzo di spatole, spazzoloni, ecc..

Il cemento plastico deve essere preparato in modo tale che, pur conservando una buona duttilità, mantenga consistenza atta a non colare, alle temperature estive ed al sole, neppure da pareti verticali. La sua adozione dovrà essere autorizzata dagli organi tecnici dell'Amministrazione.

D) Cartongeltri bitumati

I feltri impregnati di leganti idrocarburanti da utilizzare nelle impermeabilizzazioni (cartongeltri cilindrici e cartongeltri con trattamenti superficiali) dovranno essere costituiti da fibre di natura ed in percentuali qui appresso specificate:

fibre di cotone	50÷70%	in peso
fibre di lana	10÷20%	in peso
fibre di juta o manilla	5÷15%	in peso
fibre di legno	1÷5%	in peso

In ogni caso non dovranno contenere più dell'8%÷10% in peso di umidità.


I bitumi da impregnazione dovranno di norma presentare un punto di rammollimento compreso fra 40°C e 70 °C; la perdita al fuoco (5 ore a 163 °C) non dovrà eccedere il 3% in peso.

Il bitume per il trattamento superficiale del cartongeltri dovrà avere un punto di rammollimento superiore a 70 °C ed un contenuto in paraffina non eccedente il 2,5%.

Il cartongeltri dovrà risultare uniformemente impregnato; sfaldando il cartone, esso non dovrà presentare in nessun punto difetti di impregnazione.

L'Appaltatore dovrà ottenere dagli organi tecnici della Amministrazione il preventivo benestare circa i cartongeltri bitumati dei quali avrà proposto l'impiego, beninteso subordinatamente ai risultati dei saggi e prove di laboratorio da effettuare sui campioni della fornitura (in particolare prove di impermeabilità all'acqua - di flessibilità - di resistenza alla trazione).

E) Manti impermeabili a base di elastomeri

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 33
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Tali manti saranno costituiti da una guaina dello spessore di mm 2,5 a base di elastomeri paraffinici stabilizzati neri o colorati in tutto lo spessore, forniti in rotoli con armatura interna impunture in filato di vetro chimico-resistente di tipo speciale, ricoperta con eguali spessori su ambo i lati e quindi posta, quale anima, al centro e non in posizione superficiale.

Il prodotto deve risultare incollabile fino ad una temperatura di + 128 °C, nullo allo assorbimento dell'acqua tra le seguenti temperature + 18 °C / + 20 °C, non deve presentare in superficie nessuna screpolatura piegandolo (a 180° su spina di 4 mm di diametro) ad una temperatura di - 20 °C, e nessuna lesione sotto una azione di urto (ad una temperatura da + 18 °C a + 22 °C, caduta della sfera n. 36 761,30 g da m 20,0 di altezza).

Dovrà porsi in opera su una superficie cementizia finita a fratazzo fine mediante preventiva applicazione a pennello o a spazzolone di idoneo "primer" bituminoso costituito della stessa resina della guaina opportunamente solubilizzata: ad avvenuta essiccazione del "primer" si esegue la vulcanizzazione della guaina al piano di posa mediante rinvenimento con fiamma di gas propano industriale o similare della stessa, avendo cura di riscaldare indirettamente anche la guaina facendone rinvenire la superficie protetta dal foglio di polietilene. I sormonti fra telo e telo di almeno 6 cm, devono essere incollati con cura sempre con rinvenimento a fiamma e rifiniti con leggera pressione di un cazzuolino caldo sul bordo superiore.

La guaina deve essere lasciata libera (non incollata) in corrispondenza degli eventuali giunti di dilatazione e per tutto lo spazio ad essi interessante.

Il manto eseguito a perfetta regola d'arte come sopra descritto sarà rifinito con vernice di alluminio in veicolo elastomerico con un consumo medio di 150/200 gr/m² ed applicata a rullo, spruzzo o spazzolino.

F) Manti impermeabili a base di PVC

Tale manto sarà costituito da una guaina dello spessore non inferiore a mm 1,2 a base di resina polivinilcloruro (PVC) plastificata con estesi ftalici ed additivata con stabilizzanti e coloranti.

Il prodotto deve avere un peso specifico non inferiore a 1,3 gr/cm³, una durezza Shore A 76, un carico di rottura a trazione non inferiore a 180/195 kg/cm², un allungamento del 360%, essere assolutamente impermeabile all'acqua resistere al freddo fino a -40 °C ed al caldo fino a +70 °C ed agli acidi e basi anche in concentrazione.


Dovrà porsi in opera su una superficie cementizia finita al fratazzo fine, con sormonto dei giunti per circa 10 cm e con saldatura ad aria calda mediante fusione delle superficie di contatto.

Sulle superfici orizzontali la guaina solitamente non viene incollata mentre i lembi terminali vengono risvoltati e fissati con idonei mastici sintetici alle pareti e protette con scossaline metalliche chiodate. I fogli di PVC non sono resistenti all'azione prolungata dei raggi ultravioletti e per tanto non appena ultimata l'impermeabilizzazione, essi devono essere opportunamente protetti.

G) Manti impermeabili a base di gomma sintetica

Tale manto sarà costituito da fogli sintetici dello spessore non inferiore a mm 1,3 a base di poliene clorosulfonato ottenuti per calandratura ed accoppiati con strato di amianto.

Il prodotto deve avere un peso specifico non inferiore a gr. 1,8 per cm³, una durezza Shore sotto carico di rottura a trazione di 150-170 kg/cm², un allungamento del 40%, essere assolutamente impermeabile all'acqua, resistere al freddo a -30 °C, ed al caldo a +80°C.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 34
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Dovrà porsi in opera su una superficie cementizia finita al fratazzo fine, con sormonto dei giunti di circa 10 cm con saldatura ad aria calda mediante fusione delle superfici di contatto.

Sulle superfici orizzontali la guaina solitamente viene incollata mentre i lembi terminali vengono risvoltati e fissati con idonei mastici sintetici alle pareti e posati con scossaline metalliche chiodate.

I fogli di gomma sintetica sono resistenti all'azione prolungata dei raggi ultravioletti e pertanto essi non devono necessariamente essere protetti.

H) Guaina in LDPE

Le specifiche per la fornitura delle guaine in LDPE e le norme relative alla definizione dei diversi standard sono le seguenti:

- Materia prima laminazione LDPE
- Peso unitario $\geq 680 \text{ g/m}^2$ EN 965
- Spessore $\geq 1 \text{ mm}$ DIN EN 964-1
- Resistenza ultima a rottura Longitudinale 30 kN/m; Trasversale 36 kN/m; ISO 10.319
- Allungamento a rottura Longitudinale 22,0 %; Trasversale 17,5 %; ISO 10.319
- Resistenza al punzonamento CBR 4,2 kN EN ISO 12.236
- Resistenza alla lacerazione Longitudinale 190 N; Trasversale 240 N; DIN 53859 T5

Si assume che il materiale sia stabilizzato ai raggi U.V..


Si ammettono spessori inferiori a quello indicato nella precedente tabella a condizione che la lamina di LDPE sia accoppiata ad un tessuto di HDPE, ferme restando le altre caratteristiche meccaniche; in ogni caso lo spessore minimo deve essere maggiore di 0.3 mm.

Deve essere garantita la perfetta termosaldabilità dei teli adiacenti. L'utilizzo di collanti o altri sistemi di giunzione è subordinata all'esecuzione di specifici test di laboratorio che attestino che in corrispondenza del giunto la tenuta della guaina è non peggiore che in corrispondenza dello spessore ordinario della guaina. Resta salvo l'onere di effettuare in cantiere i controlli sulle giunzioni realizzate.


2.3.21. Colori e vernici

I materiali impiegati nelle opere da pittore dovranno essere sempre della migliore qualità e provenire da industrie di primaria importanza europea:

- a) olio di lino cotto - L'olio di lino cotto sarà ben depurato, - il colore assai chiaro e perfettamente limpido, di odore forte ed amarissimo al gusto, scevro da adulterazioni con olio minerale, olio di pesce ecc. Non dovrà lasciare alcun deposito né essere rancido, e disteso sopra una lastra di vetro o di metallo dovrà essiccare completamente nell'intervallo di 24 ore. Avrà acidità nella misura del 7%, impurità non superiori all'1% ed alla temperatura di 15° C presenterà una densità compresa fra 0,91 e 0,93.
- b) Acquaragia (essenza di trementina) - Dovrà essere limpida, incolore, di odore gradevole e volatilissima. La sua densità a 15° C sarà di 0,87.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 35
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- c) Biacca - La biacca o cerussa (carbonato basico di piombo) deve essere pura, senza miscele di sorta e priva di qualsiasi traccia di solfato di bario.
- d) Bianco di zinco - Il bianco di zinco dovrà essere in polvere finissima, bianca, costituita da ossido di zinco e non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfato, né più dell'1% di altre impurità, l'umidità non deve superare il 3%.
- e) Vernici - Le vernici che si impiegheranno per gli interni saranno ad acqua, ovvero a base di essenza di trementina e gomme pure e di qualità scelta; disciolte nell'olio di lino dovranno presentare una superficie brillante. È escluso l'impiego di gomme prodotte da distillazione. Le vernici speciali previste dal progetto o eventualmente prescritte dalla Direzione Lavori dovranno rispondere alle caratteristiche previste nel progetto (e all'uopo certificate) ed essere fornite nei loro recipienti originali chiusi.
- f) Encaustici - Gli encaustici potranno essere all'acqua o all'assenza secondo le disposizioni della Direzione Lavori. La cera gialla dovrà risultare perfettamente disciolta, a seconda dell'encaustico adottato, o nell'acqua calda alla quale sarà aggiunto del sale di tartaro o nell'essenza di trementina.
- g) Minio - Il minio, sia di piombo (sesquiossido di piombo), che di alluminio (ossido di alluminio), dovrà essere costituito da polvere finissima e non contenente colori derivanti dall'anilina, né oltre il 10% di sostanze estranee (solfato di bario, ecc). Potranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere impiegate vernici protettive stese direttamente sulle superfici metalliche.
- h) Rivestimenti protettivi per superfici ferrose - I rivestimenti protettivi per superfici ferrose possono essere formati a richiesta da pitture a base di olio di lino ricotto e pigmenti coloranti ed anche da vernici ottenute con leganti misti, costituiti da resine sintetiche ottenute per policondensazione o polimerizzazione, quali le alchidiche, i clorocaucci, le poliuretaniche ed epossidiche. Per ciascuno di questi tipi i materiali da pitturazione o formanti i sistemi protettivi dovranno provenire da ditte primarie ed essere forniti nei loro recipienti originali completi delle istruzioni per l'uso. Per il pretrattamento degli acciai, prima dell'applicazione della mano di fondo, verrà usato il "Wash-Primer" (prodotto protettivo di fondo), intendendo per esso una composizione protettiva costituita da una pellicola sia inorganica, sia organica, risultante da una serie di reazioni tra i loro componenti essenziali del "Wash Primer" e cioè acido solforico, pigmenti di tipo cromati inorganici e la resina polivinilbutilica.
- i) Rivestimenti protettivi per superfici in legno - Possono essere formate da vernici con fondo e smalto protettivo a base di resine sintetiche in dispersione acquosa e dovranno avere la certificazione per le caratteristiche di resistenza al fuoco secondo quanto previsto dalla normativa vigente e dagli elaborati di progetto.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 36
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

2.3.22. Sigillanti e adesivi

Tutti i prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti.

Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc..

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto e alle norme UNI 9610 e 9611 e in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore che devono essere preventivamente accettati dalla direzione dei lavori.


Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, terroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 37
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI ed in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore che devono essere preventivamente accettati dalla Direzione Lavori.

2.3.23. Tubazioni in calcestruzzo armato centrifugato o turbocentrifugato o turbovi-brocompressso

A) Generalità

Le tubazioni circolari in c.a. contemplate in progetto sono del tipo “TURBOCOMPRESSE”, (altrimenti dette "turbocentrifugate" oppure "a compressione radiale"), perché vengono formate da un pistone rotante che girando ad alta velocità e salendo lentamente, comprime il calcestruzzo contro il cassero. Le tubazioni in oggetto adottano tipologia di incastro a bicchiere.

Sono costituite da pareti in calcestruzzo, realizzate con cemento ed inerti di idonea pezzatura, armate con gabbia elettrosaldata in acciaio B450C (singola o doppia), costituita da un filo continuo avvolto a spirale su barre longitudinali, con diametri e passi variabili in funzione del diametro dei tubi e delle prestazioni di resistenza richieste.

La tipologia delle tubazioni varia secondo la presenza o meno (1° classe) delle armature e della loro tipologia di resistenza (2° o 3° classe), e secondo il tipo di rivestimento poliuretano applicato sui tubi. Si distinguono, quindi, le seguenti tipologie:

A - TUBI NORMALI

- A.1. Tubo in calcestruzzo semplice senza armatura (1° classe 60 KN/mq.);
- A.2. Tubo in calcestruzzo armato normale (2° classe 100 KN/mq.);
- A.3. Tubo in calcestruzzo con doppia armatura (3° classe 150 KN/mq.).

B - TUBI CON GIUNTI A TENUTA IDRAULICA RIVESTITI IN RESINA POLIURETANICA

- B.2. Tubo in calcestruzzo armato normale (2° classe 100 KN/mq.);
- B.3. Tubo in calcestruzzo con doppia armatura (3° classe 150 KN/mq.).


C - TUBI CON RIVESTIMENTO INTERNO COMPLETO IN RESINA POLIURETANICA (COMPRESA PUNTA MASCHIO ED IMBOCCO FEMMINA) A TENUTA IDRAULICA

- C.2. Tubo in calcestruzzo armato normale (2° classe 100 KN/mq.);
- C.3. Tubo in calcestruzzo con doppia armatura (3° classe 150 KN/mq.).

La lunghezza standard totale dei tubi è di ml. 2,50.

B) Riferimenti Normativi

- UNI 9534 Tubi di calcestruzzo non armato per fognature, a sezione interna circolare, senza piede di appoggio;

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 38
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- UNI E07.04.064.0 Progetto Tubi di calcestruzzo armato per fognature, a sezione interna circolare, senza piede d'appoggio;
- UNI 4920 Prodotti finiti di elastomeri. Guarnizioni di tenuta ad anello per tubazioni di acque reflue e di scarico Requisiti e prove;
- DIN 4060 Prodotti di tenuta a base elastomerica per giunti di tubazioni in canalizzazioni e fognature;
- prEN 681.1 Elastomeric seals. Material requirements for pipe joint seals used in water and drainage application part 1 vulcanized rubber;
- UNI 8981 Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo; D.M. 12-12-85 Norme tecniche relative alle tubazioni;
- Circolare LL.PP. 27291 istruzioni relative alla normativa per le tubazioni;
- D.M. 14-02-92 Norme tecniche per le opere in cemento armato normale e precompresso;
- UNI 7517 Guida per la scelta della classe dei tubi sottoposti a carichi esterni e funzionanti con o senza pressione interna;
- DIN 4032 Tubi in calcestruzzo e pezzi speciali di raccordo
- DIN 4033 Canali e tubazioni per le acque di scolo con tubi prefabbricati: Direttive per la costruzione;
- DIN 4035 Tubi in calcestruzzo armato e pezzi speciali di raccordo
- ATV A127 Guideline for the statical analysis of sewage channels and pipelines.

C) Fabbricazione

I tubi dovranno essere fabbricati in stabilimenti di prefabbricazione debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti richiesti in tutti i manufatti prodotti.


Ogni operazione concernente il processo di lavorazione, dal controllo delle materie prime, al confezionamento delle gabbie di armatura, alla costruzione vera e propria del tubo, dovrà essere ripetuta secondo uno schema prestabilito e ben preciso, al quale il Produttore dovrà attenersi.

I tubi contemplati in progetto saranno prodotti mediante “turbocompressione”, sistema che ha la capacità di garantire i requisiti di continuità, compattezza, uniformità di qualità e di spessore e quindi di prestazioni.

D) Prescrizioni relative alla resistenza

Le tubazioni dovranno possedere caratteristiche di resistenza adeguate alle sollecitazioni ed alle azioni derivanti da peso proprio, grado di riempimento della condotta, altezze minime e massime di ricoprimento sopra il vertice, carichi esterni, ecc., secondo il coefficiente di posa previsto e risultante dalle seguenti situazioni:

- tubi interrati con ricoprimento compreso tra 0.8 ÷ 3.0 m e sottostanti a strade di 1° cat.
- pressione nominale interna massima kg. 0.5/cmq;

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 39
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- in ogni caso, come dalle verifiche effettuate e secondo le modalità di posa previste in progetto, gli spessori costruttivi nominali riferiti in chiave del tubo non dovranno essere inferiori a:

DN (mm)	S2 (mm)
400	45
500	53
600	71
700	76
800	85
1000	109
1100	123
1200	137
1400	152
1500	161
1600	166
1800	171

E) Prescrizioni relative alla qualità dei materiali

Cemento

Il cemento deve essere conforme a quanto contenuto nelle Normative Nazionali, trasposte dalle Norme Europee. Dovrà essere impiegato il tipo corrispondente UNI ENV 197/1 tipo IIA-L/42,5 R.

Inerti

Gli inerti devono essere costituiti da materiali conformi alle Normative Nazionali trasposte dalle Norme Europee. Essi non devono contenere componenti dannosi in quantità pregiudizievoli al getto, all'indurimento, alla presa, alla resistenza, all'impermeabilità, alla durabilità del calcestruzzo o tali da essere causa di corrosione di qualsiasi tipo di acciaio.


Acqua d'impasto

L'acqua d'impasto deve essere conforme alle Normative Nazionali trasposte dalle Norme Europee. Essa non dovrà contenere componenti dannosi in quantità pregiudizievoli al getto, all'indurimento, alla presa, alla resistenza, all'impermeabilità, alla durabilità del calcestruzzo o tali da essere causa di corrosione di qualsiasi tipo di acciaio.

Nota: l'acqua potabile delle reti pubbliche è generalmente adatta al confezionamento del calcestruzzo.

Additivi d'impasto - altre aggiunte

Gli additivi d'impasto ed altre eventuali aggiunte devono essere conformi alle Normative Nazionali trasposte dalle Norme Europee. Esse non dovranno contenere componenti dannosi in quantità pregiudizievoli al getto, all'indurimento, alla presa, alla resistenza, all'impermeabilità, alla durabilità del calcestruzzo o tali da essere causa di corrosione di qualsiasi tipo di acciaio.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 40
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Acciaio per armature

L'acciaio per armature deve essere conforme alle Normative Nazionali trasposte dalle Norme Europee. In assenza di queste, ci si deve riferire alle norme ISO 10544. I tondini di armatura possono essere lisci, ad aderenza migliorata o con nervature, e devono essere saldabili. La percentuale minima della sezione dell'armatura, relativa all'area della sezione longitudinale del corpo del tubo, deve essere di 0,4% per tondini lisci, e 0,25% per i tondini ad aderenza migliorata o con nervature. Le caratteristiche dell'acciaio, comunque, dovranno essere:

- Resistenza a snervamento 4.400 kg/cm²
- Resistenza a rottura 7.200 kg/cm²
- Modulo elastico 2.100.000 kg/cm²

Guarnizioni di tenuta

Gli elastomeri che compongono le guarnizioni devono essere in gomma vulcanizzata. Nel caso specifico di possibile contatto con olio lubrificante, con idrocarburi della serie alifatica ed aromatica, e con benzina, le guarnizioni dovranno essere costituite da gomma nitrilica, butadiene o acrilonitrile, sempre comunque nel rispetto della Normativa Italiana UNI 4920 o DIN 4060 trasposte dalla norma EN 681-1/3. La miscela della gomma dovrà avere proprietà di resistenza "buona" e/o "eccellente" ad olio, benzina e ai solventi (idrocarburi alifatici - aromatici), con gamma di durezza 40 - 95 shore (scala durometrica A), e dovrà avere una buona resistenza alle deformazioni permanenti a compressione. Per i tubi a tenuta idraulica con rivestimenti poliuretanici, le guarnizioni di tenuta dovranno avere il profilo a cuspidi in modo da permetterne il posizionamento sul giunto maschio delle tubazioni. Tutte le guarnizioni, siano esse a cuspidi per i tubi a tenuta idraulica che quelle per i tubi normali (a goccia oppure incorporate nel getto del bicchiere), dovranno essere marchiate dal Fornitore, ed il Produttore dovrà operare con tutte le opportune cure per l'immagazzinamento sia delle guarnizioni stesse che dei tubi già di esse muniti.

Calcestruzzo

Resistenza del calcestruzzo


Il calcestruzzo costituente le pareti dei tubi ed i profili di giunzione, deve essere compatto ed omogeneo. La resistenza caratteristica a compressione f_{ck} deve essere certificata sulla base di prove in accordo con il punto H). Il valore non deve essere comunque inferiore a 45 Mpa (450 kg/cmq).

In alternativa alla prova di compressione si possono sottoporre campioni carotati alla prova di trazione indiretta (prova Brasiliana): la resistenza caratteristica f_{ct} a trazione indiretta misurata sulla base di questa prova, non deve essere comunque inferiore a 2,7 Mpa.

Composizione del calcestruzzo

Nella composizione del calcestruzzo per il confezionamento dei tubi armati, il rapporto acqua/cemento non deve superare 0,50. Il contenuto di cemento non deve essere inferiore a 300 kg/m³.

Assorbimento d'acqua

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 41
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Quando si effettua la prova in accordo con il punto H), l'assorbimento del calcestruzzo non deve superare l'8% in massa.

Qualità del calcestruzzo

Il calcestruzzo di ogni elemento deve essere conforme ai requisiti indicati. Il Produttore deve indicare e dimostrare la corrispondenza ai valori indicati ai punti E) e successivi.

F) Tubi

I tubi devono essere conformi ai requisiti previsti al momento della consegna, secondo la documentazione di fabbrica e le prove effettuate in accordo con il punto H).

Finitura

La superficie di ogni elemento deve essere priva di imperfezioni che possano influire negativamente sull'integrità strutturale o idraulica, o possano ridurre la durabilità. La formazione di bollicine non deve essere considerata come carenza di omogeneità.

I profili di giunzione devono essere privi di irregolarità che non consentano impermeabilità e durabilità all'assemblaggio. Sui normali tubi in calcestruzzo armato senza rivestimenti in resine poliuretaniche, sono ammesse imperfezioni minori o irregolarità superficiali, ma devono essere limitate ad un diametro massimo di 15 mm. e ad una profondità di 6 mm. In ogni caso devono essere rispettati i requisiti del punto F) (copriferro).

Sono ammessi, con la condizione che non compromettano la resistenza e l'impermeabilità all'acqua dell'elemento, i seguenti tipi di fessure: screpolature nello strato superficiale della boiacca; fessure causate dal ritiro oppure dovute ad effetti termici, fino ad una larghezza di 0,15 mm. Prima di misurare l'ampiezza delle fessure, è consentito tenere in acqua il manufatto per un periodo massimo di 24 ore.


Caratteristiche geometriche

Sono oggetto di questo punto il diametro interno, lo spessore di parete la lunghezza effettiva interna e le caratteristiche geometriche dei profili di giunzione, che devono essere conformi alla documentazione di fabbrica.

Diametro interno

Il diametro interno dei tubi deve essere in accordo con la tabella seguente:

diametro nominale	diametro interno	tolleranza del diametro interno	tolleranza dell'ortogonalità all'asse dei piani di estremità
mm	mm	mm	mm
400	400	+/- 8	10
500	500	+/- 8	10
600	600	+/- 8	12
700	700	+/- 10	14
800	800	+/- 10	16
1000	1000	+/- 12	20

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 42
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

diametro nominale	diametro interno	tolleranza del diametro interno	tolleranza dell'ortogonalità all'asse dei piani di estremità
1100	1100	+/- 12	20
1200	1200	+/- 14	20
1400	1400	+/- 15	20
1500	1500	+/- 15	20
1600	1600	+/- 15	20
1800	1800	+/- 15	20
2000	2000	+/- 20	20
2200	2200	+/- 20	20

Spessore


Lo spessore di parete misurato al cervello del tubo, (S2), non deve risultare minore del 95% del valore riportato nella documentazione di fabbrica e comunque non inferiori alla seguente tabella:

DN (mm)	S2 (mm)
400	45
500	53
600	71
700	76
800	85
1000	109
1100	123
1200	137
1400	152
1500	161
1600	166
1800	171
2000	185
2200	190

Lunghezza

I tubi oggetto del seguente progetto avranno le seguenti lunghezze utili nominali (Lu) :

A.- TUBI NORMALI		B.C.- TUBI CON RIVESTIMENTI POLIURETANICI	
DN (mm.)	Lu (ml.)	DN (mm.)	Lu (ml.)
400	2,40	400	2,42
500	2,40	500	2,42
600	2,40	600	2,40
700	2,40	700	2,40
800	2,40	800	2,40
1000	2,40	1000	2,40
1100	2,40	1100	2,40
1200	2,38	1200	2,40
1400	2,38	1400	2,40
1500	2,38	1500	2,40

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 43
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

A.- TUBI NORMALI		B.C.- TUBI CON RIVESTIMENTI POLIURETANICI	
DN (mm.)	Lu (ml.)	DN (mm.)	Lu (ml.)
1600	2,38	1600	2,40
1800	2,35	1800	2,38
2000	2,35	2000	2,38
2200	2,35	2200	2,38

Le tolleranze ammissibili sulla lunghezza utile potranno essere uguali a +/- 25 mm.

Armatura

Le armature devono soddisfare il punto E). L'armatura dei tubi deve corrispondere alla opportuna resistenza a schiacciamento definita sulla base di calcoli statici di verifica e sulla base del coefficiente di posa delle tubazioni (vedi anche al punto I), prospetto tipologie di posa estratto dalla norma DIN 4033).

Le gabbie di armatura, singole o doppie devono essere solamente di tipo rigido, di forma circolare, avvolte a spirale continua e stabilmente e convenientemente collegate. I tondini di acciaio, disposti lungo la circonferenza, e quelli disposti longitudinalmente, devono essere collegati mediante saldatura, in modo da rendere stabile la spaziatura e la forma della gabbia d'armatura. La percentuale minima della sezione dell'armatura, relativa all'area della sezione longitudinale del corpo del tubo, deve essere di 0,4% per tondini lisci, e 0,25% per i tondini ad aderenza migliorata o con nervature. L'armatura disposta lungo la circonferenza, qualora si volesse migliorare la sezione del filo, mantenendo la stessa superficie resistente, non deve superare l'intervallo regolare di 150 mm al massimo, su tutta la lunghezza del tubo. I tondini longitudinali devono essere posizionati e dimensionati in modo da mantenere la gabbia nella sua configurazione da progetto.

Per armature a doppia gabbia, l'area della sezione dell'armatura esterna, non deve essere inferiore al 60% dell'area della sezione dell'armatura interna.

Copriferro


Lo spessore minimo del copriferro, per l'armatura strutturale, deve essere in relazione alle condizioni di utilizzo, e comunque non inferiore a 20 mm.

Rivestimenti in Resina Poliuretanica

Per i tubi rivestiti internamente e/o sui giunti con resina poliuretanica, lo spessore medio-nominale del rivestimento stesso sarà di 6 millimetri. Il rivestimento completo (giunti + interno) di ogni singolo tubo e/o il rivestimento delle due parti dell'incastro (giunto maschio e giunto femmina), dovrà essere eseguito in unica stampata mediante iniezione ad alta pressione (130 BAR). Tutto il rivestimento poliuretanico dovrà essere, al tatto e visivamente, perfettamente liscio e senza ondulazioni od asperità di alcun genere e dovrà garantire il passaggio di liquidi fino ad una temperatura di 80 °C.

La resina utilizzata dovrà garantire una durezza standard del rivestimento pari a 70 +/- 10 shore (scala durometrica D). Eventuali imperfezioni sulla sfericità degli incastri non potranno superare 1 millimetro di ovalizzazione.

La resina dovrà garantire resistenza all'abrasione (apparecchiatura Taber secondo ASTM D 3389, con perdita di massa non superiore ad 80 mg. dopo 1000 giri). Dovrà inoltre ga-

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 44
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

rantire un'elevata resistenza agli agenti chimici e batteriologici aggressivi presenti negli scarichi fognari, ed offrire ottima velocità di fluidi ivi convogliati (scabrezza della superficie secondo Prandtl-Colebrook = 0,01).

La resina poliuretanica dovrà avere un aggrappaggio al calcestruzzo con valori non inferiori a 30 +/- 5 Kg/cmq., oppure a strappo del calcestruzzo stesso e, dovrà inoltre resistere ad una contropinta esterna dei liquidi per pressioni non inferiori a 10 BAR.

Gli anelli di tenuta in gomma elastomerica dovranno avere sezione a cuspid e una durezza standard di 45 +/- shore (scala durometrica A).

G) Prestazioni tecniche

Le prestazioni tecniche cui devono soddisfare le tubazioni, sono essenzialmente di due tipi:

- resistenza meccanica
- impermeabilità

Resistenza meccanica

Le prove di resistenza meccanica si devono eseguire in accordo con il punto H).

Il tubo deve sopportare un carico minimo di prova a schiacciamento normalizzata F_n , espresso in KN/m secondo la tabella sotto riportata.

- Classe di resistenza a rottura 100 KN/mt
- Classe di resistenza a rottura 150 KN/mt

Impermeabilità - tenuta

Le prove di impermeabilità all'acqua si devono eseguire in accordo con il punto H).

Sui tubi normali senza rivestimenti poliuretanici sono ammesse prove di impermeabilità esclusivamente sulla parete dei tubi stessi.

Sui tubi con rivestimenti poliuretanici le prove di impermeabilità all'acqua possono essere effettuate anche sui giunti.

La prevalenza idrostatica interna, misurata all'asse dei tubi, viene fissata in 50 kPa (0,5 bar o approssimativamente 5 m. di colonna d'acqua) per tutti i tubi.


I tubi devono resistere alla pressione specificata per un periodo di 15 minuti senza manifestare nessuna perdita; l'umidità aderente alla superficie o la formazione di singole gocce sono ammesse, così come descritto nelle modalità di prova.

H) Metodi di prova

Verifica dimensioni

Diametro interno

Devono essere rilevate tre misure del diametro interno, che devono essere prese ad ognuna delle estremità, e approssimativamente a 60° l'una dall'altra. Le misure devono essere pre-

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 45
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

se sulla superficie interna ad una distanza approssimativa di 50 mm. Dalle estremità del corpo del tubo, e registrate approssimandole al millimetro più prossimo. Si passa poi al controllo della conformità del tubo a quanto prescritto al punto F).

Spessore di parete

Lo spessore di parete deve essere misurato a distanze approssimative di 50 mm. appena oltre le due estremità degli incastri. Per i tubi a spessore variabile (scasseratura con stampi conici) la misura da considerare è quella a metà del tubo, che si ottiene facendo la media dei rilievi eseguiti su incastro maschio ed imbocco femmina. La misura deve essere registrata approssimandola al mm più prossimo. Si passa poi al controllo della conformità del tubo a quanto prescritto nel punto F).

Lunghezza interna

La lunghezza interna, deve essere la media di tre misure prese all'interno del tubo, in tre posizioni approssimativamente equidistanti lungo la circonferenza e deve essere registrata approssimandola al mm più prossimo. Si passa poi al controllo della conformità del tubo a quanto prescritto nel punto F).

Verifica armature

Collocazione e quantità dell'acciaio di armatura

Il passo e la quantità di acciaio dei tondini di armatura devono essere rilevati, su una gabbia assemblata, su una lunghezza minima di 1 m. Se ne deve controllare la conformità alle specifiche di progetto come descritto al punto F).

Copriferro

Si deve misurare il copriferro su un frammento ricavato da un tubo, e registrarlo approssimandolo al mm più prossimo. Se ne deve controllare la conformità alle specifiche di progetto come descritto al punto F).

Prova di resistenza a schiacciamento

Generalità


Il Produttore ha la facoltà di mantenere il tubo bagnato per un periodo massimo di 24 ore prima di effettuare le prove.

Attrezzature e sistemazione di prova

L'attrezzatura o macchina di prova a schiacciamento deve consentire l'appoggio del tubo con l'asse su due generatrici inferiori opportunamente distanziate tra di loro. Il carico viene applicato con distribuzione uniforme lungo la generatrice opposta alla loro mezzeria. La lunghezza della trave di distribuzione dei carichi e la lunghezza dei travetti inferiori devono essere pari alla lunghezza nominale (LN) del tubo.

Per i tubi con giunto a bicchiere il carico si applica sulla superficie esterna del tubo, con esclusione della zona del giunto maschio.

Allo scopo di realizzare le condizioni di posa, il basamento dell'attrezzatura o macchina deve essere opportunamente rigido e portare due travetti di legno uguali tra di loro e liberamente appoggiati in posizione parallela all'asse del tubo. La distanza libera fra i due travetti deve essere controllata prima della prova ed avere il valore di 0,3 (DN + 2 SN) mm.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 46
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

I travetti sono a sezione rettangolare, con spigoli smussati, e le loro lunghezze sono:

- per $DN < 500$: lato $b = 35$ mm
- per $500 < DN < 1000$: lato $b = 95$ mm
- per $1000 < DN < 1600$: lato $b = 165$ mm
- per $DN 1600$: lato $b = 200$ mm

Devono essere inoltre opportunamente sagomati nel caso di prova dei tubi con giunto a bicchiere. Il carico viene esercitato attraverso una trave di acciaio con asse parallelo all'asse del tubo, disposta superiormente e recante, fissato alla sua faccia inferiore, un travetto di legno duro di larghezza uguale ai travetti inferiori.

La risultante dei carichi applicati deve cadere nel punto di mezzo della proiezione orizzontale della linea di contatto.

È facoltà del produttore applicare prima della prova uno strato di gesso in corrispondenza delle linee di contatto tra tubo e travetti.

La trave di acciaio destinata alla distribuzione del carico deve soddisfare le seguenti condizioni:

- consentire l'applicazione del carico in modo che la risultante passi per il punto di mezzo della generatrice a contatto con il travetto superiore;
- consentire piccole oscillazioni, in modo da adattarsi ad eventuali piccole irregolarità di appoggio del tubo;
- avere una rigidità sufficiente, in relazione anche al modo nel quale le forze sono ad essa applicate, a rendere il carico uniformemente distribuito sulla sua lunghezza. A tale scopo è sufficiente che, a pieno carico della macchina, e supposto il tubo sostituito con due appoggi semplici disposti all'estremità della trave, la freccia in mezzzeria non superi $1/750$ della lunghezza.
- Inoltre l'attrezzatura o macchina deve soddisfare le seguenti condizioni:
- consentire l'applicazione graduale del carico;
- disporre di uno strumento di misura con precisione di almeno l'1%, provvisto di indice di massima o di altro sistema che permetta di leggere con esattezza il valore massimo del carico raggiunto.

Procedimenti di prova.

La prova viene eseguita disponendo il tubo in posizione, ed incrementando il carico applicato alla velocità di 20 kN/min per metro utile, fino al collasso.


Nel calcolo del carico si dovrà tenere conto del peso proprio della trave gravante sul tubo, e di quant'altro sia ad essa connesso.

Il carico applicato si determina con il rapporto tra il valore così calcolato e la lunghezza utile LN del tubo in prova.

I valori del carico di fessurazione si ritengono conformi a quanto stabilito al punto G) fino ad uno scostamento del 7 % in meno.

Prova di tenuta

Generalità

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 47
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Prima di effettuare la prova, il produttore può scegliere l'opzione di mantenere i tubi bagnati per un periodo massimo di 28 ore. La superficie esterna dei tubi deve però essere asciugata immediatamente prima dell'inizio della prova.

Attrezzature e sistemazione di prova

L'attrezzatura o macchina di prova deve consentire il posizionamento e l'allineamento di almeno due tubi con il relativo giunto.

Detta attrezzatura deve assicurare in modo idoneo la tenuta alle estremità, il riempimento graduale con acqua e l'eliminazione dell'aria. La pressione interna va rilevata o con tubo piezometrico o con apparecchiatura adatta a valutare con precisione variazioni di pressione di 0,05 bar (0,51 N/cm²).

Procedimenti di prova

Riempire gradualmente i tubi con acqua avendo cura di far fuoriuscire l'aria contenuta. A riempimento avvenuto, viene gradualmente elevata la pressione interna fino al valore di 5m di colonna d'acqua, misurata sull'asse centrale dell'allineamento dei tubi.

I tubi mantenuti alla pressione indicata per 15 min., non devono presentare perdite o gocciolamenti importanti verso l'esterno. Ciò vale anche per la giunzione. Non è considerata perdita l'apparizione di macchie di umidità sulla superficie esterna, purché in ogni singolo tubo l'estensione della superficie inumidita non superi il 20 % della superficie esterna. Durante il periodo di prova, la quantità d'acqua da aggiungere per mantenere la pressione specificata (rabbocco idrico) non deve superare quanto previsto dalla norma DIN 4033 per ogni metro quadro di superficie interna bagnata:

- diametro interno fino a 600 mm. : fino a 0,30 litri
- diametro interno fino a 1000 mm. : fino a 0,25 litri
- diametro interno oltre 1000 mm. : fino a 0,20 litri

Prova di assorbimento d'acqua

Generalità

L'assorbimento d'acqua per immersione di calcestruzzo indurito è definito come differenza tra la massa di un dato provino immerso nell'acqua e la massa dello stesso provino secco, diviso per la massa del provino secco.


Attrezzature e sistemazione di prova

L'attrezzatura per questa prova è costituita da una vasca termostatica, da una stufa ventilata e da una bilancia con sensibilità 1 gr.

Bisogna prelevare un frammento integro avente massa di almeno 2 kg. con l'intero spessore della parete di un tubo e sottoporlo alla prova.

Procedimenti di prova

Occorre prima determinare la massa del provino immerso (m_i). Ciò si ottiene immergendolo gradualmente in acqua alla temperatura di 20°C e mantenendolo fino a raggiungere una massa costante. Si assume che la massa costante m_1 sia raggiunta quando due pesate, a 24 ore di distanza danno una differenza di massa inferiore allo 0,1 % del valore medio della massa del provino immerso. Prima di ogni pesata, asciugare la superficie esterna del provino in modo da rimuovere tutta l'acqua di superficie.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 48
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Si determina quindi la massa del provino secco m_2 essiccandolo in una stufa ventilata ad una temperatura di 105°C e lasciandolo raffreddare fino alla temperatura di 20°C. Si assume che la massa costante m_2 sia raggiunta quando due pesate, a 24 ore di distanza danno una differenza di massa inferiore allo 0,1 % del valore medio della massa del provino immerso.

L'assorbimento di acqua per immersione A_w , espresso in percentuale con due decimali, si ricava dall'espressione: $A_w = 100 \times (m_1 - m_2)/m_2$

Prova di resistenza del calcestruzzo

Generalità

Per la produzione del calcestruzzo, il produttore deve dotarsi di un "progetto calcestruzzo" relativo alle miscele di cui è previsto l'impiego; tale progetto dovrà essere correlativo ai requisiti di qualità richiesti per i tubi

Attrezzature e sistemazione di prova

Le attrezzature per le prove di schiacciamento dei provini sono costituite da macchina di prova per compressione, eventuale carotatrice per provini prelevati dalle pareti dei tubi, cubettiere cilindriche, tavolo vibrante normalizzato e vasca termostatica per provini cilindrici confezionati con calcestruzzo fresco.

Procedimenti di prova

Il produttore può scegliere se impiegare provini cilindrici ricavati dalla parete del tubo o provini cilindrici confezionati con calcestruzzo fresco.


In questo secondo caso, la metodologia per il loro confezionamento è la seguente: dovranno essere predisposti stampi cilindrici di diametro mm. 80 ed altezza mm. 170 entro i quali dovrà essere posto entro 30 minuti dallo scarico del miscelatore il calcestruzzo fresco fino a completo riempimento.

I cilindri saranno poi assoggettati a vibrazione su tavolo vibrante normalizzato per 30 sec. ed a compressione assiale con pistone pneumatico caricato a 4 kg/cmq di pressione effettiva sul calcestruzzo.

Si procederà poi alla stagionatura dei provini in vasca termostatica mantenuta ad una temperatura costante di 20°C per una settimana, e nell'ambiente di maturazione dei tubi per le restanti 3 settimane. Dopo di ciò saranno collocati sotto la pressa per la prova di schiacciamento che dovrà essere dotata di manometro con ago di trascinamento o con sistema di trascrizione per la lettura dei dati che dovranno essere conformi alla classe di appartenenza dichiarata.

1) Posa in opera

La posa in opera dovrà comunque avvenire secondo le prescrizioni previste in progetto, attenendosi, in ogni caso, alle disposizioni contenute nel manuale "TUBAZIONI IN CALCESTRUZZO – INDICAZIONI PER L'IMPIEGO" edito e distribuito da Assobeton – Milano - che si intende integralmente trascritto alle presenti prescrizioni.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 49
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

2.3.24. Tubazioni in vetroresina PRFV

Le tubazioni in PRFV saranno del tipo centrifugato. Esse devono essere prodotte in regime di Assicurazione di Qualità UNI-ISO 9001 e devono essere conformi alla norma UNI9032 (Classe D) e UNI 9033 e successive modifiche ed integrazioni. Devono rispondere anche alle norme europee del settore nonché ai più severi standard internazionali. La produzione standard del Produttore deve poter soddisfare la richiesta di curve e pezzi speciali delle tipologie più ricorrenti.

I giunti saranno di norma a manicotto con guarnizione a labbro multiplo resa solidale direttamente in fabbrica. Il materiale della guarnizione deve essere di tipo antinvecchiamento adatta per contatto con acqua marina. Tutti i pezzi speciali dovranno, almeno, essere della stessa classe di Pressione e Rigidezza delle tubazioni principali alle quali verranno collegati. Le tubazioni dovranno essere collegate tra di loro, come indicato nei disegni di progetto. La parete delle tubazioni sarà formata da più strati che dovranno costituire un unico elemento strutturale. In particolare:

Strato Protettivo Interno (Liner)

Questo strato, di straordinaria importanza ai fini della durata della tubazione, deve avere uno spessore complessivo non inferiore a 1,3 mm, non deve presentare zone con presenza di fibre, ed essere in grado di offrire la massima resistenza chimica ed all'abrasione, nei confronti del liquido convogliato. Questo strato, quando polimerizzato, deve essere privo di difetti come screpolature ed incrinature e non deve presentare cavità o bolle d'aria. Il valore di rugosità deve risultare $< 0,01$ mm. Il valore di abrasione risultante dal relativo test a 100.000 cicli, effettuato secondo le norme DIN 19565, deve risultare $< 0,5$ mm.

Strati Intermedi Ricchi Di Resina


Sia sotto al liner, sia al di sotto dello strato protettivo esterno, sarà presente uno strato con mat a fili tagliati o con equivalente quantità di fili (roving) tagliati e disposti meccanicamente. Lo spessore totale di questo strato non deve essere inferiore a 1 mm ed il suo contenuto in peso di rinforzo non deve essere maggiore del 40 % (percentuale di fibra di vetro nel laminato vetro + resina). Il fornitore dovrà certificare esaurientemente le caratteristiche chimiche e fisiche della resina adottata.

Strato Centrale

Questo strato, quando polimerizzato, deve essere privo di evidenti difetti di lavorazione. Come rinforzi si possono utilizzare fili (roving) continui o tagliati, od altri rinforzi . Questo strato può essere costituito, oltre che da laminati di vetro + resina, anche da stratificati contenenti inerti (sabbia, carbonati etc.) inseriti onde incrementare la rigidità della parete del tubo.

Strato Protettivo Esterno

Questo strato dello spessore minimo di 0.2 mm, rinforzato o non, deve essere ricco di resina e privo di fibre affioranti. Nel caso in cui tale spessore è superiore ad 1 mm il contenuto di resina non deve essere inferiore al 30%. Lo strato protettivo esterno dovrà impedire l'assorbimento degli eventuali lubrificanti impiegati durante la posa. Caratteristiche Tecniche Le tubazioni saranno verificate secondo le norme A.T.V. A 127, ed ipotizzando comunque una depressione massima di 0.5 bar anche se le condizioni di progetto non prevedono il funzionamento in depressione.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 50
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

2.3.25. Tubazioni e pezzi speciali in PEAD

Le tubazioni ed i pezzi speciali in PEAD dovranno essere prodotti esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO9002, e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.

Dovranno essere usate tubazioni del tipo PE 100 Sigma 80, prodotte conformemente al progetto di norma prEN 12201, ricavate per estrusione da polietilene vergine al 100% non rigenerato.

Dovranno essere comprovati, attraverso certificati di Enti o Laboratori accreditati a livello europeo, i valori di MRS (Minimum Required Strength), SCG (Slow Crack Growth) e RCP (Rapid Crack Propagation).

I controlli sul ritiro a caldo delle tubazioni dovranno essere eseguiti a norma UNI 7615; la determinazione del tempo di induzione all'ossidazione (O.I.T.) dovrà essere eseguita a norma EN 728; l'allungamento a rottura e la tensione di snervamento dovranno essere determinati in conformità alla norma EN 638; le prove a pressione dovranno essere eseguite secondo le norme EN 921 e ISO 1187.

I raccordi e pezzi speciali per le tubazioni in PEAD devono rispondere alle stesse caratteristiche chimico-fisiche dei tubi. Tali raccordi dovranno essere prodotti per stampaggio o, nel caso non siano reperibili sul mercato, ricavati direttamente da tubo diritto mediante tagli, sagomature ed operazioni a caldo. In ogni caso tali operazioni devono essere eseguite in officina dal personale specializzato e con idonea attrezzatura, tale da garantire l'uniformità produttiva.

Dovranno rispondere alle norme UNI 7612, UNI 7613 e UNI 8849. Per figure o dimensioni non previste dalle norme succitate si possono usare raccordi e pezzi speciali di altri materiali purché siano idonei allo scopo.


2.3.26. Tubazioni in PE.A.D. microfessurate

Le tubazioni in polietilene ad alta densità microfessurate, adottati sia per la realizzazione di pozzi di emungimento che per i pozzi spia, saranno prodotte da azienda in possesso della certificazione aziendale UNI EN ISO 9001:2000, avente superficie liscia, colore nero, e con stampato la marcatura in dicante la ditta produttrice e/o il nome commerciale, il diametro esterno, il tipo, la data, la linea ed il turno di produzione.

La barre di lunghezza 6/12 ml., dovranno avere i requisiti dimensionali (diametri, spessori e tolleranze) previsti dalla norma UNI EN 12201; le fessure drenanti saranno realizzate perpendicolarmente all'asse del tubo alternandole tra loro in modo da ridurre la conseguente perdita di resistenza allo schiacciamento; la larghezza delle fessure sarà pari a 4÷8 mm e l'interasse verrà stabilito in modo che la superficie fessurata sia compresa tra il 3÷7% di quella del tubo.

La parte fessurata della tubazione sarà bene avvolta da rete idraulica con funzione di filtro.

Le giunzioni fra le barre ed i pezzi speciali dovranno avvenire a mezzo di saldatura di testa per polifusione (eseguite secondo norma UNI 10967 da personale tecnico qualificato secondo norma UNI9737 e munito di relativo patentino di qualifica, utilizzando macchinari rispondenti alla norma UNI10565) oppure con adeguati manicotti di giunzione.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 51
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

3. NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

ATTIVITA' GENERALI

Per norma generale, nell'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà attenersi alle migliori regole d'arte nonché alle prescrizioni che qui di seguito vengono date per le principali categorie di lavori. Per tutte le categorie di lavori per le quali non si trovino, nel presente Capitolato, prescritte speciali norme, l'Appaltatore dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica attenendosi agli ordini che verranno impartiti dalla Direzione Lavori all'atto esecutivo.

3.1. Approvazioni da parte della Direzione Lavori

L'Appaltatore deve redigere, acquisire e/o raccogliere la documentazione relativa alla fornitura, fabbricazione e installazione delle opere in oggetto secondo quanto richiesto dal presente capitolato e deve sottoporla per approvazione alla Direzione Lavori. I documenti saranno consegnati con congruo anticipo rispetto alla data prevista per l'inizio delle lavorazioni, al fine di consentire l'approvazione da parte della Direzione Lavori, senza causare ritardi ai tempi di cantiere previsti. I documenti dovranno dare evidenza delle interfacce fra le diverse lavorazioni e del rispetto delle fasi e delle modalità di messa in opera descritte nel capitolato, negli elaborati grafici e nella relazione tecnica del presente progetto. E' data facoltà all'Appaltatore di proporre modifiche alle suddette fasi o modalità di messa in opera, purché tali modifiche siano motivate e descritte nella documentazione scritta richiesta; l'implementazione di tali modifiche è subordinata all'approvazione della documentazione da parte della Direzione Lavori.


3.2. Ingegneria di costruzione

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore dovrà elaborare i disegni costruttivi e le procedure e metodologie esecutive dell'opera e ottenere per essi l'approvazione della Direzione Lavori. I disegni dovranno illustrare:

- dettagli costruttivi;
- accorgimenti necessari per la realizzazione dell'opera (inclusi quelli temporanei di movimentazione, costruzione e montaggio);
- schemi di movimentazione;
- schemi di posizionamento e montaggio;
- tolleranze di costruzione e montaggio/installazione;
- schemi e sequenze costruttive;

Le procedure e metodologie costruttive dovranno indicare mezzi e modalità di costruzione e installazione, incluse le verifiche relative alle fasi costruttive, i provvedimenti per assicurare il corretto allineamento dei componenti e i relativi controlli e ispezioni, sulla base delle attrezzature e delle sequenze che l'Appaltatore intende adottare.

L'Appaltatore sarà responsabile della correzione di eventuali errori, incongruenze e/o omissioni sui documenti di costruzione. L'approvazione dei disegni di costruzione da parte della Direzione Lavori ha il solo scopo di verificare che la metodologia generale e di dettaglio di costruzione sia adeguata ed assicuri, prevedibilmente, risultati soddisfacenti, mentre l'Appaltatore rimane responsabile del lavoro e della sua esecuzione.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 52
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

AVVIO DEL CAN TIERE

3.3. Tracciamenti

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'Appaltatore è obbligata ad eseguire la picchettatura completa del lavoro, intendendosi che essa riceverà in consegna dalla Direzione Lavori i capisaldi altimetrici e i vertici principali; l'Appaltatore procederà poi, in contraddittorio con la D.L. al rilievo di prima pianta del profilo e delle sezioni trasversali. Qualora dal tracciamento risultassero scavi o rilevati in quantità eccedenti le previsioni di progetto, l'Appaltatore dovrà dare avviso alla Direzione Lavori perché siano introdotte tempestivamente le necessarie modifiche e non si abbiano poi eccedenze che potranno non essere contabilizzate, e che comunque non saranno, se non denunciate, considerate agli effetti dell'applicazione dell'art. 13 del Capitolato Generale dello Stato per quanto riguarda variazioni.

A suo tempo l'Appaltatore dovrà pure stabilire, nelle tratte che indicherà la Direzione Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate dei rilevati e quelle degli sterri (quando queste ultime risultino determinate in base alle pendenze che verranno stabilite secondo la natura del terreno) curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante la esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento di queste ultime secondo i piani che gli verranno consegnati, con l'obbligo della conservazione dei picchetti ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

Per quanto riguarda i capisaldi di livellazione l'Appaltatore dovrà far riferimento a quelli posti in sito, a suo tempo, dall'Ente Appaltante e riportati nell'apposita monografia.

3.4. Modalità e fasi esecutive generali dell'intervento


Le opere devono essere realizzate con accorgimenti atti a garantire la rispondenza ai requisiti tecnici, funzionali e di durabilità delle opere in accordo con i criteri di progetto illustrati nella Relazione Tecnica e nelle prescrizioni di Capitolato.

L'Appaltatore dovrà adottare le metodologie esecutive che più si prestino ad ottenere i requisiti sopra indicati, tenendo conto:

- della natura dei terreni nel tratto di opera da eseguire;
- delle condizioni climatiche all'atto dell'esecuzione;
- della necessità di ridurre al minimo il rischio di danno alle opere in corso di esecuzione;
- di garantire la sicurezza del personale;
- di garantire l'esecuzione secondo i tempi contrattuali.

A tal fine l'Appaltatore dovrà raccogliere tutte le informazioni che giudicherà necessarie in aggiunta a quelle già incluse nei documenti del progetto esecutivo.


Entro 15 giorni dalla Consegna dei lavori l'Appaltatore dovrà sottomettere alla Direzione Lavori per approvazione un rapporto concernente le modalità e i tempi di esecuzione delle lavorazioni e le attività generali di seguito elencate.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 53
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

La documentazione sottoposta per approvazione alla Direzione dei Lavori, prevista nei successivi articoli di capitolato, dovrà essere consegnata con congruo anticipo rispetto all'avvio delle forniture o delle lavorazioni interessate.

3.5. Organizzazione del Cantiere

L'Appaltatore dovrà presentare l'Organigramma di Cantiere con l'indicazione del Direttore di Cantiere e dei Capi Settore.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 54
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

MOVIMENTI TERRA

3.6. Scavi di sbancamento

Sono così denominati tutti gli scavi occorrenti per l'impianto di opere d'arte, per la bonifica dei piani di posa, ecc., portati a finitura secondo i disegni di progetto e gli ordini della Direzione Lavori.

L'Appaltatore sarà obbligato a provvedere a suo carico e spesa alla rimozione delle materie frante e nei casi di inadempienza dovrà attenersi alle disposizioni all'uopo impartite.

L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi possibilmente completi. Inoltre dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e comunque mantenere efficiente a sua cura e spese il deflusso delle acque, anche, se occorre, con canali fuggatori.

Si provvederà anzitutto al taglio delle piante, alla estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. ed al loro trasporto fuori della sede del lavoro ed all'eventuale consegna ad enti o persone designate dalla Direzione Lavori.

Si procederà quindi alla escavazione ed eventuale raccolta del terreno coltivo su aree da provvedersi a cura e spese dell'Appaltatore in prossimità dei lavori.

Si potrà quindi procedere alla escavazione totale secondo le sagome prescritte dal progetto. Tali sagome potranno essere modificate ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori in funzione della natura dei terreni attraversati.

Lo scavo potrà essere eseguito anche in presenza d'acqua previa autorizzazione della D.L.


Sarà considerato come scavo di sbancamento normale anche la demolizione di massicciate stradali e di murature a secco, nei quali casi l'Appaltatore ha l'obbligo, senza con ciò aver diritto a compenso alcuno, della cernita ed accatastamento dei materiali riutilizzabili per i lavori di cui trattasi su aree da provvedersi a sua cura e spese.

I materiali provenienti dagli scavi, esuberanti quantitativamente o non idonei per la formazione di rilevati arginali o stradali, se non riutilizzabili nell'ambito del cantiere, dovranno essere portati a rifiuto a discarica autorizzata o su aree predisposte a cura e spese dell'Appaltatore, il quale avrà l'onere di ottenere le necessarie autorizzazioni da parte degli Enti competenti.

Tutti quei materiali che, ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori, possono essere riutilizzati nell'ambito del cantiere, dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, nelle zone di reimpiego. Gli eventuali oneri per il trasporto ed il conferimento a discarica, qualora non diversamente specificato in E.P., sono compresi e compensati nelle voci di elenco prezzi relative allo scavo.

3.7. Riporti

I materiali per la formazione di rilevati dovranno essere quelli previsti dal progetto ed accettati dalla Direzione Lavori; l'appaltatore dovrà quindi con adeguato anticipo comunicare sia la provenienza che le caratteristiche dei materiali che intende usare, per le necessarie verifiche.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 55
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

3.8. Piano di posa del rilevato stradale e preparazione della fondazione stradale in trincea

Prima di dare inizio ai lavori contemplati nel presente articolo, l'Appaltatore farà eseguire le seguenti verifiche sul terreno sottostante il piano di posa dei rilevati e su quello di fondazione stradale in trincea:

- classifica secondo la tabella CNR-UNI 10006;
- determinazione del rapporto fra la densità in sito e la densità massima AASHO mod. od equivalente CNR 69 - 1978.

Ed inoltre, quando la Direzione Lavori lo ritenga necessario:

- rilievo dell'altezza massima delle acque sotterranee.

Inoltre, secondo le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione Lavori, se i terreni di supporto sono di natura limo - argillosa o torbosa dovranno essere eseguite le prove che saranno indicate dalla Direzione Lavori stessa.

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

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


3.8.1. Formazione dei piani di posa dei rilevati

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione Lavori in relazione alle pendenze dei siti d'impianto.

I piani suddetti saranno stabiliti di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna e saranno ottenuti praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

Quando alla suddetta quota si rinvergono terreni appartenenti ai gruppi A1, A2, A3 (classifica CNR - UNI 10006) la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm 30, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna appartengono ai gruppi A4, A5, A6, A7 (classifica CNR - UNI 10006/1963), la Direzione Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi per sostituire i materiali in loco con materiale per la formazione dei rilevati appartenente ai gruppi A1 e A3.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 56
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata.

La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate se ordinato dalla Direzione Lavori mediante ordine di servizio.

E' categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costituzione dei rilevati.

Circa i mezzi costipanti e l'uso di essi si fa riferimento a quanto specificato nei riguardi del costipamento dei rilevati.

Per terreni di natura torbosa o comunque ogni qualvolta la Direzione Lavori non ritenga le precedenti lavorazioni atte a costituire un idoneo piano di posa per i rilevati, la Direzione stessa ordinerà tutti quegli interventi che a suo giudizio saranno ritenuti adatti allo scopo, i quali saranno eseguiti dall'Appaltatore a misura in base ai prezzi di elenco.

Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione dei piani di posa dei rilevati su terreni naturali.

In caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla gradonatura di esse mediante la formazione di gradoni di altezza non inferiore a cm 50, previa rimozione della cotica erbosa che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate in quanto ordinato dalla Direzione Lavori con ordine di servizio, portando il sovrappiù a discarica a cura e spese dell'Appaltatore.

Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato, se idoneo, o portato a rifiuto, se inutilizzabile.


Si procederà quindi al riempimento dei gradoni con il predetto materiale scavato ed accantonato, se idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali dei rilevati con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione.

Comunque la Direzione Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressibilità ME determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317). Il valore di ME (I) misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo di carico compreso fra 0.05 e 0.15 N/mm², non dovrà essere inferiore a 15 N/mm².

$$M_E = f_0 \cdot \frac{\Delta_p}{\Delta_s} \cdot D \text{ N/mm}^2$$

Dove:

- f_0 fattore di forma della ripartizione del costipamento; per le piastre circolari = 1;
- p differenza tra i pesi riferiti ai singoli intervalli di carico in N/mm²;
- D diametro della piastra in mm;
- S differenza dello spostamento in mm della piastra di carico, circolare, rigida, corrispondente a p ;
- p peso riferito al carico trasmesso al suolo dalla piastra in N/mm².

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 57
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

3.8.2. Formazione dei piani di posa delle fondazioni stradali in trincea

Anche nei tratti in trincea, dopo aver effettuato lo scavo del cassonetto si dovrà provvedere alla preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale, che verrà eseguita, a seconda della natura del terreno, in base alle seguenti lavorazioni:

- quando il terreno appartiene ai gruppi A1, A2, A3 (classifica CNR-UNI 10006) si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 95% della densità di riferimento, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto;
- quando il terreno appartiene ai gruppi A4, A5, A6, A7, A8 (classifica CNR - UNI 10006) la Direzione Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilita secondo i casi, mediante apposito ordine di servizio dalla Direzione Lavori.

Per la preparazione del piano di posa si dovrà raggiungere una densità secca almeno del 95% di quella di riferimento per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto.

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà controllato dalla Direzione Lavori mediante la misurazione del modulo di compressibilità ME il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore a 50 N/mm².


3.9. **Rilevati e rinterri a tergo dei manufatti**

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto.

Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria appartenenti ad uno dei gruppi A1, A2, A3 della classifica CNR - UNI 10006/1963, con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a m 2,0 costipato, dovrà essere costituito da terre dei gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 se reperibili negli scavi; altrimenti deciderà la Direzione Lavori se ordinare l'esecuzione di tale ultimo strato con materiale di altri gruppi provenienti dagli scavi o con materie dei predetti gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 da prelevare in cava di prestito. Per quanto riguarda le materie del gruppo A4 provenienti dagli scavi, la Direzione Lavori prima dell'impiego potrà ordinarne l'eventuale correzione.

Per i materiali di scavo provenienti da tagli in roccia da portare in rilevato, se di natura ritenuta idonea dalla Direzione Lavori, dovrà provvedersi mediante riduzione ad elementi di pezzatura massima non superiore a cm 20. Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati per la formazione dello strato superiore del rilevato per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di posa della fondazione stradale.

Per quanto riguarda il materiale proveniente da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A4, A5, A6, A7 si esaminerà di volta in volta l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione. I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione Lavori solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 58
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Le materie provenienti dagli scavi che risultassero esuberanti e non idonee per la formazione dei rilevati o riempimenti dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto. L'idoneità o non idoneità sarà decisa esclusivamente dalla D.L.

Fintanto che non siano state esaurite per la formazione dei rilevati tutte le disponibilità dei materiali idonei provenienti dagli scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria, le eventuali cave di prestito che l'Appaltatore volesse aprire, ad esempio per economia di trasporti, saranno a suo totale carico. L'Appaltatore non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione di rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi di trincea, opere d'arte ed annessi stradali, qualora, pure essendoci disponibilità ed idoneità di queste materie scavate, essa ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, di ricorrere, in tutto o in parte, a cave di prestito.

Qualora una volta esauriti i materiali provenienti dagli scavi ritenuti idonei in base a quanto sopra detto, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Appaltatore potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione Lavori.


E' fatto obbligo all'Appaltatore di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali costituenti i rilevati, alla Direzione Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali presso Laboratorio ufficiale a spese dell'Appaltatore. Solo dopo che vi sarà l'assenso della Direzione Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Appaltatore è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato. L'accettazione della cava da parte della Direzione Lavori non esime l'Appaltatore dall'assoggettarsi in ogni periodo di tempo all'esame delle materie che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione e pertanto, ove la cava in seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione, essa non potrà più essere coltivata.

Per quanto riguarda le cave di prestito l'Appaltatore, dopo aver ottenuto la necessaria autorizzazione da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio, è tenuta a corrispondere le relative indennità ai proprietari di tali cave e a provvedere a proprie spese al sicuro e facile deflusso delle acque che si raccogliessero nelle cave stesse, evitando nocivi ristagni e danni alle proprietà circostanti e sistemando convenientemente le relative scarpate, in osservanza anche di quanto è prescritto dall'art. 202 del T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n. 1265 e dalle successive modifiche; dal T.U. delle leggi sulla bonifica dei terreni paludosi 30 dicembre 1923, n. 3267, successivamente assorbito dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale approvato con R.D. 13 febbraio 1933, n. 215 e successive modifiche.

Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm 50.

Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata non inferiore al 90% negli strati inferiori ed al 95% in quello superiore (ultimi 30 cm). Inoltre per tale ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di compressibilità ME definito dalle Norme Svizzere (SNV 670317), il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore a 50 N/mm².

Ogni strato sarà costipato alla densità sopra specificata procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido, oppure al suo innaffiamento, se troppo secco, in modo da conse-

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 59
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

guire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro.

L'Appaltatore non potrà poi procedere alla stesa degli strati successivi senza la preventiva approvazione della Direzione Lavori.

Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita così da evitare ristagni d'acqua e danneggiamenti. Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Appaltatore ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, un genere di energia costipante tale da assicurare il raggiungimento della densità prescritta e prevista per ogni singola categoria di lavoro. Pur lasciando libera la scelta del mezzo di costipamento da usare, si prescrive per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi A1, A2, A3 un costipamento a carico dinamico-sinusoidale e per terreni di rilevati riportabili ai gruppi A4, A5, A6, A7 un costipamento mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati.

In particolare, in corrispondenza di opere murarie quali muri di sostegno, vasche, pozzetti, ecc. che di norma saranno costruiti prima della formazione dei rilevati, i materiali del rilevato/rinterro stesso in vicinanza delle predette opere dovranno essere del tipo A1, A2, A3, e costipati con energia dinamica di impatto.

La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante in ragione di 25 - 50 Kg per m³ di materiale compattato.


Il materiale dei rilevati potrà essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche siano tali, a giudizio della Direzione Lavori, da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro.

L'inclinazione da dare alle scarpate sarà quella di cui alle sezioni allegate al progetto.

Le scarpate dei rilevati saranno rivestite con materiale ricco di humus dello spessore minimo di cm 30 proveniente dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi, e il rivestimento dovrà essere eseguito a cordoli orizzontali da ancorarsi alle scarpate stesse onde evitare possibili superfici di scorrimento e da costiparsi con mezzi idonei in modo da assicurare una superficie regolare. Inoltre le scarpate saranno perfettamente configurate e regolarizzate procedendo altresì alla perfetta profilatura dei cigli.

Tali lavorazioni saranno compensate con i relativi prezzi di elenco se le medesime non sono già comprese e compensate con altre voci del medesimo elenco.

Se nei rilevati avvenissero dei cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire a tutte sue spese i lavori di ricarico, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura stradale.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 60
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

3.10. Formazione di rilevati arginali

3.10.1. Generalità

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

3.10.2. Caratteristiche dei materiali

Con riferimento alla classificazione contenuta nelle norme CNR UNI 10006, le terre preferibilmente da utilizzare saranno di tipo argilloso e limoso (classi A-4, A-6, A-7-5), con contenuto minimo di sabbia pari al 15% e con indice di plasticità inferiore a 25.

In casi di accertata impossibilità di ottenere una classe di rilevato superiore a quella con classifica A-3 è facoltà dell'Ufficio di Direzione Lavori di accettare il materiale posto in opera, prescrivendo uno spessore non inferiore a 40 cm. di terreno vegetale sul paramento a fiume del rilevato. 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.

3.10.3. 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 immersione 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.

Sempre ai disegni di progetto si dovrà fare riferimento per le caratteristiche dimensionali e dei materiali da utilizzare per la realizzazione della pista di servizio o della strada sulla testa arginale.

3.10.4. Prove di accettazione e controllo

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

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

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 61
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

modo il limite liquido e l'indice di plasticità), l'indice di gruppo. Saranno poi eseguite le prove necessarie per la determinazione della resistenza al taglio e dell'optimum Proctor.

Qualora richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori l'Appaltatore 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 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'Appaltatore 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'Appaltatore 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 dell'Appaltatore.

L'Appaltatore 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'Appaltatore 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.

3.11. Fondazione e pavimentazione stradali

3.11.1. Premesse

A maggior comprensione di quanto sarà esposto in seguito si precisa che:

- la fondazione stradale è quella parte che sta a diretto contatto con la pavimentazione e che ne costituisce la base di appoggio, distribuendone i carichi trasmessi in modo tale da non superare la capacità portante del sottofondo;
- per sottofondazione stradale si intende lo strato di materiale arido su cui poggia la fondazione stradale, realizzato comunque sia per strade in trincea sia per strade in rilevato, secondo le indicazioni e prescrizioni del presente Capitolato o, quando deficitarie, dei Capitolati ANAS;
- la pavimentazione è la parte del corpo stradale a diretto contatto con il traffico: deve essere resistente all'usura, impermeabile, non sdruciolevole e presentare un basso coeffi-

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 62
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

ciente di resistenza al rotolamento. Essa sarà in conglomerato bituminoso costituita da alcuni o tutti i seguenti strati:

- strato di base
- strato di collegamento (binder)
- strato di usura.

3.11.2. Strato di materiali filtranti

La sovrastruttura stradale dovrà essere di massima posta su piani di posa che assicurino la protezione della sovrastruttura stessa da infiltrazioni e contaminazioni di materiali fini quali limi ed argille e che interrompa inoltre le risalite capillari specie in zone soggette a gelo.

Su richiesta scritta della D.L. dovrà essere pertanto provveduto alla stesa di uno strato di sabbia filtrante a granulometria uniforme avente il passante totale in peso così stabilito:

Crivelli e setacci		Miscela
UNI	mm	passante totale in peso
Crivello	5	100%
Setaccio	2	75÷100%
Setaccio	0,4	20÷45%
Setaccio	0,075	0÷5%


L'onere per la posa di tale materasso nonché la profilatura, l'assetto e la rullatura del piano di posa secondo le pendenze della pavimentazione viene compreso nel prezzo dello strato filtro relativo.

Nel caso in cui la D.L. ritenga invece di appoggiare la fondazione stradale su filtri artificiali, questi potranno essere acquistati direttamente dall'Amministrazione e l'Appaltatore potrà essere chiamata a pagarli su anticipazione anche oltre il 5% dell'importo di contratto.

Il trasporto e la posa in opera di tali filtri artificiali verrà eseguito dall'Appaltatore stessa restando esplicitamente l'onere relativo compreso tra quelli generali del contratto ed entro quelli particolari del prezzo della fondazione stradale.

La posa del materiale artificiale costituito da rotoli di qualunque dimensione verrà effettuata in conformità alle disposizioni della D.L.. Nel caso in cui la Direzione Lavori ritenga opportuno riutilizzare per l'esecuzione delle fondazioni stradali il materiale di demolizione della pavimentazione già esistente, tale materiale demolito e triturato verrà ridisteso o direttamente sul fondo dello scavo o sullo strato-filtro precedentemente creato e ciò a mezzo di macchine livellatrici che consentano la profilatura del materiale stesso.

Il materiale verrà quindi rullato a fondo con rulli lisci o gommati di peso non inferiore a 8 t fino a completa compattazione ed assicurando eventualmente a mezzo scarifiche la profilatura della superficie dello strato di fondazione così realizzato.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 63
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

3.11.3. Sottofondazione stradale (tout-venant)

Sarà costituita da materiale proveniente dagli scavi o da cava di prestito (tout-venant) ed appartenente esclusivamente ai gruppi A1 e A3 e ai sottogruppi A2-4 e A2-5 della classificazione CNR UNI 10006 (AASHO M 145-49);

3.11.4. Fondazione stradale in misto granulare stabilizzato con legante naturale

E' una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.


Lo spessore da assegnare alla fondazione è fissato dai disegni esecutivi o di volta in volta dalla Direzione Lavori, salvo disposizioni diverse, scritte, dalla Direzione Lavori, la stesa avverrà in strati successivi.

a) Caratteristiche del materiale da impiegare

1. sarà privo di elementi aventi dimensioni superiori a 71 mm oppure a forma appiattita, allungata o lenticolare;
2. curva granulometrica compresa nel seguente fuso, avente andamento continuo ed uniforme, concorde a quello delle curve limiti:

Crivelli e setacci UNI	mm	Miscela passante totale in peso
Crivello	71	100
"	40	75÷100
"	25	60÷87
"	10	35÷67
"	5	25÷55
Setaccio	2	15÷40
"	0,4	7÷22
"	0,075	2÷10

3. rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore od uguale a 2/3;
4. percentuale di usura, determinata con la prova di Los Angeles, non superiore al 50% (prova CNR B.U. 34-1973);
5. coefficiente di frantumazione dell'aggregato (secondo CNR fascicolo IV/1953) non superiore a 200;
6. equivalente in sabbia (prova AASHO T 176/56, eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento) misurato sulla frazione passante al crivello 5, compreso fra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione della provenienza e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori potrà richiedere la verifica dell'indice di plasticità; se i materiali sono da impiegare in corrispondenza di una trincea, essi dovranno risultare non plastici, se sono da impiegare su rilevati, essi dovranno avere un IP inferiore a 3 con limite di liquidità non superiore al 25%;

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 64
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

7. indice di portanza CBR (norma ASTM D 1883-61 T oppure CNR-UNI 10009), dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguita sulla frazione passante al setaccio da 3/4) non minore di 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di umidità di costipamento non inferiore al 4%.

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 n. 1, 2, 4 e 5.

b) Modalità esecutive

La superficie di posa della fondazione dovrà avere le quote, la sagoma e la compattazione prescritta ed essere ripulita da materiali estranei.

Il materiale, già miscelato o no, secondo il procedimento di lavorazione, sarà steso in uno o più strati di spessore uniforme finito compreso tra 10 e 30 cm, il cui numero sarà fissato dalla Direzione Lavori in relazione al tipo di attrezzatura miscelante e costipante impiegata.

L'aggiunta di acqua è da effettuarsi a mezzo di dispositivi spruzzatori, sino a raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità.

La Direzione Lavori ha la facoltà di sospendere le operazioni, quando a suo esclusivo giudizio, le condizioni ambientali, (pioggia, neve, ecc.) possono in qualche modo danneggiare la buona riuscita del lavoro.

Qualora per eccesso di umidità, danni dovuti al gelo o per qualsiasi altro motivo il materiale messo in opera non risultasse conforme alle prescrizioni, lo strato o gli strati compromessi dovranno essere rimossi, corretti od eventualmente sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore.

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

Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato, che dovrà comunque essere preventivamente approvata dalla Direzione Lavori.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata. Il valore del modulo di deformazione Md (da eseguire in sito), non dovrà essere inferiore a 700 kg/cmq nell'intervallo compreso fra 2,5 e 3,5 kg/cmq.

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 disposto secondo due direzioni ortogonali.

3.11.5. Sovrastruttura in conglomerato bituminoso


A) *Requisiti generali*

La sovrastruttura in conglomerato bituminoso è generalmente composta da alcuni o tutti i seguenti strati: strato di base, strato di collegamento (binder), strato di usura.

B) *Strato di base*

1) Studi preliminari

Le caratteristiche dovranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Appaltatore avrà cura di presentare a tempo opportuno.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 65
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Contemporaneamente l'Appaltatore 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.

I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il co-stipamento.

2) Descrizione

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di ghiaia (pietrisco), sabbia e additivo (passante al setaccio 0,075%), impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati e stesa in opera mediante macchine vibrofinitrice. Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto salvo diverse indicazioni della D.L.

3) Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di inerti, per il controllo dei requisiti qui indicati, verrà effettuato secondo le norme CNR cap. II del fascicolo IV/1953.

Saranno impiegati: ghiaie, frantumati, sabbia ed additivi aventi i seguenti requisiti:

- l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 40 mm, non presentare forma appiattita, allungata o lenticolare o comunque contenente elementi scistosi;
- la granulometria deve essere compresa in un fuso adeguato con andamento continuo ed uniforme, come da tabella indicata dalla D.L.;
- categoria non inferiore alla IV° del CNR (fasc. IV/1953);
- la perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme CNR B.U. 34/1973 deve essere inferiore al 30%;
- l'equivalente in sabbia deve essere maggiore di 50 (prova CNR B.U. 27/1972 eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).
- L'Appaltatore in base a prove di laboratorio potrà proporre alla D.L. la composizione da adottare; ottenutane l'approvazione dovrà essere assicurata la osservanza della granulometria.


4) Legante

Come leganti sono da usarsi bitumi rispondenti alle norme CNR fascicolo 2/1951. Salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori si adotterà bitume 60-70; 80-100; 100-120, con indice di penetrazione compreso tra -2 e +1.

La percentuale di legante riferita al peso degli inerti dovrà essere compresa tra 3,5% e 6% e dovrà essere comunque la minima che consenta il raggiungimento del valore massimo di stabilità Marshall e compattezza citati nei paragrafi seguenti.

5) Miscela

La composizione adottata non dovrà consentire deformazioni permanenti nello strato, sotto carichi statici o dinamici, nemmeno alle alte temperature estive; mentre dovrà dimostrarsi sufficientemente flessibile per poter seguire, sotto gli stessi carichi, qualunque eventuale assestamento del sottofondo, anche a lunga scadenza.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 66
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Pertanto la miscela dovrà possedere in sede di confezionamento una stabilità non inferiore a 600 kg ed uno scorrimento compreso fra 1 e 4 mm determinati secondo la prova Marshall a 60° (prova CNR B.U. 30-1973) con costipamento di 50 colpi per faccia.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall deve essere compresa fra 4 e 9%. Qualora non venga- no effettuate prove di laboratorio in sede di confezione ed ogni qualvolta la D.L. lo riterrà opportuno, verranno prelevati campioni dalle partite in corso di stesa in misura, comunque, non inferiore ad una volta al giorno.

Tali campioni verranno inviati ai laboratori designati dalla D.L. che provvederanno al confezionamento ed ai controlli dei provini previo riscaldamento del materiale. Si intende che in tale caso la resistenza Marshall dovrà essere non inferiore a kg 500 con gli stessi valori di scorrimento e vuoti.

6) Preparazione

Il conglomerato verrà confezionato a caldo in apposite centrali di potenzialità adeguata e tali da assicurare il perfetto essiccamento degli aggregati e di tipo tale da assicurare l'accurato dosaggio del bitume.

La temperatura degli aggregati e del legante, all'atto del mescolamento, dovrà essere compresa tra 140° e 160°.

7) Posa in opera

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma e compattezza indicati nell'articolo relativo alla fondazione stradale in misto granulare.

La stesa del conglomerato non andrà effettuata allorquando le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause, dovranno essere rimossi o sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore.


La stesa dovrà essere effettuata mediante macchina vibrofinitrice, a temperatura non inferiore a 130°, in strati finiti di spessore non inferiore a 5 cm e non superiore a 10 cm.

Procedendosi alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano d'attacco mediante spargimento di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 kg/mq.

In corrispondenza dei giunti di ripresa di lavoro e dei giunti longitudinali tra due strisce adiacenti, si procederà alla spalmatura con legante bituminoso allo scopo di assicurare impermeabilità ed adesione alle superfici di contatto. La sovrapposizione degli strati dovrà essere eseguita in modo che i giunti longitudinali suddetti risultino sfalsati di almeno 30 cm anche nei riguardi degli strati sovrastanti.

La rullatura dovrà essere eseguita in due tempi: in un primo tempo, quando la temperatura è ancora elevata, mediante rulli a tandem leggeri a rapida inversione di marcia, in un secondo tempo, immediatamente successivo al primo, mediante rulli compressori pesanti, ovvero con rulli gommati tutti di peso idoneo ad assicurare il raggiungimento della densità prescritta.

A costipamento ultimato, prima della stesa dei successivi strati di pavimentazione, il peso di volume del conglomerato non dovrà essere inferiore al 98% del peso del volume del

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 67
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

provino Marshall costipato in laboratorio col contenuto ottimo di bitume. Parimenti dovranno essere prelevati in opera campioni di conglomerato mediante carotatura nella quantità indicata dalla D.L.

La percentuale dei vuoti residui nei campioni di conglomerato prelevati in opera dopo costipamento, non dovrà superare il 9 %.

C) Strati di collegamento (binder) e di usura (tappeto)

1) Descrizione

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del CNR fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice.

Strato di collegamento (binder)
(percentuali in peso degli aggregati passanti ai rispettivi vagli)


Aggregato grosso			
1"3/4	(mm 44,45)	100%	100%
1"1/2	(mm 38,1)	100%	85%
1"	(mm 25,4)	85%	60%
3/8"	(mm 9,5)	60%	35%
4 ASTM	(mm 4,76)	45%	25%

Aggregato fine			
10 ASTM	(mm 2)	35%	15%
40 ASTM	(mm 0,42)	23%	8%
60 ASTM	(mm 0,25)	20%	5%
200 ASTM	(mm 0,074)	8%	1%

Manto di usura
(percentuale in peso degli aggregati passanti ai rispettivi vagli)

Aggregato grosso			
3/8"	(mm 9,52)	100%	100%
1/4"	(mm 6,36)	100%	82%
4 ASTM	(mm 4,76)	85%	70%

Aggregato fine			
10 ASTM	(mm 2)	65%	45%
40 ASTM	(mm 0,42)	35%	21%
80 ASTM	(mm 0,177)	20%	12%
200 ASTM	(mm 0,074)	9%	7%

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 68
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

2) Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme del CNR, Capitolo II del fascicolo IV/1953.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

- la granulometria dovrà essere compresa in un fuso adeguato avente andamento continuo ed uniforme, come da tabella allegata indicata dalla D.L.;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme CNR B.U. 1973, inferiore a 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0.80;
- coefficiente di imbibizione, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0.015;
- materiale non idrofilo, (CNR, fascicolo IV/10539).

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento e di usura in periodi umidi ed invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.


L'aggregato fine sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art. 5 delle Norme del CNR predetto ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova CNR B.U. 27- 1972, non inferiore al 55% (strato di collegamento) ed al 60% (usura);
- materiale non idrofilo (CNR Fascicolo IV/1953).

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n° 30 e per almeno il 65% al setaccio n° 200 ASTM. L'Appaltatore, in base a prove di Laboratorio ed a campionatura, proporrà alla D.L. la composizione da adottare, ottenutane l'approvazione dovrà essere assicurata l'osservanza della granulometria. Legante. Il bitume sarà preferibilmente di penetrazione non superiore a 80-100 con un indice di penetrazione compreso fra -0,7 e +0,7 salvo diverso avviso della Direzione Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali.

Il bitume dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione di bitumi" del CNR fascicolo II/1951 alle quali si rimanda anche per la preparazione dei campioni da sottoporre a prove.

Miscela. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento e di usura dovrà avere una composizione granulometrica idonea ad ottenere le caratteristiche di seguito precisate.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 69
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

La dimensione massima degli inerti sarà determinata dalla D.L. in funzione degli spessori da realizzare.

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,8% ed il 6% per lo strato di collegamento e tra il

5,5% ed il 6,7% per lo strato di usura. Esso dovrà essere il minimo per consentire il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla risagomatura, congruagli ed alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:


- a) la stabilità Marshall eseguita, in sede di confezione a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 700 kg (collegamento) e 800 kg (usura). I valori dello scorrimento, sempre alla prova Marshall corrispondente alle condizioni di impiego prescelte, devono essere compresi tra 2 e 4 mm. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compreso tra 3 ed 8%. Qualora non vengano effettuate prove di laboratorio in sede di confezione, ed ogni qualvolta la Direzione Lavori lo riterrà opportuno, verranno prelevati campioni di conglomerato dalle parti in corso di stesa in misura comunque non inferiori ad una volta al giorno. Tali campioni verranno quindi inviati ai laboratori che provvederanno al confezionamento ed ai controlli dei provini previo riscaldamento del materiale. Si intende che in tal caso la resistenza dovrà non essere inferiore a kg 550 con gli stessi valori di scorrimento e vuoti (collegamento) e kg 650 (usura);
 - b) elevata resistenza all'usura superficiale;
 - c) sufficiente ruvidezza della superficie, tale da non renderla scivolosa;
 - d) il volume dei vuoti residui a cilindratura finita dovrà essere compreso tra 4% e 10%.
- 3) Controllo dei requisiti di accettazione

L'Appaltatore ha l'obbligo di fare eseguire, presso un laboratorio designato dalla Direzione Lavori, prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

- 4) Formazione e confezione degli impasti

Gli impasti saranno eseguiti a mezzo di impianti fissi approvati dalla D.L.. In particolare essi dovranno essere di potenzialità adeguata e capaci di assicurare: il perfetto essiccamento; la separazione della polvere ed il riscaldamento uniforme della miscela di aggregati; la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura ed il controllo della granulometria; la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta il dosaggio delle categorie degli aggregati già vagliati prima dell'invio al mescolatore; il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme fino al momento dell'impasto ed il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo. La temperatura degli aggregati e del legante all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 140 °C

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 70
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

e 160 °C, la temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 140 °C e non superiore a 160 °C.

La Direzione Lavori provvederà al controllo frequente delle composizioni granulometriche degli aggregati e del conglomerato, della quantità del filler, degli additivi e del bitume, delle qualità e caratteristiche del bitume, della temperatura degli aggregati e del bitume. A tal fine gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti saranno munite di termometri fissi.

5) Posa in opera degli impasti

Nei tratti ove la Direzione Lavori riterrà necessario eseguire la posa del conglomerato di conguaglio e risagomatura e dello strato di collegamento, questi verranno stesi, nei modi sotto precisati, in modo da sagomare la carreggiata, come risulterà possibile e necessario, secondo le disposizioni della Direzione Lavori. A lavoro ultimato la carreggiata dovrà risultare perfettamente sagomata con i profili e le pendenze prescritte dalla Direzione Lavori.

Si procederà ad un'accurata pulizia della superficie da rivestire, ed alla stesa sulla superficie stessa di un velo continuo di ancoraggio con emulsione tipo ER 55 od ER 60 in ragione di 0,5 kg/mq. Immediatamente farà seguito lo stendimento di ogni strato.

Gli strati verranno stesi a metà strada per volta per non interrompere la continuità del traffico. L'applicazione dei conglomerati bituminosi verrà fatta a mezzo di macchina vibrofinitrice in perfetto stato d'uso.

Le macchine per la stesa dei conglomerati, analogamente a quelle per la confezione dei conglomerati stessi, dovranno possedere caratteristiche di precisione di lavoro tale che il controllo umano sia ridotto al minimo.

Il materiale verrà disteso a temperatura non inferiore a 130 °C.


La stesa del conglomerato non andrà effettuata quando le condizioni meteorologiche non siano tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro. In particolare se la temperatura dello strato di posa è inferiore a 10 °C, o se la superficie è umida, si dovranno adottare, previa comunicazione alla Direzione Lavori, degli accorgimenti che consentano di ottenere ugualmente la compattazione dello strato messo in opera e l'aderenza con quello inferiore (trasporto con autocarri coperti, uso di additivi, adesivi, ecc.).

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause, dovranno essere sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore, e non potrà in ogni caso aver luogo la chiamata in causa di forza maggiore.

Nella stessa si dovrà porre grande attenzione alla formazione del giunto longitudinale che deve essere tale da presentare una superficie liscia finita.

La superficie dovrà presentarsi priva di ondulazioni; una asta rettilinea lunga metri 4 posta sulla superficie pavimentata dovrà aderirvi con uniformità. Solo su qualche punto sarà tollerato uno scostamento non superiore a 4 mm. Gli strati saranno compressi con rulli meccanici o gommati a rapida inversione di marcia del peso di circa 6÷8 t.

La rullatura comincerà ad essere condotta alla più alta temperatura possibile, iniziando il primo passaggio con le ruote motrici e proseguendo in modo che un passaggio si sovrapponga parzialmente all'altro; si procederà pure con passaggi in diagonale.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 71
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Il costipamento sarà ultimato con rullo statico da 12÷14 t o con rulli gommati del peso di 10÷12 t. A costipamento ultimato il peso di volume del conglomerato non dovrà essere inferiore al 98% del peso di volume del provino Marshall costipato in laboratorio con contenuto ottimo di bitume. Dovranno essere prelevati in opera campioni di conglomerato mediante carotatura nella quantità indicata dalla D.L..

D) Sigillatura superficiale dello strato di collegamento o di risagoma

Potrà essere richiesta dalla D.L. la sigillatura superficiale con sabbia pretrattata degli strati di collegamento o risagoma.

Tale sigillatura verrà effettuata nel modo seguente:

1) Bitume

Il bitume per il pretrattamento della sabbia dovrà essere di penetrazione 180-200 ed avere requisiti di punto di rammollimento di rottura, duttilità, solubilità ecc. prescritti dalle norme per l'accettazione dei bitumi del CNR fascicolo II/1957 alle quali si rimanda anche per la preparazione dei campioni da sottoporre a prove.

Il bitume dovrà essere miscelato con dopes di adesività in quantità da 0,3 a 0,5% in peso.

2) Emulsione

L'emulsione bituminosa per la preparazione della superficie da trattare dovrà avere le caratteristiche sia di composizione che fisiche prescritte dalle norme CNR fascicolo II/1957.

3) Sabbia

La sabbia dovrà provenire da fiumi o da cave, essenzialmente silicea e viva pulita e praticamente esente da argilla, terriccio ed altre materie estranee e dovrà corrispondere ai requisiti di cui alle norme del CNR.

4) Miscela di sabbia e bitume pretrattata

Per la preparazione dell'impasto dovrà essere rispettata la seguente composizione:


a) Sabbia passata al setaccio

n° 10	100% “
n° 40	60÷70% “
n° 80	10÷20% “
n° 200	0÷10%

I setacci indicati sono quelli della serie UNI e le percentuali sono riferite al peso dell'inerte, inoltre esso dovrà essere preventivamente riscaldato a 180 °C nel cilindro essiccatore.

b) Leganti

Il legante costituito da bitume dovrà essere compreso fra l'1,2% e l'1,5% riferito al peso degli aggregati.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 72
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

5) Controllo dei requisiti di accettazione

L'Appaltatore ha l'obbligo di fare eseguire, presso un laboratorio designato dalla Direzione Lavori, prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità della Società relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei materiali impiegati. Una volta accettata la composizione proposta, l'Appaltatore dovrà ad essa attenersi scrupolosamente.

6) Formazione e confezione degli impasti di pretrattamento

Gli impasti saranno eseguiti a mezzo di impianti fissi approvati dalla Direzione Lavori. In particolare essi dovranno essere di potenzialità adeguata e capaci di assicurare il perfetto funzionamento ed essiccamento; la separazione della polvere ed il riscaldamento uniforme della miscela di aggregati; la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliature ed il controllo della granulometria; la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta il dosaggio delle categorie di aggregati già vagliati prima dell'invio al mescolatore; il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme fino al momento dell'impasto ed il perfetto dosaggio del bitume.

La temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 150 °C e 170 °C e quella del legante e del dopes di adesività tra 140 °C e 160 °C; la temperatura dell'impasto di pretrattamento all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 140 °C. A discrezione della Direzione Lavori dovranno essere frequentemente controllate le composizioni granulometriche degli aggregati e dell'impasto.

7) Posa in opera dello strato di sabbia pretrattata

La sabbia pretrattata dovrà essere stesa sulla superficie da saturare dopo 2÷3 giorni dalla stesa del binder, previa pulizia, eventualmente anche con soffiatura della superficie stessa e previo spandimento dell'emulsione bituminosa al 55% di bitume in quantità non inferiore a kg 0,300 per mq.


La stesa dell'impasto avverrà a mezzo di macchine che consentano il suo dosaggio uniforme sulla superficie da trattare in quantità pari a 2,5 litri per mq.

Lo strato verrà poi rullato con rullo leggero metallico o gommato a rapida inversione di marcia.

Dopo un congruo periodo di tempo dall'apertura al traffico delle superfici così trattate l'Appaltatore dovrà effettuare la spazzolatura delle superfici asportando la sabbia eventualmente incorporata. L'Appaltatore deve avere cura che subito dopo la stesa, la pavimentazione trattata dovrà essere interessata da due passate da un autocarro che trascini una stadia in legno, rivestita da sacchi di tela in modo da consentire la uniforme chiusura dei vuoti della pavimentazione.

A lavori finiti le superfici bitumate non dovranno presentare deformazioni e dovranno avere pendenze trasversali corrispondenti a quelle fissate dalla D.L..

Eventuali deformazioni conseguenti ad assestamento o cedimenti del rilevato e del sottofondo, dovranno essere corretti e ripresi a cura e spese dell'Appaltatore. Così pure, ulteriori difetti che dovessero riscontrarsi al piano viabile bitumato ultimato dovranno essere corretti a cura e spese

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 73
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

dell'Appaltatore, sia demolendo e rifacendo il piano viabile stesso e risanando il sottofondo, sia ricaricando eventualmente il piano viabile con conglomerato bituminoso in modo che il lavoro finito risulti a regola d'arte.

3.12. Drenaggi - Aggottamenti

3.12.1. Drenaggi in ciottolo, mistone e sabbia

I drenaggi in genere dovranno essere collocati in opera dopo aver compattato, nel limite del possibile, il fondo dello scavo e ciò allo scopo di evitare cedimenti delle strutture sovrastanti.

Durante la posa dovranno essere presi tutti gli accorgimenti necessari per evitare intasamenti e futuri assestamenti.

I drenaggi di sabbia o in misto di fiume o di cava, dovranno avere la granulometria che sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in funzione delle caratteristiche di permeabilità che si vorranno ottenere. In ogni caso essi dovranno essere assolutamente privi di impurità.

Per quanto riguarda il drenaggio al di sotto del canale adduttore, poiché lo scavo interessa per buona parte del tracciato terreni in falda o comunque saturi, è necessario prevedere uno strato filtrante costituito da materiale granulare avente una permeabilità superiore a quella del terreno.

Il materiale da usare per i drenaggi dovrà essere costituito a seconda dei casi da sabbia o da materiale grossolano. Il materiale filtrante infatti deve avere granuli di dimensioni tali da impedire ogni movimento o passaggio di particelle fini dal terreno al filtro.

La stesa, compattazione e sagomatura dovranno essere condotte in modo che il massimo ed il minimo spessore rilevabili al lavoro finito abbiano uno scarto sullo spessore prescritto non superiore al 5% di quest'ultimo. In caso la Direzione Lavori potrà ordinare il totale rifacimento del drenaggio. Detto rifacimento, ancorché comportasse la perdita parziale e totale degli inerti, sarà a totale cura e spese dell'Appaltatore.


3.12.2. Aggottamenti

Il tipo di aggottamento da eseguirsi in funzione delle caratteristiche geotecniche incontrate durante l'avanzamento dei lavori.

Pertanto, la metodologia adottata sarà in funzione delle indicazioni che la Direzione Lavori fornirà all'Appaltatore in base alle prove geotecniche eseguite in sito.

Qualora i normali mezzi di aggottamento, a causa della falda freatica elevata e della particolare natura del terreno, risultino insufficienti per il mantenimento all'asciutto degli scavi, la DD.LL autorizzerà l'impiego di attrezzature per il raggiungimento dello scopo.

Il sistema che sarà generalmente usato sarà quello tipo Well-Point, consistente nell'infusione di aghi finestrati collegati a mezzo di un collettore ad un impianto aspirante; in casi particolari si potrà ricorrere alla realizzazione di pozzi drenanti che, forniti di idonee pompe aspiranti, provvederanno ad abbassare la quota della falda circostante; si dovrà quindi procedere al calcolo sia del raggio di influenza dei pozzi che delle caratteristiche delle pompe, al fine di ottenere un risultato omogeneo nell'area interessata. Detti progetti, calcolati da tecnico esperto designato dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori, dovranno essere approvati preventivamente dalla D.L.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 74
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Nell'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore appaltatrice avrà cura di arrecare il minore danno possibile ai piani viabili stradali esistenti e dovrà provvedere comunque alla loro riparazione ed al ripristino della strada danneggiata a propria cura e spese.

Le acque provenienti e conseguenti ai lavori saranno scaricate nel collettore più vicino avendo particolare cura di eliminare prima ogni materiale in sospensione che decantando provochi l'intasamento, anche parziale, dello stesso; in ogni caso tali acque non dovranno mai interessare, anche indirettamente, terreni o beni di proprietà privata senza la preventiva autorizzazione e, a lavori ultimati, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese alla pulizia dei condotti utilizzati per lo smaltimento delle acque pompate.

3.13. Scavo a sezione ristretta

Per scavi a sezione ristretta si intendono gli scavi chiusi da pareti di norma verticali che riproducono il perimetro delle fondazioni dell'opera da costruire e ricadenti al di sotto dei piani di sbancamento precedentemente eseguiti.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi a sezione ristretta devono essere spinti fino alla profondità che sarà fissata dalla Direzione Lavori. Resta infatti chiarito che le profondità indicate nei disegni di progetto sono esplicitamente indicative e che la Direzione Lavori si riserva la piena facoltà di variarle nel senso e nella misura che riterrà più conveniente senza che ciò dia motivo alcuno all'Appaltatore per sollevare obiezioni o richiedere particolari compensi.

I piani di fondazione dovranno essere di regola orizzontali.

Resta però facoltà della Direzione Lavori per quelle opere che ricadono su falde inclinate di prescrivere una determinata pendenza verso monte oppure la formazione di opportuni gradoni.

Gli scavi a sezione ristretta potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpate, in funzione del tipo di terreno incontrato.

Nel caso di scavi in terreni la cui consistenza non dia sufficiente garanzia di stabilità (art. 13


D.P.R. 7.1.1956 n° 164) dovranno essere solidamente puntellati, sbadacchiati e sostenuti con apposite armature (cassa chiusa o blindaggio) in modo da assicurare gli operai contro ogni pericolo ed impedire ogni smottamento di materia sia durante la esecuzione degli scavi che durante la posa delle condotte o esecuzione di murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni alle persone e cose che potessero derivare dalla mancanza ed insufficienza di puntellazioni, sbadacchiature, armature in genere.

I materiali provenienti dagli scavi a sezione ristretta non impiegati nei rinterri e non idonei per la formazione dei rilevati o per altro impiego, o comunque esuberanti dovranno essere portati su aree di rifiuto da provvedersi a cura e spese dell'Appaltatore.

L'aggettamento delle acque piovane è compreso e compensato negli oneri a carico dell'Appaltatore per questa lavorazione.

Valgono per questi scavi le prescrizioni esecutive dettate nel precedente articolo relativo agli scavi di sbancamento.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 75
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

3.14. Armatura a cassa chiusa - Blindaggio degli scavi

3.14.1. Armatura a cassa chiusa

L'armatura a cassa chiusa viene utilizzata per il sostegno delle pareti dello scavo e per l'incolumità del personale addetto alle lavorazioni. La cassa chiusa, metallica, è trascinata, dalla macchina operatrice, dalla posizione di scavo da ritombare alla posizione di scavo da sostenere e salvaguardare. Tale lavorazione sarà compensata a metro quadrato di parete di scavo effettivamente salvaguardata, ma solo per scavi di altezza superiore a m 1,50.

L'impiego della cassa chiusa per il sostegno delle pareti dello scavo con tubazioni di elementi della lunghezza di m 6,00 o superiore non è accettata, ma si dovrà impiegare il sistema di "blindaggio" delle pareti medesime. Sarà comunque cura della D.L. disporre su quanto sopra con ordini scritti.


3.14.2. Blindaggio degli scavi

Per blindaggio s'intende quell'intervento atto a sostenere le pareti degli scavi ed a preservare l'incolumità del personale addetto alle lavorazioni. Esso sarà costituito da travi-guida metalliche a semplice, doppio o triplo binario da infiggere nel terreno ed atte a ricevere i pannelli scorrevoli. Esse saranno dotate di distanziatori metallici regolabili nel numero e delle dimensioni ricavate da calcolo e quindi variabili a seconda della natura dei terreni e delle profondità di scavo da contrastare e dalla necessità del mantenimento del traffico laterale ai medesimi.

Il blindaggio verrà compensato a metro quadrato di parete di scavo effettivamente contrastata e sorretta.

Il blindaggio degli scavi sarà eseguito solo dietro esplicita autorizzazione della D.L.

Tale lavorazione sarà compensata a metro quadrato di parete di scavo effettivamente salvaguardata, ma solo per scavi di altezza superiore a m 1,50.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 76
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

CONGLOMERATI CEMENTIZI

3.15. Conglomerati cementizi: integrazione con elaborati grafici e relazioni tecniche

Le norme del presente capitolato sono integrate con le descrizioni delle fasi di costruzione presentate negli elaborati grafici e precisate nelle relazioni tecniche.

Relativamente alle caratteristiche dei materiali per la formazione dei calcestruzzi vale tutto quanto prescritto al capitolo 2.3.1 del presente Capitolato.

3.16. Conglomerati cementizi: Normativa generale di riferimento

L'Appaltatore è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. del gennaio 2008 e successivi aggiornamenti), emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086, nonché delle Leggi e Norme UNI vigenti, in quanto applicabili.

Per la confezione dei calcestruzzi e la durabilità delle opere in ambiente marino si fa riferimento in particolare a:

- D.M. gennaio 2008 contenente le "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- UNI EN 206-1 – "Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- UNI 8981/1999, Parti da 1 a 8,

Relativamente all'esecuzione di strutture in calcestruzzo occorre riferirsi a:

- UNI 9858 – "Calcestruzzo - Prestazione, produzione, posa in opera e criteri di conformità".
- UNI EN 13670-1 – "Esecuzione delle strutture di calcestruzzo. Requisiti comuni".


Oltre alla osservanza delle predette disposizioni e di ogni altra che in proposito dovesse essere emanata a modifica e/o integrazione di quanto indicato nel citato D.M., l'Appaltatore dovrà attenersi alle specifiche normative richiamate nel presente capitolato relativamente all'accettazione degli inerti, del cemento e degli acciai, al prelievo dei campioni, alla esecuzione delle prove sugli stessi, ecc.

3.17. Prove di pre-qualifica in laboratorio per i conglomerati cementizi da utilizzare nell'ambito del progetto

L'Appaltatore, sulla scorta delle prescrizioni contenute nel presente capitolato e nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice o armato, relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, dovrà a suo carico e onere qualificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, secondo le seguenti modalità.

Con congruo anticipo sulla data di inizio dei getti, l'Appaltatore dovrà eseguire, a proprie spese, una pre-qualifica delle miscele di calcestruzzo da utilizzare. La pre-qualifica dovrà essere eseguita presso un laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (già Ministero dei Lavori Pubblici) e dotato di certificazione di qualità ISO 9001:2000.

Le materie prime necessarie per la pre-qualifica dovranno essere campionate presso l'impianto destinato alla produzione del conglomerato alla presenza di un incaricato dalla Direzione Lavori

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 77
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

che redigerà un verbale di prelievo nel quale saranno indicate tipo e quantità delle materie prima campionate. Copia del verbale di prelievo dovrà essere allegata al dossier di pre-qualifica del laboratorio.


La pre-qualifica delle miscele in laboratorio dovrà essere preceduta dalla caratterizzazione delle materie prime. In particolare, il laboratorio dovrà procedere, nonostante la richiesta presenza di una marcatura CE degli aggregati, alla determinazione della distribuzione granulometrica, della massa volumica e dell'assorbimento d'acqua delle singole frazioni campionate; si dovrà procedere, inoltre, alla definizione della curva granulometrica ottimale dell'inerte combinato.

Sulle miscele di conglomerato messe a punto, il laboratorio dovrà procedere alla determinazione delle seguenti caratteristiche:

- lavorabilità mediante abbassamento al cono di Abrams (UNI EN 12350-2) per calcestruzzi con classe di consistenza fino alla S5. La misura dovrà essere eseguita al termine del mescolamento e ripetuta dopo un lasso di tempo equivalente al tempo necessario per trasportare il calcestruzzo dalla centrale di betonaggio al cantiere aumentato del tempo necessario per scaricare l'intera betoniera; trascorso questo periodo di tempo la consistenza dovrà essere conforme al valore di capitolato;
- massa volumica allo stato fresco e contenuto d'aria (UNI EN 12350/6, 7);
- resistenza meccanica a compressione (UNI EN 12390/3) definita come media di tre cubetti alle scadenze di 1, 3, 7 e 28 giorni. La resistenza meccanica a compressione media misurata a 28 giorni dovrà essere conforme al valore caratteristico prescritto in capitolato sulla base di un controllo di accettazione di tipo A.
- misura del riscaldamento (ΔT) prodotto, per l'idratazione del cemento, durante i primi 5 giorni di maturazione in un prisma realizzato in laboratorio e caratterizzato da lati pari allo spessore massimo previsto per i setti dei cassoni (50 cm). Il cassero del provino sarà realizzato con lo stesso materiale e negli stessi spessori che caratterizzano i casseri che verranno utilizzati nei getti reali. Due facce contrapposte del provino saranno poste a diretto contatto con i casseri mentre le altre saranno separate dal cassero, durante il getto e per tutta la durata della prova (120 ore), da 6 cm di polistirene espanso. Prima del getto si inseriranno delle termocoppie nel nucleo e sulla pelle a contatto con i casseri del cubo. L'andamento delle temperature dovrà essere registrato per mezzo di un idoneo sistema di acquisizione dati. Le due facce del provino a diretto contatto con i casseri saranno scasserate dopo un intervallo di tempo pari a quello previsto per la scasseratura nei getti reali. In nessun momento, durante la prova, il gradiente termico ΔT tra l'interno e la pelle del calcestruzzo dovrà risultare superiore a 20°C. La temperatura esterna durante la prova deve essere posta costantemente a 15°C. I materiali utilizzati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere mantenuti, nelle 48 precedenti il confezionamento, alla temperatura di 15°C;
- determinazione del modulo elastico secante (UNI 6556) a 1, 7, 14 e 28 giorni;
- determinazione della resistenza meccanica a trazione indiretta (UNI EN 12390-5) a 1, 7, 14 e 28 giorni.

I risultati delle pre-qualifiche in laboratorio faranno parte di un dossier redatto dal laboratorio che ha eseguito le prove e consegnato dall'Appaltatore alla Direzione Lavori per l'accettazione. Il dossier dovrà contenere:

- la documentazione relativa alla certificazione delle materie prime: aggregati, acqua, cemento, eventuali aggiunte e additivi;

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 78
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- la composizione del conglomerato con pesate riferite alla condizione s.s.a. (saturo a superficie asciutta) per gli aggregati definita come nella UNI EN 1097-6;
- i risultati di tutte le prove sopra elencate.

I dossier di pre-qualifica in laboratorio delle varie miscele dovranno essere trasmessi alla Direzione Lavori almeno trenta giorni prima dell'inizio dei getti.

Nel caso di utilizzo di miscele già qualificate e/o in corso di fornitura in altri interventi, si potranno considerare valide le pre-qualifiche già eseguite nell'ambito di tali interventi.


3.18. Prove di campo per i conglomerati cementizi

Successivamente alla pre-qualifica in laboratorio delle miscele e almeno un mese prima dell'inizio dei getti, l'Appaltatore dovrà eseguire prove di campo con le miscele pre-qualificate da utilizzarsi per i getti in opera.

Nel corso di queste prove, l'Appaltatore dovrà realizzare tre impasti, di almeno 10 m³ ciascuno, in tre giorni distinti, presso l'impianto di betonaggio destinato alla fornitura, per ciascuna ricetta pre-qualificata. Dopo il confezionamento, il conglomerato dovrà essere trasportato, con i mezzi prescelti per il trasporto (autobetoniere, benne, ecc.), fino al luogo deputato alla realizzazione dei getti. Si dovrà, quindi, procedere:

- alla misura della lavorabilità mediante abbassamento al cono di Abrams. La misura dovrà essere ripetuta al termine dello scarico del conglomerato. Dopo questo tempo la consistenza del calcestruzzo dovrà essere comunque conforme al valore di capitolato senza che vengano eseguite aggiunte d'acqua o di additivo fluidificante;
- alla misura della massa volumica a fresco e del contenuto d'aria sul calcestruzzo prelevato;
- alla determinazione del rapporto a/c del calcestruzzo fresco (UNI 6393/88). Il valore ottenuto dovrà essere confrontato con quello effettivo dedotto dai dati di carico memorizzati dall'impianto di betonaggio (tenuto conto dell'umidità degli aggregati) per eseguire una taratura della prova da utilizzare negli eventuali controlli del rapporto a/c da eseguirsi in corso d'opera;
- al confezionamento di almeno 12 cubetti da sottoporre alla determinazione della massa volumica a secco e della resistenza meccanica a compressione alle scadenze di 1, 7, 14 e 28 gg. La resistenza a compressione media (R_{cm}) misurata alle varie scadenze non dovrà differire di più del 10% (in più e in meno) da quella valutata nelle pre-qualifiche di laboratorio. Il valore medio a 28 gg dovrà essere compatibile con il valore caratteristico prescritto in capitolato;
- al confezionamento di almeno 12 cilindri da sottoporre alla determinazione della massa volumica a secco e della resistenza meccanica a trazione indiretta alle scadenze di 1, 7, 14 e 28 gg. La resistenza a trazione indiretta alle varie scadenze non dovrà differire di più del 20% (in più e in meno) da quella valutata nelle pre-qualifiche di laboratorio.

Nel caso di utilizzo di miscele già qualificate e/o in corso di fornitura in altri interventi, l'opportunità o meno di ripetere le prove di campo sarà discrezionalità della Direzione Lavori, la quale potrà acquisire la documentazione già prodotta.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 79
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

3.19. Controlli in corso d'opera sul conglomerato e sulle strutture

A) Resistenza meccanica a compressione

I prelievi di provini per la verifica della classe di resistenza dei conglomerati cementizi dovranno essere eseguiti con le frequenze e le modalità stabilite nel D.M. del 14/01/2008 (ed eventuali successivi aggiornamenti).

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi dovranno essere eseguite due serie di prelievi. I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, verranno effettuati separatamente, per ogni tipo di ricetta qualificata, ogni 100 mc di calcestruzzo posto in opera e, comunque, per ogni giorno di getto

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Appaltatore a 20°C e UR > 90% per 28 giorni, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura (UNI 6127).

Con i provini della prima serie di prelievi verranno effettuate presso i laboratori della Direzione Lavori o da essa indicati, alla presenza dell'Appaltatore, le prove atte a determinare la resistenza meccanica a compressione alle varie stagionature previste in capitolato.

I risultati delle prove di rottura, effettuate sui provini della prima serie di prelievi secondo la Norma UNI 6132, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica - R_{ck} - accertato per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio, non risulti inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.


I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali sui provini della seconda serie di prelievi risultasse un valore della resistenza caratteristica non inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, tale risultanza verrà presa a base della contabilizzazione definitiva dei lavori.

Nel caso che la resistenza caratteristica R_{ck} ricavata per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio dalle prove della prima serie di prelievi risulti essere inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati Ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata senza che l'Appaltatore possa accampare per questo alcun diritto o compenso.

Qualora dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore R_{ck} inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza e della durabilità. Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio potrà essere accettato, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

Qualora la resistenza caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta di più del 10%, l'Appaltatore sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di provvedimenti di ripristino della sicurezza e della durabilità da essa stessa proposti ma che, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 80
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se la R_{ck} risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

In fase di indurimento la Direzione Lavori potrà prescrivere il controllo della resistenza meccanica a compressione o di qualsiasi altro parametro fisico-meccanico (resistenza a trazione, modulo elastico, permeabilità all'acqua) a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre la effettuazione di prove e controlli mediante sistemi non distruttivi quali ultrasuoni, misure di pull-out, ecc., da confrontare con le tarature eseguite nel corso delle prove di campo.

Di tutti i prelievi e le operazioni, eseguite a cura e spese dell'Appaltatore, e sotto il controllo della Direzione Lavori, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

Saranno a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri relativi alle prove di laboratorio, sia effettuate presso i Laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.


B) Altri controlli in corso d'opera sui conglomerati

In aggiunta a quanto sopra, sui conglomerati cementizi dovranno essere condotti i seguenti controlli in corso d'opera:

- Verifica, con frequenza giornaliera e in ogni caso di dubbio, della classe di consistenza al getto mediante prova dello slump (abbassamento al cono di ABRAMS, come disposto dalla Norma UNI EN 12350-2) almeno una volta al giorno e ogni volta che verrà ritenuto opportuno dalla Direzione Lavori. Le forniture che non rispettano le prestazioni relative alla classe di consistenza richiesta verranno rifiutate e il relativo conglomerato gettato in apposite aree indicate dalla Direzione Lavori.
- Prova di omogeneità, con frequenza mensile e in ogni caso di dubbio, da effettuarsi vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera o del "batch" di getto, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4 mm. La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre la lavorabilità dei due campioni prima della vagliatura, misurata con le modalità sopra descritte, non dovrà differire più di 3 cm.
- Misura del rapporto acqua/cemento e dell'acqua essudata (bleeding) del conglomerato cementizio fresco, da effettuarsi solo in casi di dubbio su richiesta della Direzione Lavori; la misura dovrà essere eseguita secondo la Norma UNI 6393/88, considerando che tale prova consente la stima dell'acqua totale, compresa quella di assorbimento degli aggregati, la quale, pertanto, dovrà essere eliminata nel computo del rapporto a/c. Si fa notare che i risultati forniti dalla prova in questione risultano particolarmente dipendenti dalle modalità di esecuzione della prova stessa e che un adeguato controllo del rapporto acqua/cemento può essere ottenuto più semplicemente confrontando i risultati in termini di resistenza meccanica con quelli ottenuti in fase di pre-qualifica.

Fermo restando quanto stabilito nel presente capitolato, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

C. Controlli ispettivi

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 81
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

La Direzione Lavori è tenuta all'esecuzione di controlli ispettivi con periodicità non superiore a 6 mesi e con preavviso di 7 giorni presso l'impianto di betonaggio. Nel corso del sopralluogo verranno eseguite verifiche della documentazione inerente i controlli di gestione e di qualità e potrà essere disposto il prelievo di campioni di materie prime e di conglomerato cementizio sui quali eseguire gli accertamenti del caso.

3.20. Modifica in corso d'opera di una miscela per cause di forza maggiore

Non sono ammesse modifiche in corso d'opera alla composizione dei conglomerati pre-qualificati in laboratorio e testati nelle prove di campo.

Eccezionalmente, sarà possibile ricorrere alla modifica di una miscela qualora:

- sia accertata la definitiva indisponibilità di una delle materie prime utilizzate nelle ricette qualificate;
- nel corso di un controllo periodico sulle materie prime si verifichi che una o alcune di queste non rispettano più le prescrizioni contenute nel presente capitolato;

Prima dell'utilizzo del calcestruzzo con composizione modificata, occorrerà pervenire ad una nuova qualifica della miscela che potrà essere condotta con procedura semplificata ed accelerata a discrezione della Direzione Lavori.


3.21. Impianti di betonaggio

L'impianto o gli impianti di betonaggio dovranno trovarsi ad una distanza dal luogo di getto tale da garantire un costante e controllato ritmo di approvvigionamento di conglomerato durante i getti.

L'impianto o gli impianti utilizzati dovranno possedere specifici requisiti atti a garantire, in maniera il più possibile automatizzata, una composizione costante e stabile del conglomerato prodotto.

L'impianto di betonaggio da realizzare in cantiere avrà le seguenti caratteristiche minime:

- possibilità di gestire 3 pezzature diverse di aggregato con dosaggio ponderale di ciascuna singola pezzatura;
- lettura in continuo del contenuto di umidità di tutti gli aggregati dosati con sonde di umidità, possibilmente di tipo capacitivo o a microonde;
- presenza di un sistema di controllo automatico che, in funzione delle variazioni di umidità degli aggregati dosati, modifichi le pesate degli stessi e il quantitativo d'acqua da aggiungere per ottenere che il rapporto acqua/cemento e la lavorabilità del conglomerato risultino costanti;
- presenza di un silo per lo stoccaggio di ognuno dei tipi di aggiunta minerale, oltre a quelli per il cemento;
- possibilità di stoccaggio e dosaggio volumetrico di almeno due (2) additivi liquidi;
- presenza di un sistema computerizzato di gestione sigillato che stampi e memorizzi tutte le operazioni eseguite presso l'impianto. In particolare, per ciascuna batch prodotta, dovranno

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 82
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

essere memorizzate e richiamabili in qualsiasi momento almeno le seguenti grandezze: umidità degli aggregati, correzione delle pesate degli aggregati in funzione dell'umidità, correzione del dosaggio di acqua in funzione dell'umidità degli aggregati; pesate effettive e differenza rispetto alle pesate teoriche corrette di tutte le materie prime; composizione effettiva finale e rapporto a/c effettivo; tempo di inizio e fine carico betoniera.

È fortemente consigliato l'utilizzo di un impianto dotato di premescolatore a regime forzato (di capacità idonea a garantire tempi adeguati di riempimento delle autobetoniere).

Nel caso di ricorso al preconfezionamento, l'impianto dovrà possedere una certificazione di qualità ISO 9001:2000 aggiornata e dovrà essere sottoposto, comunque, a pre-qualifica da parte della Direzione Lavori.

La pre-qualifica dell'impianto consisterà in una visita preliminare da parte della Direzione Lavori o di un Suo incaricato nel corso della quale dovrà essere verificata la sussistenza delle condizioni sopra indicate ed esaminata tutta la documentazione relativa alla certificazione di qualità (manuale, procedure tecniche, gestionali e istruzioni).

L'impianto si intenderà definitivamente qualificato dopo l'esecuzione con successo, ove prevista, delle prove di campo di cui al capitolo 3.18.

La confezione dei conglomerati cementizi potrà quindi incominciare solo dopo la pre-qualifica positiva da parte della Direzione Lavori e l'esito positivo delle prove di campo.

3.22. Confezione dei conglomerati cementizi

La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.


Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogenea, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se, al momento della posa in opera, la consistenza del conglomerato cementizio non fosse quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in aree indicate dalla Direzione Lavori. Si dà comunque facoltà alla Direzione Lavori, se la consistenza fosse minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio fosse ancora nell'autobetoniera, di dare indicazioni perché la consistenza sia portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti (tale l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna). L'uso di tali additivi è compreso e compensato con i prezzi di elenco dei conglomerati cementizi.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 83
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

3.23. Trasporto dei conglomerati cementizi

Il trasporto dei conglomerati cementizi 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 conglomerato cementizio medesimo.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo e i nastri trasportatori. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che non venga autorizzata alcuna aggiunta d'acqua per favorire o consentire il pompaggio del conglomerato. Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

In ogni caso il tempo intercorrente tra il confezionamento all'impianto ed il getto non dovrà essere superiore ai 120 minuti.

È facoltà e obbligo per la Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

3.24. Casseforme, armature di sostegno, centinature ed attrezzature di costruzione

Per tali opere provvisorie l'Appaltatore porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Appaltatore stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.


Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Appaltatore è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

In ogni caso le casseforme dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Per garantire l'impermeabilità del manufatto, non è ammesso l'utilizzo di casserature che prevedano l'impiego di reggette o legature metalliche che rimangano inglobate nel getto e sporgenti dalle superfici dei manufatti a getto avvenuto, né di sistemi che prevedano l'uso di tiranti liberi di scorrere in tubetti predisposti prima del getto e recuperabili in seguito alla scassatura. Il sistema di casseratura adottato dovrà quindi essere in grado di sopportare la spinta del conglomerato per tutta l'altezza del getto senza la presenza di elementi di connessione tra i due casseri paralleli.

Quando previsto in progetto o quando formalmente ordinato dalla Direzione Lavori, per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità (vedere successivo capitolo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 84
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

In ogni caso l'Appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti ed il relativo onere si intende compreso e compensato nel prezzo di elenco delle casseforme o del conglomerato cementizio.

3.25. Tolleranze esecutive

Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportate di seguito per i vari elementi strutturali:

- Fondazioni: plinti, platee, solettoni. ecc:
 - posizionamento rispetto alle coordinate di progetto $S = \pm 3.0 \text{ cm}$
 - dimensioni in pianta $S = - 3.0 \text{ cm} / + 5.0 \text{ cm}$
 - dimensioni in altezza (superiore) $S = - 0.5 \text{ cm} / + 3.0 \text{ cm}$
 - quota altimetrica estradosso $S = - 0.5 \text{ cm} / + 2.0 \text{ cm}$
- Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.:
 - posizionamento rispetto alle coordinate degli allineamenti di progetto $S = \pm 2.0 \text{ cm}$
 - dimensione in pianta (anche per pila piena) $S = - 0.5 \text{ cm} / + 2.0 \text{ cm}$
 - spessore muri, pareti, pile cave o spalle $S = - 0.5 \text{ cm} / + 2.0 \text{ cm}$
 - quota altimetrica sommità $S = \pm 1.5 \text{ cm}$
 - verticalità per $H \leq 600 \text{ cm}$ $S = \pm 2.0 \text{ cm}$
 - verticalità per $H > 600 \text{ cm}$ $S = H/12$
- Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:
 - spessore: $S = -0.5 \text{ cm} \text{ o } + 1.0 \text{ cm}$
 - quota altimetrica estradosso: $S = \pm 1.0 \text{ cm}$
- Vani, cassette, inserterie:
 - posizionamento e dimensione vani e cassette: $S = \pm 1.5 \text{ cm}$
 - posizionamenti inserti (piastre boccole): $S = \pm 1.0 \text{ cm}$


In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

3.26. Acciaio d'armatura per c.a. normale

A) Approvvigionamento dell'acciaio in barre

Saranno ammessi alla fornitura di acciaio per costruzioni soltanto fornitori prequalificati dall'Appaltatore. Prima dell'inizio della fornitura si dovrà trasmettere una lettera di notifica alla Direzione Lavori con il nominativo del Fornitore, i tipi d'acciaio e le caratteristiche della gamma richiesta e copia del dossier di qualificazione.

L'Appaltatore dovrà documentare la provenienza, il tipo e la classe di ogni partita di acciaio in barre che entra in cantiere, nonché il peso complessivo della partita e quello dei tondini di uno stesso diametro.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 85
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Per partita si intende il quantitativo di materiale che, pervenendo da un unico stabilimento nel periodo massimo di una settimana, potrà essere considerato come unica fornitura omogenea sia per titolo che per caratteristiche fisico-meccaniche.

B) Controllo del peso e della sezione

Per il controllo del peso effettivo da ogni partita dovranno essere prelevati dei campioni di barra. Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste nel D.M. attuativo della Legge n° 1086 il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze previste nel D.M. attuativo della Legge n° 1086, dovranno essere aggiunte (modificando i disegni di progetto e informando il Direttore dei Lavori) barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato.

C) Controllo di qualità

Per l'acciaio controllato in stabilimento, l'Appaltatore dovrà produrre la documentazione prescritta dalle norme in vigore (D.M. 14/01/2008) che certifichi gli avvenuti controlli (esistenza del Marchio depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici) e consentire al Direttore dei Lavori di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento.

Tutte le forniture di acciaio dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto dal D.M. 14/01/2008.

Durante i lavori dovranno essere prelevati, per essere inviati a Laboratori Ufficiali o autorizzati, non meno di tre campioni per ciascun diametro utilizzato, ogni 1000 barre o partita se di minore entità, della lunghezza rispettivamente di:

- 1,20 m per diametro delle barre inferiore o uguale a 10mm;
- 1,50 m per diametro delle barre compreso tra 12 e 18 mm;
- 1,80 m per diametro delle barre superiore o uguale a 20 mm.

In caso di risultato sfavorevole delle prove di resistenza e duttilità, previste per legge, il complesso delle barre al quale si riferisce il campione dovrà essere accantonato e identificato in attesa dei risultati delle ulteriori verifiche.


Rimane comunque salva la facoltà del Direttore dei Lavori di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Appaltatore.

D) Realizzazione delle gabbie e posizionamento delle armature per c.a.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile.

L'Appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 86
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

E) Tolleranze nel posizionamento delle armature:

Le tolleranze nel posizionamento delle armature normali sono riportate di seguito; chiamando “S” lo scarto tra la posizione teorica di progetto e quella effettiva in opera, sono ammessi questi valori:

- copriferro armature strutturali:

$S = - 0.0 \text{ cm}$

$S = + 1.0 \text{ cm}$

- armature di ripartizione o di diffusione (nel senso ortogonale al copriferro):

$S = \pm 2.0 \text{ cm}$ (purché siano rispettati i valori di copriferro ed interferro).

- interasse delle staffe:

$S = \pm 2.0 \text{ cm}$ (purché le differenze positive e negative si compensino nello spazio di 1 m).

3.27. Copriferro

Copriferro ed interferro saranno conformi alle disposizioni delle norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle “Norme Tecniche per le Costruzioni” (D.M. 14/01/2008 e successivi aggiornamenti), ed alle prescrizioni del presente progetto.

Lo spessore di copriferro previsto per i diversi manufatti è dettagliato negli elaborati grafici di progetto e nelle relazioni tecniche.

Si ammette una tolleranza di $-0, + 10 \text{ mm}$ rispetto ai valori indicati.

Il copriferro minimo deve essere garantito utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori prefabbricati in malta cementizia, avente resistenza caratteristica non inferiore a 40 Mpa.

Lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario copriferro esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello.

Il tipo di distanziatori da utilizzare deve essere comunque approvato dalla Direzione Lavori.


3.28. Predisposizione di fori, tracce, cavità, inghisaggi, ecc.

L'Appaltatore avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni esecutivi circa fori, tracce, cavità, incassature, inghisaggi, supporti, pozzetti, camicie per passaggio tubi, conduit o altro, ecc. nelle solette, setti, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera di apparecchi e accessori quali parti di impianti, tubi, passerelle, cavi, supporterie, appoggi, passi d'uomo, passerelle e scale di ispezione, giunti, smorzatori, parapetti, mensole, segnalazioni, pad-eye, ecc.

L'onere relativo è compreso e ad esclusivo carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore è tenuta a fornire assistenza per la posa in opera di apparecchi, tubazioni, passerelle forniti e posti in opera da altre Ditte, relativamente a tutte le installazioni previste negli elaborati di progetto.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Appaltatore, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'Appaltatore stessa, sia per quanto riguarda le

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 87
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

eventuali opere di adattamento di strutture o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e l'assistenza muraria.

3.29. Posa in opera dei conglomerati cementizi

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica dei piani di posa, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, si deve controllare che la pulizia e la preparazione del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguibili in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni del presente capitolato e della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme. La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.


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

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'Appaltatore dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Nella posa in opera del conglomerato l'Appaltatore dovrà compattare a rifiuto i getti utilizzando idonei sistemi preferibilmente con vibratori a immersione.

La compattazione del conglomerato dovrà avvenire in modo da assicurare che la massa volumica del calcestruzzo in opera non risulti inferiore al 97% di quella misurata sui cubetti prelevati per i controlli di accettazione. Controlli in questo senso potranno essere eseguiti dalla direzione lavori sulla base della curva di correlazione, ottenuta per il tipo di calcestruzzo analizzato, con i risultati delle prove ultrasoniche.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Appaltatore.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 88
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Quando le singole irregolarità siano mediamente superiori a mm 10, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Appaltatore mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- Malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- Malte o betoncini epossidici.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto e si getterà mediante pompaggio. Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

È fatto divieto di eseguire getti di strutture orizzontali (platee, solette, pavimenti) in giornate in cui è prevista la possibilità di intense precipitazioni. Nel caso in cui, nonostante le precauzioni adottate, si verifichi un fenomeno piovoso di particolare intensità durante il getto di una struttura orizzontale, dovranno essere approntati tutti i provvedimenti possibili tesi a minimizzare eventuali effetti negativi sulle prestazioni meccaniche e sulla impermeabilità del conglomerato gettato (ad esempio, copertura con teli del fronte del getto). In ogni caso sarà facoltà della Direzione Lavori, eventualmente a seguito di controlli non distruttivi, decidere eventuali riparazioni e/o demolizioni delle strutture o parti di struttura interessate dal fenomeno piovoso.


3.30. Stagionatura e disarmo

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va in generale determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI 9858.

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Appaltatore dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

Le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (agenti di *curing*), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori. Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656: tipi 1 e 2. La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Appaltatore, al momento del loro approvvigionamento.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 89
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Non è ammesso l'utilizzo di prodotti antievaporanti su superfici destinate ad essere sede di ripresa di getto.

Per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra o di proteggere le superfici con teli di juta bagnati o con bagnatura costante, per mezzo di sistemi a pioggia o a nebulizzazione. Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese al ripristino della superficie integra con mezzi e sistemi idonei e approvati, di volta in volta, dalla Direzione Lavori.

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

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà in ogni caso essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. 14/01/2008 e successivi aggiornamenti).

3.31. Prescrizioni particolari per il calcestruzzo del getto delle Vasche

Il calcestruzzo da utilizzare per la realizzazione delle strutture delle vasche dovrà essere conforme alle prescrizioni della UNI EN 206-1/2001 "Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità" e dovrà possedere i seguenti requisiti minimi.

A) Prescrizioni relative alla miscela di calcestruzzo:


- Classe di resistenza (Rck): 40 Mpa (C32/40);
- Classe di consistenza: S4÷S5;
- Massima dimensione dell'aggregato: 25 mm;
- Rapporto acqua/cemento massimo: 0.50;
- Tipo di cemento CEM III o CEM IV
(resistente ai solfati)
- Contenuto minimo di cemento: 340 kg/m³;
- Classe di esposizione: XA2;
- Copriferro: 50 mm.

Gli inerti dovranno essere conformi alle UNI 8520/2 di categoria A.

Il cemento sarà del tipo d'altoforno o pozzolanico (CEM III o CEM IV).

B) Prescrizioni circa la qualifica delle miscele e della tecnologia di getto

Con congruo anticipo sulla data di inizio dei getti, l'Appaltatore dovrà eseguire, a proprie spese, una pre-qualifica delle miscele di calcestruzzo da utilizzare. La pre-qualifica dovrà essere ese-

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 90
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

guita presso un laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (già Ministero dei Lavori Pubblici) e dotato di certificazione di qualità ISO 9001:2000.

Vale quanto indicato nell'articolo generale (capitolo 3.18).

I risultati delle pre-qualifiche in laboratorio faranno parte di un dossier redatto dal laboratorio che ha eseguito le prove e consegnato dall'Appaltatore alla Direzione Lavori per l'accettazione. Il dossier dovrà contenere:

- la documentazione relativa alla certificazione delle materie prime: aggregati, acqua, cemento, eventuali aggiunte e additivi;
- la composizione del conglomerato con pesate riferite alla condizione s.s.a. (saturo a superficie asciutta) per gli aggregati definita come nella UNI EN 1097-6;
- i risultati di tutte le prove sopra elencate.


C) Prescrizioni per le fasi di getto e procedura di getto

Almeno quattro settimane prima dall'inizio dei getti, l'Appaltatore deve consegnare al Direttore Lavori una procedura scritta per i getti delle opere, che contenga almeno:

- il programma e le dimensioni dei getti;
- la posizione dei giunti di ripresa; l'Appaltatore dovrà indicare la soluzione proposta nel progetto costruttivo (a discrezione della Direzione Lavori il Progettista potrà essere coinvolto nell'analisi di questo aspetto), limitando la dimensione lineare dei getti, compatibilmente con le esigenze di limitazione dei fenomeni di ritiro.
- le misure da adottare per minimizzare lo sviluppo di gradienti termici, in fase di confezionamento del calcestruzzo (limitazione della temperatura del cemento e dei componenti del calcestruzzo) e in fase di maturazione (caratteristiche delle casseforme e tempi minimi di scassero, i tempi minimi di bagnatura delle superfici);
- le misure preventive/protettive previste per evitare fenomeni di essiccamento precoce e fenomeni di ritiro plastico;
- gli eventuali interventi di ripristino e di sigillatura delle fessure che comunque dovessero svilupparsi, da effettuare a cura e spese dell'Appaltatore e senza oneri aggiuntivi per l'amministrazione, per fessure con apertura esterna superiore a 0.3 mm.

La procedura deve essere approvata dalla Direzione Lavori prima dell'inizio delle operazioni di getto. In ogni caso valgono le seguenti prescrizioni:

- Il calcestruzzo non venga gettato quando la temperatura esterna all'ombra supera i 35°C o quando vi sia previsione di tale superamento nelle 3 ore successive il getto;
- Il calcestruzzo non venga gettato quando la temperatura esterna scende sotto i 0°C, senza sistema di isolamento delle superfici scoperte;
- La temperatura dell'impasto in uscita dalla betoniera o dall'impianto di betonaggio sia compresa tra 8 e 30 gradi centigradi;
- La temperatura del cemento prima del mix, sia sempre contenuta sotto i 65 gradi centigradi;
- Per valori di umidità relativa minori di 50% il getto venga schermato da venti con velocità maggiori di 4 m/sec;

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 91
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- Ogni ripresa di getto avvenga nei 30 minuti successivi il getto precedente e, se questo non avvenisse, che non si getti calcestruzzo fresco su calcestruzzo già gettato nelle venti ore successive il primo getto;
- Il calcestruzzo venga vibrato nella sua posizione finale entro 30 minuti dalla posa.
- Si utilizzi un cemento che, nel rispetto delle prescrizioni precedenti, sviluppi un calore di idratazione unitario inferiore a 250 kJ/kg a 28 giorni;
- Per la pezzatura superiore degli inerti si utilizzi inerte da frantumazione e lavato, con attento controllo della resistenza all'abrasione e dei coefficienti di forma;
- La temperatura massima all'interno del calcestruzzo gettato non deve superare i 65° C nella parte centrale dei getti;
- La differenza di temperatura massima fra la termocoppia posta al centro del getto e quelle poste a 5cm dalla superficie del getto non deve essere superiore a 20°C.

Il controllo delle variazioni di temperatura durante la fase di presa ed indurimento del calcestruzzo, per una durata tale da ben evidenziare anche la fase di raffreddamento, dovrà essere effettuata inserendo almeno tre termocoppie. La misura sarà effettuata nei primi tre getti significativi e successivamente a discrezione della Direzione Lavori.

Sulla base delle caratteristiche dei singoli componenti e dei dosaggi della miscela qualificata l'Appaltatore, nell'ambito del progetto costruttivo, proporrà le dimensioni dei singoli getti e il passo degli eventuali induttori di fessurazione. A seguito dei primi getti, in funzione dei risultati ottenuti, l'Appaltatore dovrà eventualmente adeguare le modalità operative in contraddittorio con la Direzione Lavori.

Le riprese di getto verticali dovranno essere sfalsate in modo da ottenere nel complesso un sistema più monolitico ed evitare la formazione di sezioni più favorevoli all'insorgere di lesioni.


In corrispondenza delle riprese di getto a giacitura orizzontale si dovrà provvedere alle seguenti operazioni prima dell'esecuzione dei getti di ripresa:

- Pulizia della superficie del getto di livello inferiore con acqua in pressione;
- Eliminazione mediante aria compressa o aspirazione dell'acqua in eccesso;
- Applicazione a spruzzo di boiaccia cementizia additivata con lattice immediatamente prima del getto di ripresa.

Le riprese di getto a giacitura verticale saranno eseguite provvedendo al contenimento del getto mediante cassetteria "forata" costituita da una rete metallica a perdere tipo "Pernervometal". Le armature metalliche longitudinali dovranno attraversare la ripresa di getto. Eventuali riprese di armature per sovrapposizione dovranno essere eseguite, possibilmente, ad almeno 2 m dalla ripresa di getto.

3.32. Prescrizioni per il calcestruzzo del Locale soffianti e dei basamenti

Il calcestruzzo da utilizzare per il getto del locale soffianti e dei basamenti dovrà essere conforme alle prescrizioni della UNI EN 206-1/2001 "Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità" e dovrà possedere i seguenti requisiti minimi:

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 92
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- Classe di resistenza (Rck): 450 Mpa (C32/40);
- Classe di consistenza: S4÷S5;
- Massima dimensione dell'aggregato: 25 mm;
- Rapporto acqua/cemento massimo: 0.50;
- Tipo di cemento CEM III o CEM IV
- Contenuto minimo di cemento: 340 kg/m³;
- Classe di esposizione: XC2;
- Copriferro: 40 mm.

Gli inerti dovranno essere conformi alle UNI 8520/2 di categoria A.

Valgono inoltre le prescrizioni di cui ai punti B) e C) del capitolo precedente.

3.33. Maturazione accelerata a vapore per manufatti in c.a. normale

Per la realizzazione di elementi accessori prefabbricati in c.a. normale è ammesso l'utilizzo di una maturazione accelerata a vapore.

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono secondo il disposto del punto 10.7 della Norma UNI 9858/91:


- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 30°C, dopo le prime 4 h dall'impasto non deve superare 40°C;
- il gradiente di temperatura non deve superare 20°C/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 60°C (i valori singoli devono essere minori di 65°C);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10°C/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita di umidità per evaporazione.

Non sono ammessi sistemi di maturazione accelerata che prevedano il semplice riscaldamento dei casseri senza introduzione di vapore nell'ambiente di maturazione dei manufatti.

3.34. Riprese di getto verticali e orizzontali

In corrispondenza delle riprese di getto a giacitura sia orizzontale sia verticale si dovrà provvedere alle seguenti operazioni prima dell'esecuzione dei getti di ripresa:

- Pulizia della superficie del getto di livello inferiore con acqua in pressione;
- Eliminazione mediante aria compressa o aspirazione dell'acqua in eccesso;

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 93
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- Applicazione a spruzzo di boiacca cementizia additivata con lattice immediatamente prima del getto di ripresa, o trattamento equivalente preventivamente approvato dalla Direzione lavori.

3.35. Inserti e ancoraggi

A) Generalità

Gli inserti sono costituiti da carpenteria metallica che deve essere resa solidale alle strutture in conglomerato cementizio previo posizionamento e fissaggio prima della posa in opera del conglomerato stesso. Eventuali particolari istruzioni di posizionamento saranno precisate negli elaborati di progetto o in appositi articoli di capitolato. L'Appaltatore deve provvedere a porre in opera tutti gli inserti previsti nelle diverse strutture e a fornire e porre in opera tutti i materiali occorrenti per il loro posizionamento, sostegno e fissaggio, comprese le eventuali dime di posizionamento.

B) Bulloni di ancoraggio e tirafondi

La posa in opera di bulloni di ancoraggio deve in genere essere eseguita con l'ausilio di opportune maschere fornite dall'Appaltatore, secondo le seguenti fasi di lavoro:


- riporto delle quote di riferimento;
- tracciamento degli assi di riferimento;
- realizzazione di opportuni sostegni per la maschera, di sufficiente robustezza e solidamente ancorati all'armatura metallica delle strutture in conglomerato cementizio o altri punti fissi;
- posizionamento e fissaggio della maschera;
- posizionamento dei bulloni ed eventuali loro collegamenti all'armatura metallica;
- protezione con mezzi adeguati della filettatura dei bulloni.

Dopo l'ultimazione del getto l'Appaltatore deve eseguire lo smontaggio e la rimozione delle maschere e dei relativi accessori, nonché la pulizia, l'ingrassaggio e la protezione dei bulloni per garantirne la perfetta conservazione. Le tolleranze relative al posizionamento dei bulloni sono, di norma, indicate nei disegni; esse comunque non sono più restrittive delle seguenti:

- per la misura in quota: 2mm in più, niente in meno;
- per le misure planimetriche rispetto agli assi di riferimento: 2 mm in più o in meno;
- per le distanze mutue fra i bulloni di una stessa maschera: 0.5 mm in più o in meno.

C) Inserti vari

La posa in opera di inserti vari (profilati normali o del tipo Halfen, piastre, manicotti, telai, zanche, mensole, conduits, elementi di polifore, ecc.) deve essere eseguita con operazioni analoghe a quelle indicate al paragrafo precedente ma, di norma, senza l'ausilio di maschere che rimangano annegate nel getto.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 94
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Gli inserti, comunque, devono essere rigidamente fissati nella posizione prescritta ed eventualmente collegati all'armatura metallica.

Saranno ammesse deviazioni rispetto all'allineamento di progetto di 2mm/m. L'interasse dei profili dovrà rispettare la tolleranza di ± 15 mm.

D) Tasselli

Allo scopo di prevenire l'interferenza con i ferri o errori di posizionamento, laddove sia previsto in progetto l'impiego di tasselli (sia chimici che meccanici), l'Appaltatore provvederà a predisporre dei tubetti in PVC o plastica da lasciare nel getto come indicatore di posizione e come invito alla perforazione. Il diametro esterno di tali predisposizioni non dovrà essere superiore al 60% del diametro del tassello stesso. E' ammesso l'impiego di predisposizioni equivalenti, previa approvazione della Direzione Lavori. Non è ammesso eseguire forature senza avere previamente eseguito sulla superficie interessata un rilievo delle armature tramite pacometro.

3.36. Posa in opera di malte tipo Emaco per inghisaggi

Le malte di ancoraggio e di inghisaggio di cui al capitolo 2.3.4 dovranno essere posate secondo le prescrizioni degli elaborati di progetto e le indicazioni della casa produttrice.

3.37. Giunzioni di barre di armatura

A) Generalità

Per ogni tipo di acciaio le giunzioni delle barre di armatura devono essere eseguite dove indicato negli elaborati di progetto (esecutivo e costruttivo); eventuali giunzioni non previste in progetto dovranno essere autorizzate dalla Direzione Lavori.

La giunzione delle barre di diametro fino a 30mm compreso, di norma, deve essere eseguita per sovrapposizione.

B) Giunzione mediante saldature


La giunzione tramite saldatura di barre di armatura, secondo le indicazioni previste negli elaborati di progetto o quando richiesta in opera, previa approvazione della Direzione Lavori, dovrà essere effettuata secondo quanto prescritto dalla normativa prEN ISO 17660:2002 (Welding of reinforcing steel) con particolare riferimento ai processi e alla loro qualifica, ai materiali e al paragrafo 'Welded joints'.

Valgono comunque le seguenti prescrizioni.

B1. Norme di esecuzione

La saldatura deve essere del tipo elettrico-manuale con elettrodo.

Le barre da giuntare devono essere accostate di testa, senza alcuna puntatura, con interspazio compreso fra 5 e 10mm. Due spezzoni di barra dello stesso tipo e diametro delle barre da giuntare (ad eccezione delle barre da 30mm per le quali il diametro degli spezzoni deve essere da 24mm) aventi lunghezza minima, ciascuno, di dieci volte il diametro stesso, devono essere accostati, simmetricamente all'intersezione delle barre. La saldatura tra le barre e gli spezzoni de-

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 95
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

ve essere realizzata, per tutta la lunghezza dei tratti sovrapposti, su entrambi i lati, ottenendo così otto cordoni di saldatura.


B2. Studio preliminare

Prima di procedere all'esecuzione delle giunzioni, l'Appaltatore deve effettuare un ampio studio nonché le prove di qualificazione per definire in dettaglio le caratteristiche dei materiali da impiegare e i procedimenti di esecuzione. L'Appaltatore deve consegnare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle giunzioni, un relazione tecnica indicante per ogni tipo e diametro delle barre di armatura, nonché per ogni posizione di giunzione (orizzontale, verticale e inclinata), i materiali ed i procedimenti di giunzione che intende impiegare. Nella suddetta relazione devono in particolare essere evidenziate, descritte e motivate le seguenti questioni:

- il procedimento di saldatura che l'Appaltatore intende seguire in relazione alle caratteristiche dell'acciaio;
- il tipo di elettrodi che l'Appaltatore intende impiegare;
- dopo l'esame, con esito positivo, da parte della Direzione Lavori, della suddetta relazione tecnica, l'Appaltatore deve eseguire le prove di qualificazione secondo i seguenti criteri:
- i giunti da sottoporre a prova distruttiva di trazione saranno giunti 'gemelli', cioè eseguiti su spezzoni di barre dello stesso diametro, in posizione e condizione ambientale analoga a quella del corrispondente giunto in opera. L'Appaltatore deve sottoporre alle prove di trazione di cui ai punti seguenti, per ogni lotto di 150 giunti eseguiti dallo stesso operatore, nella stessa posizione (verticale, orizzontale, inclinata) e con lo stesso diametro e tipi di barra il seguente numero di campioni scelti dalla Direzione lavori: a) per il primo lotto, un giunto tra i primi dieci eseguiti, un giunto tra i successivi quaranta e un giunto tra i successivi cento, b) per ognuno dei lotti successivi: un giunto;
- dovranno essere effettuati due giunti di prova per ogni tipo e per il massimo diametro previsto dalle barre di armatura, nonché per ogni posizione del giunto (orizzontale, verticale, inclinata);
- tutti i giunti di prova dovranno essere sottoposti all'esame visivo; esso consiste nel verificare dopo l'esecuzione del giunto, quando questo si è raffreddato a temperatura ambiente, che il giunto stesso non presenti difetti quali cricche, incisioni, scarsità di materiale, ecc.
- tutti i giunti di prova dovranno essere sottoposti a prova distruttiva di trazione: a) in sede di qualificazione, la resistenza a trazione deve essere uguale o superiore al 125% del carico minimo di snervamento della barra di armatura, nonché deve essere maggiore o uguale al carico di rottura prescritto per la barra; b) in corso d'opera, la resistenza a trazione di tutti i giunti provati deve essere uguale o superiore al carico di rottura prescritto per le barre di armatura.

C) Giunzione meccanica

La giunzione meccanica di barre d'armatura secondo le indicazioni previste negli elaborati di progetto dovrà essere effettuata con manicotti tipo Lenton o equivalenti e secondo quanto prescritto nella certificazione e nei manuali d'uso del produttore.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 96
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

I manicotti dovranno essere del tipo indicato negli elaborati di progetto (di riduzione o di posizione), o approvati dalla Direzione Lavori, e dotati di una resistenza allo snervamento nominale non inferiore a 550 MPa e una resistenza a trazione non inferiore a 775 MPa.

I manicotti dovranno essere serrati con apposita chiave di serraggio fornita dal produttore e la filettatura delle barre rispondente ai requisiti della casa produttrice dei manicotti.

3.38. Strutture prefabbricate in calcestruzzo armato e precompresso

Con struttura prefabbricata si intende una struttura realizzata mediante l'associazione, e/o il completamento in opera, di più elementi costruiti in stabilimento o a piè d'opera.

La progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute nel DM dei Lavori Pubblici del 3 dicembre 1987, nonché nella circolare 16 marzo 1989 n. 31104 e ogni altra disposizione in materia.

Gli elementi prefabbricati lineari, realizzati con calcestruzzo armato o precompresso con trefoli aderenti, dovranno essere provvisti di marcatura CE secondo la norma UNI EN 13225 e prodotti nel rispetto delle prescrizioni indicate al § 11.8 del D.M. 14/01/2008.

Caratteristiche dei materiali secondo D.M. 14/01/2008:

- Classe di Resistenza del calcestruzzo: C 45/55 N/mm²
- Acciaio armonico di precompressione: trefoli a sette fili a basso rilassamento (stabilizzato) $f_{ptk} > 1860$ N/mm², $f_{p(1)k} > 1670$ N/mm²
- Acciaio ad aderenza migliorata: classe B450 C $f_{yk} > 450$ N/mm², $f_{tk} > 540$ N/mm²

Posa in opera

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati si devono adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo.

I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione dell'unione.


Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa se lasciati definitivamente in sito non devono alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo.

Unioni e giunti

Per «unioni» si intendono collegamenti tra parti strutturali atti alla trasmissione di sollecitazioni.

Per «giunti» si intendono spazi tra parti strutturali atti a consentire ad essi spostamenti mutui senza trasmissione di sollecitazioni.

I materiali impiegati con funzione strutturale nelle unioni devono avere, di regola, una durabilità, resistenza al fuoco e protezione, almeno uguale a quella degli elementi da collegare. Ove queste condizioni non fossero rispettate i limiti dell'intera struttura vanno definiti con riguardo all'elemento significativo più debole.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 97
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

I giunti aventi superfici affacciate, devono garantire un adeguato distanziamento delle superfici medesime per consentire i movimenti prevedibili.

Il Direttore dei lavori dovrà verificare che eventuali opere di finitura non pregiudichino il libero funzionamento del giunto.

Appoggi

Gli appoggi devono essere tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno, tenendo conto delle variazioni termiche, della deformabilità delle strutture e dei fenomeni lenti. Per elementi di solaio o simili deve essere garantita una profondità dell'appoggio, a posa avvenuta, non inferiore a 3 cm se è prevista in opera la formazione della continuità dell'unione, e non inferiore a 5 cm se definitivo. Per appoggi discontinui (nervature, denti) i valori precedenti vanno raddoppiati.

Per le travi, la profondità minima dell'appoggio definitivo deve essere non inferiore a $(8 + l/300)$ cm, essendo «l» la luce netta della trave in centimetri.

In zona sismica non sono consentiti appoggi nei quali la trasmissione di forze orizzontali sia affidata al solo attrito.

Appoggi di questo tipo sono consentiti ove non venga messa in conto la capacità di trasmettere azioni orizzontali; l'appoggio deve consentire spostamenti relativi secondo quanto previsto dalle norme sismiche.

Montaggio

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso. La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto.

Gli elementi vanno posizionati come e dove indicato in progetto.


In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

L'elemento può essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità.

L'elemento deve essere stabile di fronte all'azione del:

- peso proprio;
- vento;
- azioni di successive operazioni di montaggio;
- azioni orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 98
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi.


Deve essere previsto nel progetto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.

La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze) sarà verificata dalla Direzione dei lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

Accettazione

Tutte le somministrazioni di componenti strutturali prodotti in serie controllata possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali, né prove di carico dei componenti isolati, se accompagnati da un certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione e attestante che gli elementi sono stati prodotti in serie controllata e recante in allegato copia del relativo estratto del registro di produzione e degli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale.

Per i componenti strutturali prodotti in serie dichiarata si deve verificare che esista una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 99
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

STUTTURE METALLICHE

3.39. Carpenteria metallica in genere

A) Generalità

I dettagli esecutivi di carpenteria sono indicati nei disegni di progetto.

Per le condizioni generali di accettazione dei materiali si veda il capitolo 2.3.7.

Tutte le carpenterie metalliche in acciaio al carbonio saranno sottoposte ai trattamenti di zincatura a caldo e verniciatura secondo le specifiche contenute negli articoli al capitolo successivo.

La carpenteria dovrà essere fabbricata, controllata e installata in accordo a quanto stabilito dalle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” del DM 14/01/2008 (NT 2008), alla UNI EN 1090, dalle altre Norme UNI applicabili, dalle prescrizioni e dalle Norme citate nel presente Capitolato e nei documenti di progetto.

Per tutti i materiali metallici e le loro lavorazioni, il certificato di controllo deve essere del tipo 3.2 di cui alla UNI EN 10204.


B) Disegni di officina

I disegni di officina (*shop drawings*) dovranno essere sviluppati dall'Appaltatore e visti dalla Direzione Lavori prima dell'inizio delle lavorazioni. Il disegno di officina dovrà riportare l'univoca individuazione dei pezzi mediante sigla; tali sigle dovranno essere riportate nella distinta pezzi con il riferimento del relativo certificato di produzione.

I disegni d'officina recepiranno il contenuto dei disegni di progetto e di costruzione, dettagliando inoltre almeno:

- schemi di marcatura e criteri di identificazione dei pezzi;
- lunghezze di taglio dei pezzi;
- caratteristiche dei materiali e dei procedimenti di saldatura (sia industriali che di cantiere) con riferimento alle procedure qualificate approvate;
- indicazioni relative alla saldatura (individuazione, tipo di preparazione dei lembi da saldare, procedimento di saldatura, dimensioni e posizione, se eseguite in officina o al montaggio, controlli e ispezioni da eseguire), utilizzando la Norma UNI EN 22553:1997 (Giunti saldati e brasati – Rappresentazione schematica delle saldature sui disegni);
- posizione, dimensioni, criteri di realizzazione di tutti giunti e di tutte le forature previste nel progetto o richieste per esigenze di movimentazione dei pezzi;
- rappresentazione dello schema di movimentazione;
- rappresentazione del sistema di posizionamento (dima);
- tolleranze di fabbricazione e costruzione/montaggio/installazione (conformemente a quanto previsto nelle Norme pertinenti e nel presente Capitolato).

L'esame dei disegni di officina da parte della Direzione Lavori ha il solo scopo di verificare che la metodologia generale e di dettaglio di fabbricazione sia adeguata ed assicuri, prevedibilmente, risultati soddisfacenti, mentre l'Appaltatore rimane responsabile del lavoro e della sua esecuzione.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 100
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

C) Saldature – Requisiti generali

Le saldature, i saldatori, i procedimenti, le prove e i controlli dovranno soddisfare quanto stabilito dalle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” del DM 14/01/2008 (NT 2008), dalle Norme UNI applicabili, dalle prescrizioni e dalle Norme citate nel presente Capitolato e nei documenti di progetto.

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori e tenere aggiornata tutta la documentazione relativa ai procedimenti di saldatura qualificati. Nel certificato di qualifica del procedimento di saldatura (modalità di esecuzione, le tipologie, i procedimenti di saldatura ed il materiale di apporto che l'Appaltatore intende impiegare) dovranno essere evidenziate le modalità di preparazione dei lembi, le modalità di saldatura, il tipo di saldatura e il grado di accettabilità dei difetti, in accordo a UNI EN 15614-1:2005 (Prove di qualificazione della procedura di saldatura). Qualora i procedimenti adottati e qualificati richiedessero un trattamento termico dei componenti da saldare, tale trattamento dovrà essere effettuato come prescritto dalle procedure certificate.

Il certificato di qualifica dovrà essere rilasciato dall'Istituto Italiano della Saldatura.


L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori e tenere aggiornato l'elenco dei saldatori qualificati e i loro certificati di qualifica (patentini), in accordo a UNI EN 287-1:2004 (Prove di qualificazione dei saldatori), sia per coloro che eseguiranno le saldature in officina sia per coloro che eseguiranno saldature in cantiere. Per i processi di saldatura automatici e robotizzati il riferimento normativo è anche la Norma UNI EN 1418 (Personale di saldatura - Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici). I patentini dovranno tenuti anche in cantiere ed essere consegnati alla Direzione Lavori per qualsiasi verifica. Qualora fossero riscontrate irregolarità, la Direzione Lavori avrà la facoltà di allontanare il personale non qualificato e far eseguire, in seguito, prove non distruttive, sia in numero, sia in tipologia (Rx, ultrasuoni, ecc.). Per ogni saldatura dovrà essere identificabile il saldatore che l'ha eseguita. Dovranno inoltre essere consegnati alla Direzione Lavori i rapporti giornalieri redatti dai saldatori.

I materiali di consumo e le procedure di saldatura devono essere compatibili con i materiali da saldare; in particolare i materiali di apporto devono avere le caratteristiche minime del materiale base ed assicurare che le proprietà meccaniche della saldatura non siano inferiori a quelle dei materiali collegati.

Gli elettrodi dovranno essere certificati e, da parte della Direzione Lavori, potrà essere imposta la verifica chimica del materiale senza che venga riconosciuto alcun onere aggiuntivo; il tipo di elettrodi impiegati dovrà essere dichiarato nella specifica relazione allegata agli elaborati d'officina e di questi dovrà preventivamente essere trasmessa alla Direzione Lavori copia del certificato di omologazione con evidente riferimento alla bolla di trasporto e all'ordine del materiale.

L'Appaltatore sottoporà l'esecuzione delle saldature e le strutture saldate in officina al controllo dell'Istituto Italiano della Saldatura che provvederà all'esame della preparazione dei lembi e di tutte le saldature, ad assistere ai controlli visivi e non distruttivi o ad eseguirli direttamente.

Nel caso di saldature eseguite in cantiere, le prove verranno eseguite da ditte qualificate e certificate dall'Istituto Italiano della Saldatura, pena la nullità della prova. Le prove saranno di tipo radiografico, ultrasonore e/o magnetoscopiche da definirsi in funzione delle posizioni e della tipologia di saldatura da verificare.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 101
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

I riferimenti normativi per le saldature sono le Norme UNI, in particolare:

UNI EN ISO 15607:2005

Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Regole generali

UNI EN ISO 15609-1:2006

Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Specificazione della procedura di saldatura - Parte 1: Saldatura ad arco

UNI EN ISO 2560:2010

Materiali di apporto per saldatura - Elettrodi rivestiti per saldatura manuale ad arco di acciai non legati e a grano fine - Classificazione

UNI EN ISO 14171:2011

Materiali di apporto per saldatura - Fili elettrodi pieni, abbinamenti fili elettrodi pieni e fili elettrodi animati/flusso per saldatura ad arco sommerso di acciai non legati e a grano fino - Classificazione

Per quanto non ricoperto dalla citata normativa e dal presente Capitolato, in particolare per le saldature di elementi tubolari, valgono le Norme:

API - RP 2A-LRFD Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms – Load Resistance Factor Design

API Specification 5L Specification for Line Pipe

API Specification 2B Specification for the Fabrication of Structural Steel Pipe

AWS D1.1 Structural Welding Code - Steel


D) Tolleranze

In generale, salvo dove diversamente specificato in questo Capitolato e/o sui disegni di progetto, gli elementi di carpenteria metallica devono essere di classe m (media) conformi alle indicazioni della Norma:

UNI EN 22768-1 Tolleranze per dimensioni lineari ed angolari prive di indicazione di tolleranze specifiche

Per le tolleranze di esecuzione valgono le Norme:

UNI EN 1090 Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 102
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

3.39.1. Modalità esecutive

A) *Montaggio delle strutture in acciaio*

Il montaggio dei vari elementi di struttura in acciaio deve avvenire secondo i migliori criteri tecnici ed in osservanza alle normative prescritte e dalle vigenti leggi e norme infortunistiche; in particolare l'Appaltatore dovrà aver cura:

- di attenersi scrupolosamente ai disegni esecutivi;
- di controllare il rispetto delle prescritte tolleranze dimensionali;
- di verificare prima della posa in opera che i vari profilati siano completi dei previsti trattamenti di protezione alla corrosione.

Nella sequenza delle varie operazioni di montaggio si dovranno prevedere i tempi di presa dei corpi irrigidenti in calcestruzzo armato cui è affidata la funzione di controventatura per azioni orizzontali trasmesse dai solai, resi questi solidali alla struttura in acciaio a mezzo di opportuni connettori.

Le azioni trasmesse da detti solai saranno calcolate disgiuntamente alla presenza in fase di montaggio delle controventature orizzontali in profilati metallici.

B) *Tracciamenti*

I tracciamenti devono essere eseguiti dall'Appaltatore sotto la propria responsabilità, mentre la Direzione Lavori si riserva il diritto di verificarli in qualsiasi momento. La Direzione Lavori deve fornire i capisaldi di riferimento.

C) *Colonne*

L'eccentricità delle colonne non deve superare i 1/1000 dall'altezza, ferme restando le limitazioni degli scartamenti delle vie di corsa.

D) *Sigillatura delle piastre di base*

E' necessario curare che la piastra di base degli apparecchi di appoggio delle colonne appoggi per tutta la superficie sulla struttura attraverso un letto di malta.


Per gli appoggi di maggiore impegno dovrà essere usata malta espansiva, non aggressiva verso i bulloni di ancoraggio.

E) *Gestione materiali*

Tutti i prodotti di laminazione a piazze devono essere contraddistinti con vernici diverse a seconda dei tipi. Nelle officine e nei cantieri, i luoghi di deposito dei materiali dei vari tipi devono essere possibilmente separati.

F) *Raddrizzamento*

Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti con dispositivi agenti per pressione.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 103
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

G) Tagli

Le superfici dei tagli possono restare grezze, purché non presentino strappi, riprese, mancanze di materiale o sbavatura.

E' ammesso il taglio ad ossigeno purché regolare. I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice.

La rettifica dei bordi delle lamiere e dei larghi piatti deve essere effettuata mediante rifilatura.

H) Forature

I fori per i chiodi e bulloni devono essere preferibilmente eseguiti col trapano od anche col punzone purché successivamente alesati; non sono ammesse deroghe quando si abbiano sollecitazioni a fatica o dinamiche.

Per chiodature o bullonature di ordinaria importanza statica e fino a spessori di 10 mm, è ammessa la punzonatura dei fori al diametro definitivo, senza allargamento ulteriore, purché la punzonatura venga opportunamente eseguita e controllata, particolarmente al fine di evitare la formazione di cricche o sbavature.

Nella punzonatrice il diametro della matrice deve superare al massimo di 2 mm il diametro del punzone. Quando sia previsto l'ulteriore allargamento dei fori, la base maggiore del vano tronco conico creato col punzone avrà diametro di almeno 3 mm inferiore a quello del diametro del foro definitivo, e questo deve essere poi ottenuto allargando il foro con trapano o con l'alesatore.

E' vietato l'uso della fiamma per l'esecuzione di fori per chiodi e bulloni.

Gli elementi destinati a comporre una stessa membratura possono essere forati singolarmente.

L'alesatura dei fori deve essere però eseguita sempre con un'unica operazione per tutti gli elementi, a tale scopo ammorsati nella giusta posizione, previa asportazione delle sbavature dei fori.

Per i fori di chiodi o bulloni destinati agli attacchi terminali delle membrature, si deve prevedere l'alesatura o la foratura diretta con trapano al diametro definitivo con un'unica operazione ed effettuando in officina gli opportuni premontaggi.

Si può derogare alla prescrizione, quando i fori vengono trapanati o alesati su appropriate maschere metalliche o con accorgimenti equivalenti.


I) Unioni bullonate

Le viti, i dadi e le rosette devono portare, in rilievo i impresso, il marchio del fabbricante e la classe.

Nei giunti flangiati devono essere particolarmente curati la planarità ed il parallelismo delle superfici di contatto.

Per il serraggio dei bulloni si devono usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata; tutte peraltro devono essere tali da garantire una precisione non minore di 5%.

Il valore della coppia di serraggio MS, da applicare sul dado o sulla testa del bullone, deve essere quella indicata nelle Norme Tecniche D.M. 30.5.72.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 104
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Durante il serraggio è opportuno procedere come segue:

- a) serrare i bulloni, con una coppia pari a circa il 60% della coppia prescritta, iniziando dai bulloni interni,
- b) ripetere l'operazione, come più sopra detto, serrando completamente i bulloni.

J) Modalità esecutive per le unioni ad attrito

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive cioè di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso.

Di regola la pulitura deve essere eseguita con sabbiatura; è ammessa la semplice spazzolatura delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera.

Le giunzioni calcolate con $\phi = 0,45$ devono essere sabbiate a metallo bianco.

I bulloni devono essere montati in opera con una rosetta posta sotto la testa della vite (smusso verso la testa) e una rosetta sotto il dado (smusso verso il dado).

I pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere marcati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'alesatura dei fori. L'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione.

K) Unioni saldate

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1:2004 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1:2004, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.


Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418:1999. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2005.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555:2001; valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 della appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un Ente terzo; in assenza di prescrizioni in proposito l'Ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 105
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011:2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2005.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione..

In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817:2004 e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062:2004.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN473:2001 almeno di secondo livello.


Oltre alle prescrizioni applicabili di cui al precedente paragrafo, il costruttore deve corrispondere ai seguenti requisiti.

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 parti 2 e 4; il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. I requisiti sono riassunti nella tabella di seguito riportata.

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
	A	B	C	D
Materiale Base: Spessore minimo delle membrature	S235, $s \leq 30\text{mm}$ S275, $s \leq 30\text{mm}$	S355, $s \leq 30\text{mm}$ S235 S275	S235 S275 S355 S460, $s \leq 30\text{mm}$	S235 S275 S355 S460 (Nota 1) Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati (Nota 1)
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719:1996	Di base	Specifico	Completo	Completo

Nota 1) Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un Ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 106
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

L) Giunti ad attrito

Le superfici a contatto devono essere preparate e protette; i giunti ad attrito devono essere accuratamente protetti non appena completato il serraggio definitivo, verniciando i bordi dei pezzi a contatto, le rosette, la testa ed il dado del bullone, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione nell'interno del giunto.

Le parti destinate ad essere incorporate in getti di conglomerato cementizio non devono essere verniciate, bensì accuratamente sgrassate.

M) Unioni per contatto

Le superfici di contatto devono essere convenientemente piane e ortogonali all'asse delle membrane collegate.

Le membrane senza flange di estremità devono avere superfici di contatto lavorate con la pialla, la limatrice, la fresa o la mola.

Per le membrane munite di flange di estremità si devono distinguere i seguenti casi:

- per flange di spessore inferiore o uguale a 50 mm è sufficiente, se necessario, la spianatura alla pressa o con sistema equivalente;
- per flange di spessore compreso tra i 50 e i 100 mm, quando non sia possibile un'accurata spianatura alla pressa, è necessario procedere alla piallatura o alla fresatura delle superfici di appoggio;
- per flange di spessore maggiore di 100 mm le superfici di contatto devono sempre essere lavorate alla pialla o alla fresa.

N) Premontaggi

Per strutture particolarmente complesse, ad insindacabile giudizio della D.L., è necessario il montaggio provvisorio in officina prima della spedizione a piè d'opera; in tal caso il montaggio può essere effettuato anche in più riprese, purché in tali montaggi siano controllati tutti i collegamenti.


Nel caso di strutture complesse costruite in serie è sufficiente il montaggio di prova del solo campione, purché la foratura si esegua con maschera o con procedimenti equivalenti.

3.39.2. Centri di trasformazione

Si definisce Centro di trasformazione un impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il Centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione, vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 107
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Il trasformatore deve dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni tali da compromettere le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti originari previste dalle presenti norme.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto, che sovrintende al processo di trasformazione, deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione, specificata nel seguito, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

I centri di trasformazione sono identificati, ai sensi delle presenti Norme, come "luogo di lavorazione" e, come tali, sono tenuti ad effettuare una serie di controlli atti a garantire la permanenza delle caratteristiche, sia meccaniche che geometriche, del materiale originario. I controlli devono essere effettuati secondo le disposizioni riportate nel seguito per ciascuna tipologia di acciaio lavorato.

Nell'ambito del processo produttivo deve essere posta particolare attenzione ai processi di piegatura e di saldatura. In particolare il Direttore Tecnico del centro di trasformazione deve verificare, tramite opportune prove, che le piegature e le saldature, anche nel caso di quelle non resistenti, non alterino le caratteristiche meccaniche originarie del prodotto. Per i processi sia di saldatura che di piegatura, si potrà fare utile riferimento alla normativa europea applicabile.

Per quanto sopra, è fatto obbligo a tali centri di nominare un Direttore Tecnico dello stabilimento che opererà secondo il disposto dell'art. 64, comma 3, del DPR 380/01.

I centri di trasformazione sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, indicando l'organizzazione, i procedimenti di lavorazione, le massime dimensioni degli elementi base utilizzati, nonché fornire copia della certificazione del sistema di gestione della qualità che sovrintende al processo di trasformazione. Ogni centro di trasformazione dovrà inoltre indicare un proprio logo o marchio che identifichi in modo inequivocabile il centro stesso.

Nella dichiarazione deve essere indicato l'impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine.


Alla dichiarazione deve essere allegata la nota di incarico al Direttore Tecnico del centro di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità, ai sensi delle presenti norme, sui controlli sui materiali.

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione di cui sopra.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 108
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

3.39.3. Controlli

A) *Controlli dell'appaltatore*

Controllo dei materiali

I materiali da costruzione devono essere controllati secondo quanto richiesto agli articoli specifici del presente Capitolato.

Controllo sulle saldature

Le saldature devono essere controllate a cura dell'Appaltatore, con adeguati procedimenti e non devono presentare difetti quali mancanza di penetrazione, depositi di scorie, cricche di lavorazione, mancanza di continuità ecc. in particolare:

- i giunti di testa delle piattabande devono essere di 1° classe secondo le Norme Tecniche D.M. 16.6.76 e vanno controllati al 100% con radiografie;
- le saldature correnti d'angolo di unione dell'anima alla piattabanda devono essere sottoposte a controllo magnetoscopico per almeno il 25% dello sviluppo totale.

I controlli eseguiti devono essere contromarcati con punzonature sui pezzi, in modo da consentire la loro identificazione successiva in base alla documentazione da inviare tempestivamente alla Direzione Lavori.


Controllo sui bulloni

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato con uno dei seguenti modi:

- a) si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per far ruotare ulteriormente di 10° il dado;
- b) dopo aver marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione almeno pari a 60° e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

Controllo dimensionale

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 109
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

L'Appaltatore deve eseguire gli opportuni controlli dimensionali sia sui singoli pezzi che sugli elementi premontati.

B) Controlli della Direzione Lavori

I controlli in cantiere, demandati al Direttore dei Lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti effettuando un prelievo di almeno 3 saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 3.14.3.5, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni di cui ai § precedenti.

Tutti i materiali e le lavorazioni che formano oggetto del contratto di fornitura o di appalto possono essere ispezionati e sottoposti a verifica da parte della Direzione Lavori presso l'officina costruttrice; l'Appaltatore dovrà altresì prestare responsabile assistenza al rappresentante della Direzione Lavori nello svolgimento della sua attività di ispezione e verifica senza che ciò dia diritto a compensi aggiuntivi.

Se alla verifica alcune parti di fornitura risultano difettose o comunque inefficienti, la Direzione Lavori ha il diritto di ottenere l'eliminazione dei difetti nel minore tempo possibile, fatto salvo il diritto di respingere la fornitura o di chiedere la riduzione del prezzo.

L'Appaltatore deve notificare alla Direzione Lavori, con almeno 15 giorni di anticipo, la data di approntamento del materiale da verificare.

In caso di collaudo in opera l'Appaltatore deve dare alla Direzione Lavori tutta la collaborazione e assistenza necessaria in personale, attrezzature, per eseguire il collaudo stesso, e tutto ciò che necessiterà per l'esecuzione delle prove, il cui onere di spesa è a totale carico dell'Appaltatore.


3.39.4. Collaudo

Nomina e compiti del collaudatore

Le costruzioni di acciaio devono essere collaudate prima dell'accettazione definitiva. Il collaudo deve essere eseguito da un ingegnere, iscritto all'Albo Professionale e che non sia intervenuto in alcun modo alla progettazione, direzione ed esecuzione dell'opera.

La nomina del collaudatore sarà fatta dalla Stazione Appaltante. Per costruzioni di importanza rilevante, potrà essere nominato un collaudatore in corso d'opera che partecipi agli esami e agli accertamenti fin dall'inizio dell'esecuzione dell'opera stessa.

Il collaudatore ispezionerà l'opera, verificherà la rispondenza di essa al progetto ed alle prescrizioni contrattuali; in particolare prenderà visione dei certificati riguardanti le prove sui materiali e delle eventuali radiografie e dei risultati delle prove di carico che eventualmente si sono eseguite in corso d'opera dal Direttore dei Lavori, con le modalità indicate al successivo paragrafo.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 110
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

A suo criterio le opere saranno assoggettate ad ulteriori prove di carico sempre con le modalità indicate al successivo paragrafo. L'onere di spesa per le ulteriori prove di carico sarà a carico dell'Appaltatore.

Prove di carico

Ove sia il caso, l'esecuzione delle misure di deformazione e tensione sarà demandata a un laboratorio di un Ente Ufficiale qualificato. Gli oneri di spesa derivanti sono a completo carico dell'Appaltatore.

Modalità esecutive della prova

Di regola, il carico sull'elemento che si intende provare sarà materialmente realizzato in conformità delle ipotesi di calcolo.

Sovraccarichi di prova maggiori di quelli di progetto potranno essere applicati solo in accordo col progettista. E' ammessa peraltro la sostituzione del carico di calcolo con uno o più carichi concentrati equivalenti nei confronti delle tensioni o delle deformazioni massime, a condizione che sia accertato che non ne derivino altrove tensioni maggiori di quella di calcolo.

Se la prova riguarda una trave dell'orditura di un solaio, oltre alla inflessione della trave di cui si tratta, si misureranno quelle delle travi contigue, al fine di valutare la quota di carico di prova effettivamente assorbita dalla trave in esperimento.

Gli strumenti di misura saranno piazzati in numero sufficiente e con le cautele necessarie ad evitare che le misurazioni siano falsate a causa sia di cedimenti (anche dei vincoli) o vibrazioni, estranei alle deformazioni che interessano, sia di variazioni termiche o igrotermiche dell'ambiente.

Il carico di prova sarà applicato in successive fasi. Tra due fasi consecutive deve trascorrere il tempo necessario a che la deformazione si dimostri stabilizzata.


La deformazione residua dovrà essere misurata subito dopo lo scarico e dopo un congruo periodo di tempo.

Interpretazione dei risultati

L'esito della prova sarà ritenuto soddisfacente quando:

- nel corso dell'esperimento non si siano prodotti dissesti tali da menomare la sicurezza o la durata della struttura;
- la freccia osservata sotto il carico massimo sia nei limiti stabiliti dalla Direzione Lavori e comunque, non maggiore di quella teorica;
- la freccia residua allo scarico sia una modesta aliquota di quella osservata sotto il carico massimo. Quando ciò non sia, dovrà essere ripetuta finché la freccia residua all'ultimo ciclo sia praticamente scomparsa. Qualora la Direzione Lavori o il Collaudatore, a loro insindacabile giudizio, lo ritenessero opportuno, si eseguiranno prove a rottura in sito o presso Laboratori Ufficiali. L'onere di spesa è a carico dell'Appaltatore.

L'onere di tutte le prove è a totale carico dell'Appaltatore.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 111
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

3.40. Opere minori in ferro o altro materiale metallico

Per tutti i lavori od opere in ferro od altro metallo, infissi compresi, dovranno anzitutto osservarsi scrupolosamente, per quanto riguarda i materiali da impiegare, le norme di cui al relativo articolo del capitolo I del presente Capitolato.

Nel caso di opere o strutture portanti l'Appaltatore dovrà eseguire e sottoporre alla approvazione degli organi tecnici dell'Amministrazione i calcoli di resistenza e lo sviluppo completo del progetto di tali opere o strutture firmate da un Ingegnere di sua fiducia assumendo con ciò la responsabilità piena ed incondizionata del progetto stesso e della sua esecuzione, senza che tale responsabilità possa mai venire meno a seguito dell'esame e della approvazione degli organi tecnici della Amministrazione.

L'Appaltatore, per forniture di una certa importanza, dovrà informare gli organi tecnici dell'Amministrazione allorché i materiali approvvigionati giungessero all'officina affinché, prima che venga iniziata la lavorazione, gli organi tecnici suddetti possano disporre per un primo esame e verifica di detti materiali e per i prelevamenti di campioni per le prescritte prove di resistenza.

Gli organi tecnici dell'Amministrazione hanno la facoltà di far eseguire dette prove, che sono a completo carico dell'Appaltatore, nel numero che riterranno opportuno e di rifiutare, in tutto o in parte, i materiali approvvigionati a seconda dell'esito di dette verifiche senza che l'Appaltatore possa pretendere indennizzo alcuno o proroga ai termini di consegna.

Accettati regolarmente i materiali si potrà procedere alla loro lavorazione e quindi, se gli organi tecnici dell'Amministrazione lo richiederanno, al montaggio provvisorio delle parti in officina.

L'Appaltatore dovrà successivamente informare gli organi tecnici dell'Amministrazione per le opportune verifiche dei materiali lavorati e per la loro pesatura, che saranno eseguite anche esse in officina, il tutto a spese dell'Appaltatore stessa.


Tutte le prove ed accettazioni provvisorie da parte degli organi tecnici dell'Amministrazione non esonerano l'Appaltatore dalle sue responsabilità circa la perfetta riuscita delle opere, ne dall'obbligo di sostituire o riparare tutti i materiali che manifestino difetti o guasti di qualsiasi genere e ciò anche dopo il montaggio e sino al collaudo favorevole.

Il ferro e gli altri metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e precisione di dimensioni; i fori dovranno essere sempre eseguiti interamente al trapano; sarà tollerato l'impiego del punzone per fori eseguiti con un diametro di almeno 4 mm inferiore al definitivo ed allargati poi mediante trapano o alesatore.

Le saldature autogene, eseguite in preferenza elettricamente, dovranno corrispondere alle prescrizioni del Registro Navale Italiano ed essere accuratamente ripulite e spianate a superficie piana se in vista, specie nelle opere rifinite (ringhiere, cancellate, infissi, ecc.); saranno ammesse con cordolo grezzo negli altri casi.

I tagli potranno eseguirsi normalmente con la cesoia; ma se in vista dovranno essere rifiniti nelle opere che lo richiedono, con una ripassata alla mola.

Fanno carico all'Appaltatore per la posa in opera, gli oneri del trasporto, scarico, tiro in alto e qualsiasi opera provvisoria occorrente, ed inoltre gli scalpellamenti, la muratura di tasselli e grappe e di tutte le ferramenta accessorie a mura quali nottole, ganci, catenelle, braccialetti, piastrine, ecc.; la rincoccatura, la ripresa dell'intonaco, la stuccatura e quanto altro occorre per dare l'opera pronta per l'opera del pittore.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 112
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

La posa in opera suddetta è, di regola, compresa e compensata con i prezzi previsti in elenco per le opere in ferro od altro metallo.

3.40.1. Ringhiere, cancelli, inferriate e simili

Le ringhiere, cancelli, inferriate, recinzioni e simili opere da fabbro dovranno presentare i regoli ben diritti ed in perfetta composizione ed i tagli delle connessioni, per gli elementi incrociati, corrispondere perfettamente senza discordanza di sorta. Inoltre le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno, nei fori formati a caldo, alcuna fessura che si prolunghi oltre il necessario, ed il loro in- treccio dovrà essere tale che nessun ferro possa sfilarsi.

Infine gli elementi di orditura saranno solidamente fissati ai telai che saranno muniti di robuste grappe ben chiodate ad essi.

3.40.2. Serrande avvolgibili

Le serrande avvolgibili potranno essere dei seguenti tipi:

- a lamiera d'acciaio ondulata di spessore 8/10 mm;
- del tipo corazzato ad elementi snodabili di acciaio laminato a freddo dello spessore di mm 12/10 e 10/10 con elementi, se richiesti, traforati;
- del tipo a giorno, costituita da elementi a maglia di tondini di ferro del diametro e disegno a scelta degli organi tecnici della Amministrazione.

Tutte le serrande, di qualsiasi tipo, dovranno essere complete dei relativi meccanismi di avvolgimento dei migliori tipi esistenti in commercio, guide, accessori e serrature tipo Yale con 3 chiavi e dovranno essere poste in opera da personale specializzato in modo da assicurarne il perfetto funzionamento.

3.40.3. Cancelli riducibili


I cancelletti riducibili saranno di norma costituiti da doppi montanti in ferro trafilato con armature a triplice snodo, attacchi laterali, serratura tipo Yale con 3 chiavi, ecc., i montanti potranno poggiare su guida inferiore od essere sospesi alla guida superiore con movimento su cuscinetti a sfera.

3.40.4. Infissi in ferro tubolare speciale

Infissi per finestre e porte-finestre ad una o più ante, con imbotte laterale da mm 100 e guide incorporate, cassonetto per l'avvolgibile con pannello interno asportabile per l'ispezione.

Gli infissi saranno realizzati con profilati tubolari metallici ricavati dalla profilatura a freddo di nastro di acciaio zincato a caldo (sistema SENDZIMIR), aventi lo spessore minimo di mm 1.

I profilati stessi saranno chiusi mediante saldatura elettrica, a punti intervallati di circa cm 5, effettuata nel canale entro il quale sarà montato il vetro in modo da risultare completamente mascherata.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 113
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

I telai portavetro saranno costituiti con profilati di sezione minima di mm 45x35, aventi un canale adatto all'alloggiamento del vetro di larghezza diversa adeguata rispettivamente alla applicazione di vetri semidoppio stampato retinati o vetrocamera.

I vetri saranno infilati dal lato superiore del telaio che risulterà formato da due profilati di cui almeno uno tubolare, e collegati con un elemento coprifessura applicato con viti.

Le battute di tenuta fra telai e telai apribili saranno composte di due piani di battuta fra metallo e metallo, con interposizione di adeguata camera di espansione, ad una battuta elastica formata da profilato in neoprene o dutral, facilmente ricambiabile, opportunamente fissata in apposito alloggiamento ricavato nel profilato, che non interferisca sulle battute fra metallo e non diminuisca la sezione della camera di espansione.

Tutti i telai dovranno avere su tutta la larghezza del profilato di base, un canale raccoglitore delle acque di condensa perfettamente otturato alle estremità e degli orifizi di almeno 50 mmq di sezione interna, in numero di uno per metro con un minimo di n° 2, congegnati in modo da evitare il ritorno dell'acqua all'interno sotto l'azione del vento ed essere facilmente pulibili.

Gli orifizi esterni saranno posizionati in prossimità dei montanti verticali. I telai apribili saranno muniti di opportuni battenti acqua e le estremità inferiori delle porte-finestre dovranno essere munite di un profilato (gocciolatoio) che consenta l'alloggiamento del dente di ritenuta dell'acqua normalmente ricavato sulla soglia in pietra o in cemento.

Detto profilato sarà ricoperto da un angolo in acciaio inossidabile 18/8 con funzione di battuta alla porta e sarà fissato con viti sul precedente.

Le porte-finestre avranno uno zoccolo tamburato in lamiera zincata alto cm 10/15.

Il telaio fisso a muro di ogni infisso dovrà essere fissato alla muratura mediante un numero adeguato di zanche e viti e dovrà poter permettere la sigillatura fra muratura e telaio mediante riempimento del vano con malta cementizia.

Nei casi in cui è prevista la guida dell'avvolgibile, questa dovrà essere ricavata nel profilato costituente il lato fisso del serramento e dotata di invito.


Tutti gli infissi, dopo la costruzione, dovranno essere fosfatati con procedimento a bagno comprendente la sgrassatura, la fosfatazione e la passivazione eseguite a caldo ed intervallate da singoli lavaggi in acqua corrente. Successivamente, i pezzi speciali saranno verniciati con una mano di fondo al cromato di zinco che dovrà essere applicata ad immersione per i profilati tubolari.

La verniciatura a finire, sarà eseguita con smalti essiccati a forno particolarmente resistenti agli agenti atmosferici.

Le cerniere di acciaio zincato, dovranno essere saldate elettricamente ai telai fuori vista, all'interno dei profilati o comunque con saldatura opportunamente occultata; le spine sfilabili saranno in ottone oppure in acciaio zincato con rondelle in lega antigrippaggio.

In caso di telai apribili a vasistas, i compassi di apertura dovranno garantire l'impossibilità di sganciamento fortuito del telaio. Maniglie, cricchetti e cariglioni (cremonesi) dovranno essere in metallo cromato lucido.

Questi ultimi avranno perno centrale e gancio nel caso di finestre ad un'anta, con fissaggio superiore od inferiore a mezzo di ante occultate nei profili in caso di finestre a due ante.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 114
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

In caso di ante semifisse queste saranno fissate con catenacci ad aste occultate, mentre le ante fisse saranno bloccate a mezzo di viti sul telaio a muro onde consentirne un facile smontaggio.

3.41. Opere da lattoniere in genere

I lavori di lamiera di ferro nera o zincata, di rame, di piombo, di ottone, di alluminio od altri modelli, dovranno essere delle dimensioni e forme richieste, lavorate a regola d'arte, a perfetta finitura e con la massima precisione. Detti lavori saranno dati in opera, salvo contraria precisazione contenuta nell'elenco prezzi, completi di ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, come raccordi di attacco, pezzi speciali e sostegni di ogni genere (braccetti, grappe, ecc.).

Le parti non zincate saranno inoltre verniciate o con una mano di catrame liquido o minio di piombo, od anche con due mani di vernice comune, a seconda delle disposizioni della Stazione Appaltante. Le giunzioni dei pezzi saranno fatte mediante chiodature, ribattiture o saldature secondo quanto prescritto dalla stessa Stazione Appaltante ed in conformità dei campioni che dovranno essere presentati per l'approvazione.

I canali di gronda saranno della forma e del materiale indicati nel progetto esecutivo o dalla Stazione Appaltante e dovranno essere posti in opera con le pendenze necessarie al perfetto scolo delle acque a seconda degli ordini della Stazione Appaltante. I canali di gronda verranno sagomati tondi, a gola con bordo esterno, od a sezione quadra o rettangolare, secondo le prescrizioni della Stazione Appaltante e fornite in opera con le occorrenti unioni o risvolti per seguire la linea di gronda con pezzi speciali da imboccatura, ecc. e con robuste cicogne in ferro per sostegno. Esse saranno modellate secondo quanto sarà disposto e murate o fissate all'armatura della copertura a distanze non maggiori di metri 0,60. Le giunzioni dovranno essere chiodate e stagnate a perfetta tenuta; tutte le parti metalliche dovranno essere verniciate con doppia mano di minio di piombo. Per quanto concerne i pluviali essi potranno essere interni o esterni alle muraure ed avere qualsiasi forma, dimensione e spessore. Dovranno altresì essere realizzati secondo i dettagli costruttivi o le prescrizioni della Stazione Appaltante. Qualora venissero realizzati di rame lo spessore non potrà essere inferiore a 0,5 mm.

3.42. Norme particolari per le strutture tubolari smontabili


Il presente paragrafo interessa tutte quelle strutture tubolari meccaniche quali ponteggi, centine per ponti, capannoni, tettoie, piloni, recinzioni ostacoli, impalcature, ecc.

Tutti i tubi ed accessori prima del loro montaggio dovranno essere ben ripuliti da qualsiasi traccia di fango, grasso, malta di cemento, ecc.

Dovranno essere scartati prima del montaggio tutti i tubi deformati, quelli la cui sezione risulti menomata da usura o da altre ingiurie; così pure dovranno essere scartati quei giunti con ganasce parzialmente rotte, con bulloni con filetto molto usurato o spanato.

3.43. Grigliati e lamiere lavorate

I riquadri di grigliato devono essere realizzati su due appoggi. L'appoggio sarà continuo.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 115
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

La direzione dei piatti portanti deve essere quella indicata sui disegni di assieme, affinché i carichi sulle travi risultino conformi a quelli previsti nel dimensionamento delle travi stesse.

Le lamiere lavorate appoggeranno semplicemente sui profilati, salvo diversa indicazione contenuta negli elaborati di progetto. I tagli e/o le aperture, circolari e di altra forma, non indicate sui disegni saranno praticate in cantiere sulla base di rilievi e degli elaborati grafici. Il materiale impiegato deve essere S355J0 sia per i grigliati che per le lamiere lavorate (salvo dove diversamente indicato sugli elaborati di progetto).

A. Grigliati

I grigliati devono essere costituiti da piatti portanti di tipo elettroforgiato secondo le indicazioni di progetto e della lunghezza massima di 2.0m fra gli appoggi, posti all'interasse stabilito in progetto e collegati trasversalmente mediante esagoni trafilati di adeguato spessore e passo.

Gli esagoni devono essere solidamente fissati ai piatti portanti mediante pressofusione o mediante saldatura, con particolare cura alla giunzione del piatto fondo.

I riquadri di grigliato devono essere zincati secondo le UNI 5744.

Per tutti i riquadri di grigliato, al fine di evitare la compenetrazione testa a testa, i piatti di ciascun lato devono venire collegati di testa mediante un piatto, disposto trasversalmente, delle stesse caratteristiche di quello portante.

I riquadri di grigliato devono essere tenuti in posto in modo da impedire lo spostamento sul piano orizzontale e da impedire il sollevamento dei riquadri stessi; in ogni caso è esclusa la saldatura.

La tolleranza dimensionale dei riquadri è di $\pm 2.5\text{mm}$. Il gioco dimensionale fra i riquadri è di 5.0mm.

B. Lamiere striate o bugnate

Le lamiere striate o bugnate devono avere, di norma, uno spessore di 6mm misurata sottostrada o, quando necessario superiore, fino a 12mm.

Esse devono essere sagomate secondo i disegni di progetto o secondo rilievi effettuati direttamente in cantiere e, qualora fosse richiesto dal progetto, costolate secondo le indicazioni riportate nei citati disegni.


I tagli eseguiti alla fiamma devono essere lavorati alla mola.

Ogni riquadro deve essere contornato da un profilato di irrigidimento di spessore tale da riportare il filo esterno della lamiera sul piano della zona circostante.

Ogni riquadro deve avere due fori di forma opportuna, da utilizzare per lo spostamento qualora il collegamento del supporto non sia fisso.

La tolleranza dimensionale e il gioco dei riquadri sono conformi a quanto prescritto per i grigliati.

Nel caso vengano utilizzate per copertura a tenuta d'acqua, le lamiere devono essere consegnate in opera con adeguati rinforzi e saldate a tenuta con cordone di saldatura continuo.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 116
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Eventuali saldature di testa delle lamiere devono essere rinforzate con angolare nella parte inferiore.

La chiusura di botole o vani deve comunque essere realizzata, di norma, in un unico pezzo senza saldature.

In tutti i casi in cui siano necessari più pezzi per realizzare chiusure di botole, vani, cunicoli, ecc., deve essere assicurata la continuità e la regolarità del disegno.

La eventuale zincatura deve essere conforme alle norme UNI 5744.

3.44. Griglie di aerazione verticali

Le griglie di aerazione e ventilazione saranno costituite da telaio in alluminio e alette in profili estrusi di alluminio anodizzato o rivestito con polveri, complete di rete antivolatile ed antinsetto in acciaio legato.

L'abbattimento acustico delle griglie, ove richiesto, dipenderà dal livello di rumore prodotto dalle macchine, così come previsto nel progetto impiantistico.

Nell'eventualità che vengano installati macchinari che dovessero presentare livelli di rumore più alti di quelli previsti potrebbe essere necessario prevedere griglie con maggiore abbattimento acustico.

Per le griglie tipo "LOUVRES" con isolamento acustico non è prescritto un passaggio d'aria minimo garantito. Per le griglie di aerazione devono essere rispettate le dimensioni geometriche indicate sugli elaborati (in questo caso le alette non riducono la sezione di passaggio dell'aria). Le griglie di aerazione sono previste di spessore 100 mm.

Per tutte le griglie tipo "LOUVRES" non è prevista la rete antifoglie.

Tutte le griglie tipo "LOUVRES" saranno previste in alluminio verniciato.


3.45. Lamiera per copertura Tettoia Ispessitore dinamico

A) Generalità

La lamiera di copertura della Tettoia dell'Ispessitore Dinamico tipo Riverclack 550 o equivalente deve avere caratteristiche di tenuta idrica del manto in qualsiasi condizione atmosferica, ivi comprese le condizioni di completo allagamento del manto stesso senza l'utilizzo di guarnizioni.

Il fissaggio delle lastre di copertura, di lunghezza pari alla falda, viene eseguito mediante gruppi composti da staffe in poliammide rinforzato e viti in acciaio zincato, che permettono il libero movimento per effetto delle dilatazioni termiche, ancorate sui sottostanti arcarecci disposti a passo max 82.5 cm e costituiti da profili in acciaio zincato tipo Omega come indicato sui disegni di progetto.

Le lastre devono risultare pedonabili considerando l'interasse degli arcarecci (max 82.5 cm) e sono preverniciate sul lato esterno (colore a scelta della Direzione Lavori).

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 117
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

B) Caratteristiche dimensionali

- altezza nervatura = 46 mm
- larghezza lastra = 550 mm
- spessore = 0.7 mm

C) Caratteristiche meccaniche minime:

- materiale: alluminio lega 5754, stato fisico H 18/28
- carico snervamento = 223 N/mm²
- carico rottura = 262 N/mm²

3.46. Pannelli sandwich per copertura Capannone Stazione di Grigliatura e Sollevamento

A) Generalità

La copertura del Capannone della Stazione di Grigliatura e Sollevamento è costituita da pannelli sandwich tipo PENTA W.R. di Italpannelli (o equivalente) e deve avere caratteristiche di resistenza ai carichi di progetto, di resistenza al fuoco e impermeabilità del manto in qualsiasi condizione atmosferica, ivi comprese le condizioni di completo allagamento del manto stesso.

I pannelli sono prodotti con sistema in continuo e costituiti da due rivestimenti in lamiera metallica tra i quali è interposto uno strato di isolante in lana di roccia. Il rivestimento esterno è greco, quello interno è liscio, dotato di micronervature.

Le lastre devono risultare pedonabili considerando l'interasse degli arcarecci (max 112.5 cm) ed in grado, su tale luce, di sopportare il carico di progetto definito nella Relazione di Calcolo Strutture; le lastre sono preverniciate sia sul lato esterno che su quello interno (colore a scelta della Direzione Lavori).


B) Montaggio

I pannelli vengono montati in massima pendenza di falda su correnti in metallo predisposti ad interasse come previsto dalle condizioni di carico. Il fissaggio dei pannelli all'orditura sottostante viene eseguito mediante apposite viti in acciaio zincato o inox mordenti, autofilettanti, o automaschianti, in funzione del materiale utilizzato per l'orditura stessa, e dotate di rondelle coniche e guarnizioni di tenuta in elastomero EPDM (o altra tipologia indicata del Produttore). Numero, tipologia e fissaggi devono essere definiti in funzione delle indicazioni fornite dal Produttore.

In caso di montaggio su orditura metallica, deve essere predisposto un elemento di separazione non metallico tra pannello e corrente al fine di impedire l'insorgere di corrosione galvanica dovuta al contatto tra metalli diversi. Il sormonto laterale tra i pannelli viene realizzato con la sovrapposizione delle estremità maschio e femmina del pannello stesso, con un interasse risultante tra i pannelli di 1000 mm.

C) Caratteristiche dimensionali

- Larghezza utile pannello: 1000 mm
- Altezza della greca della lamiera esterna: 40 mm
- Passo delle greche della lamiera esterna: 250 mm

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 118
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- Passo delle micronervature della lamiera interna: 50 mm
- Spessore del pannello (greche escluse): 120 mm

D) Caratteristiche materiali

- Lato esterno grecato:
 - acciaio zincato e preverniciato conforme alle norme UNI EN10346 e UNI EN10143
 - spessore nominale: 0.60 mm

Lato interno microdogato:

- acciaio zincato e preverniciato conforme alle norme UNI EN10346 e UNI EN10143
- spessore nominale: 0.50 mm
- Isolamento termico:
 - Lana di roccia inorganica, biosolubile e di composizione basaltica, completamente esente da amianto o silice cristallina
 - Densità media $100 \text{ Kg/m}^3 \pm 10 \text{ Kg/m}^3$
 - Spessore fuori greca 120 mm

E) Resistenza al fuoco

- Classe di resistenza al fuoco: R.E.I. 60 o superiore

3.47. Pannelli sandwich per pareti Capannone Stazione di Grigliatura e Sollevamento

A) Generalità

Le pareti laterali del Capannone della Stazione di Grigliatura e Sollevamento sono costituite da pannelli sandwich tipo ISOFIRE WALL di Isopan (o equivalente) e deve avere caratteristiche di resistenza ai carichi di progetto e di resistenza al fuoco.

I pannelli sono prodotti con sistema in continuo e costituiti da due rivestimenti in lamiera metallica tra i quali è interposto uno strato di isolante in lana di roccia. Il rivestimento esterno è grecato, quello interno è liscio, dotato di micronervature.


Le lastre, da montarsi in verticale, devono essere in grado di sopportare sulla luce massima di 4.50 m il carico di progetto definito nella Relazione di Calcolo Strutture; le lastre sono preverniciate sia sul lato esterno che su quello interno (colore a scelta della Direzione Lavori).

B) Montaggio

I pannelli vengono montati in verticale ad interasse come previsto dalle condizioni di carico.

Il fissaggio dei pannelli all'orditura sottostante viene eseguito mediante apposite viti in acciaio zincato o inox mordenti, autofilettanti, o automaschianti, in funzione del materiale utilizzato per l'orditura stessa, e dotate di rondelle coniche e guarnizioni di tenuta in elastomero EPDM (o altra tipologia indicata del Produttore). Numero, tipologia e fissaggi devono essere definiti in funzione delle indicazioni fornite dal Produttore.

In caso di montaggio su orditura metallica, deve essere predisposto un elemento di separazione non metallico tra pannello e corrente al fine di impedire l'insorgere di corrosione galvanica dovuta al contatto tra metalli diversi. Il sormonto laterale tra i pannelli viene realizzato con la so-

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 119
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

vrapposizione delle estremità maschio e femmina del pannello stesso, con un interasse risultante tra i pannelli di 1000 mm.

C) Caratteristiche dimensionali

- Larghezza utile pannello: 1000 mm
- Spessore nominale del pannello: 120 mm

D) Caratteristiche materiali

- Lato esterno grecato:
 - acciaio zincato e preverniciato conforme alle norme UNI EN14782, UNI EN 14783 e UNI EN14509
 - spessore nominale: 0.60 mm

Lato interno microdogato:

- acciaio zincato e preverniciato conforme alle norme UNI EN14782, UNI EN 14783 e UNI EN14509
- spessore nominale: 0.60 mm
- Isolamento termico:
 - Lana di roccia inorganica, biosolubile e di composizione basaltica, completamente esente da amianto o silice cristallina
 - Densità media $100 \text{ Kg/m}^3 \pm 10 \text{ Kg/m}^3$
 - Spessore 120 mm

F) Resistenza al fuoco

- Classe di resistenza al fuoco: R.E.I. 60 o superiore

3.48. Posa in opera di tasselli

La realizzazione dei fori, la modalità di applicazione dell'ancorante chimico, la posa dei tasselli chimici o meccanici, dovranno essere effettuate secondo le indicazioni della casa produttrice.


Le fioretture dovranno essere eseguite utilizzando fioretti o trapani a sola rotazione, evitando la percussione ed a velocità ridotta per evitare danni alle strutture interessate.

Dovranno inoltre essere osservate le seguenti indicazioni di esecuzione:

- Minima distanza media mutua tra fori (asse-asse) : 300 mm
- Distanza minima dal bordo carpenteria : $70 \text{ mm} > 4\Phi$ (diametro foro)
- Tolleranza planimetrica $\pm 10 \text{ mm}$

3.49. Palancole metalliche

Prima di dare inizio alla costruzione della paratia e diaframma l'Appaltatore dovrà procedere, a sua completa cura e spese, ad un numero di sondaggi sufficiente per determinare le caratteristiche degli strati di terreno che saranno interessati dalla paratia con particolare riguardo alla loro permeabilità in sito, ed all'eventuale presenza di acque risalenti e di falde in movimento.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 120
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Sarà cura dell'Appaltatore presentare in tempo utile alla Direzione Lavori i risultati di dette indagini ed i disegni costruttivi delle paratie. Egli dovrà inoltre precisare le modalità che saranno seguite per la esecuzione della paratie, nonché la natura e caratteristiche dei materiali che saranno impiegati.

3.49.1. Preparazione del piano di lavoro e perforazione

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 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.

3.49.2. Palancole metalliche tipo Larssen


L'infissione delle palancole sarà effettuata con sistemi normalmente in uso o se si rendesse necessario sia per la natura dei terreni e/o per la vicinanza di fabbricati, con l'uso di attrezzature ad alta frequenza che diminuiscano le vibrazioni nei terreni circostanti l'opera in costruzione. I magli dovranno essere di peso non inferiore al peso delle palancole più cuffia.

Dovranno essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali così da garantire la guida alla successiva palanca.

A tale scopo gli incastri, prima dell'infissione dovranno essere riempiti di grasso. Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non essendo permesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscita dalle guide.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, avverrà anche con l'ausilio di pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palanca.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite delle guide, disallineamenti o deviazioni che a giudizio della Direzione Lavori non fossero tollerabili, la palanca dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata, a totale spesa dell'Appaltatore.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 121
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

TRATTAMENTI SUPERFICIALI

3.50. Zincatura a caldo

Per la zincatura di profilati e lastre di acciaio per costruzioni, manufatti in lamiera di qualsiasi spessore, oggetti prefabbricati con tubi, tubi di grande diametro curvati e saldati insieme prima della zincatura, recipienti fabbricati con lamiera di acciaio di qualsiasi spessore con o senza rinforzi di profilati in acciaio, minuteria od oggetti da centrifugare, oggetti fabbricati in ghisa, in ghisa malleabile ed in acciaio fuso, dovranno essere rispettate le prescrizioni delle norme UNI EN 10147; in linea di principio, salvo ove diversamente disposto dalla sopra citata norma, sarà adottato uno spessore della zincatura di 305 g/m² per faccia. La zincatura a caldo delle lamiere sottili dovrà essere effettuata secondo le prescrizioni delle norme UNI 5753-84 e le lamiere dovranno essere del tipo Fe Z 34. La lavorazione per la curvatura delle lamiere dovrà essere eseguita nel senso della laminazione.

Indicativamente lo strato di zincatura dovrà essere di peso non inferiore a 400g/m² (spessore di almeno 80µm).

3.51. Zincatura con zincante inorganico

Laddove richiesto dal progetto, potrà prevedersi la zincatura con zincante inorganico.

Preparazione della superficie: le operazioni da eseguirsi per la preparazione di superfici consistono nella spolveratura, nella eventuale raschiatura e spazzolatura e nell'accurato sgrassaggio in maniera tale che la superficie risulti pulita e scevra da materie untuose, senza macchie ed incrostazioni.

Pittura: il ciclo di verniciatura sarà costituito da una o due mani di zincante inorganico (spessore secco nominale complessivo 75µm).

3.52. Verniciatura delle carpenterie metalliche


Le carpenterie metalliche dovranno essere protette con il seguente ciclo di verniciatura:

- Sabbatura, grado SA 2.5
- una mano zincante inorganico (primer), spessore 75 µm
- una mano intermedio epossidico, spessore 100 µm
- due mani pittura epossidica, spessore 200 µm

Miscelazione

L'Appaltatore deve assicurare che tutte le vernici utilizzate siano miscelate in conformità alle prescrizioni del produttore.

Durante l'applicazione, i contenitori devono essere agitati frequentemente per mantenere in sospensione i pigmenti.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 122
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Rivestimento

Tutte le superfici devono essere rivestite come specificato. Rivestimenti consecutivi devono essere di un colore chiaramente dissimile da quello precedente per assicurare il corretto rivestimento degli strati intermedi. Deve essere prestata un'attenzione particolare alle lesioni, fessure e ai bordi per garantire il rivestimento completo e lo spessore richiesto dello strato protettivo.

Il primer deve essere applicato il più presto possibile, subito dopo le operazioni di preparazione della superficie. Prima dell'applicazione del primer, qualora essa avvenga dopo quattro ore dal completamento delle operazioni di preparazione, il primer stesso potrà essere applicato previa verifica e approvazione dello stato della pulitura da parte della Direzione Lavori.

Sulle superfici pre-trattate tutte le tracce di sali solubili o sostanze volatili corrosive devono essere rimosse con acqua potabile e le superfici devono essere lasciate asciugare prima della successiva applicazione di protettivo.

Le superfici non accessibili devono essere comunque completamente rivestite. Devono essere utilizzate opportune spugne per l'applicazione del rivestimento su tali superfici nascoste o dietro gli angoli. Nel caso in cui l'applicazione del protettivo su tali superfici non fosse praticabile, l'apertura deve essere sigillata con un mastice approvato.

I bordi, gli angoli, i fori e le estremità tagliate devono essere trattate con primer mediante pennello prima dell'applicazione del secondo rivestimento.

Applicazione

Tutta la fase di applicazione del rivestimento deve essere condotta in stretta conformità con le raccomandazioni e le istruzioni e i contenuti delle schede tecniche fornite dai produttori. Ciò comprende le condizioni climatiche ottimali, tempi, metodo e apparecchiature di applicazione ed ogni altro requisito pertinente non elencato in questa specifica. Le schede tecniche dei prodotti devono essere ritenute parte integrante di questa specifica.

Tutti gli strati protettivi devono essere applicati regolarmente per formare un rivestimento liscio, continuo, integro privo di avvallamenti, colature o altri difetti.

L'applicazione del rivestimento su superfici precedentemente trattate deve avvenire entro i limiti di tempo specificati dal produttore.


Le superfici che poggiano direttamente sul calcestruzzo o su altri piani devono essere dotate di un sistema di rivestimento completo, prima della costruzione.

L'Appaltatore deve prendere adeguate precauzioni per proteggere le aree interessate dall'applicazione del protettivo nei confronti dell'inquinamento e delle interferenze da sezioni adiacenti della struttura durante le operazioni di verniciatura, se necessario.

Laddove le superfici debbano essere saldate, non deve essere applicata alcuna verniciatura nell'ambito di una ragionevole distanza della saldatura (50 mm), salvo ove diversamente prescritto. Tutti gli elementi prefabbricati o preconfezionati come cilindri, ecc., devono essere dotati di un sistema di rivestimento completo.

Condizioni ambientali

I rivestimenti non possono essere messi in opera nelle condizioni seguenti:

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 123
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- Quando la superficie risulta deteriorata da pioggia, polvere trasportata dall'aria, nebbia o da fenomeni di condensa. Quando si prevede che queste condizioni saranno prevalenti durante la fase di essiccamento, devono essere prese opportune misure per proteggere le superfici verniciate.
- Quando la temperatura ambientale e quella dell'acciaio ricade al di fuori dell'intervallo consigliato dal produttore.
- Quando l'umidità relativa supera l'85%.

Primer

Deve preferibilmente essere applicato entro quattro (4) ore dal completamento delle operazioni al pennello, ma non deve essere applicato in nessuna circostanza su superfici arrugginite o che abbiano cambiato colore per effetto dell'umidità o dell'azione di qualche altra sostanza.

Applicazione del primer correttivo

Dopo la costruzione, tutte le aree deteriorate devono essere trattate con primer correttivo mediante pennello. Tali aree devono essere liberate da polvere, ruggine, grassi o altri materiali dannosi e puliti meccanicamente fino al grado St3 delle ISO 8501/1. Tutti i bordi dei rivestimenti esistenti devono essere ripristinati. Il primer utilizzato deve essere conforme ai requisiti del sistema di rivestimento principale.

Dopo il completamento delle operazioni di ripristino e l'essiccamento dei rivestimenti, tutte le superfici devono essere lavate utilizzando uno spazzolone e grandi quantità d'acqua potabile. Le superfici devono poi essere lasciate asciugare. Soltanto le aree che possono essere rivestite nello stesso turno lavorativo devono essere lavate per prevenire ulteriori contaminazioni.

Garanzia


L'Appaltatore deve fornire un certificato di garanzia congiuntamente a quella del produttore della vernice. Tale garanzia deve coprire un periodo minimo di cinque (5) anni.

Durante il periodo di garanzia, la vernice non deve lesionarsi o deteriorarsi. Se prima della scadenza della garanzia uno o più elementi della struttura non ottemperano alle relative prescrizioni l'Appaltatore deve immediatamente prendere le misure adeguate per porre rimedio alle imperfezioni a proprio onere e spesa.

L'Appaltatore deve sottoporre alla Direzione Lavori per approvazione una procedura di qualità che illustri in che modo deve essere effettuato il controllo per valutare la qualità del sistema di verniciatura.

Prove e controlli

Sono autorizzate solamente vernici che presentino un certificato d'origine. Devono inoltre essere comunicate dalle ditte fornitrici, direttamente alla Direzione Lavori, le norme di stesa, il grado di irrigidimento, secondo tabelle RE e di opacizzazione.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 124
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

In cantiere verrà realizzato un controllo sull'aderenza della vernice, verranno controllati i pezzi prima del montaggio con rifiuto di quelli che presenteranno spigoli vivi e altri punti di facile attacco chimico.

Per le vernici verranno inoltre richiesti i seguenti controlli e relative certificazioni secondo UNI 9867:

1. Controllo della reticolazione completa,
2. Resistenza alla trazione – ISO 4624,
3. Resistenza in camera umidostatica – UNI 8744,
4. Resistenza alla nebbia salina – UNI 5687,
5. Massa volumetrica – UNI 8910,
6. Quantità di prodotto – UNI 8907,
7. Resistenza anticorrosione – UNI 8784,
8. Resistenza UV e all'acqua – UNI 9922,
9. Tempo di efflusso – UNI 8356,
10. Volume di un rivestimento secco – UNI 8911,
11. Residuo secco – UNI 8906.

Tutte le caratteristiche dovranno essere certificate dal produttore della vernice. I prodotti in cantiere dovranno essere contenuti all'interno delle confezioni di produzione di cui dovrà essere riportato il numero dei colli nella bolla di accompagnamento.

Il materiale che non dovesse trovarsi nei relativi contenitori di produzione verrà scartato dalla Direzione Lavori e, per ritardi e maggiori costi non verranno riconosciuti indennizzi all'Appaltatore.

Dovrà essere rilasciata dal fabbricante la rispondenza del prodotto alla UNI 9867 con certificato di conformità rilasciato da un organismo abilitato alla certificazione secondo quanto previsto dalla legislazione vigente.


Per i supporti metallici prima delle applicazioni delle pitture verranno eseguite prove per valutare la pulizia della superficie secondo UNI-ISO 8502, controlli di cui l'Appaltatore dovrà rilasciare specifica relazione secondo il punto 7 della norma.

3.53. Vernice intumescente REI

Per fornire un grado di protezione REI, come imposto dalle esigenze di progetto, il supporto da proteggere deve essere accuratamente pulito; eliminare completamente ogni traccia di ruggine o calamina, sporcizia ed eventuali tracce di unto o grasso.

Il prodotto sarà fornito pronto all'uso. Solo se strettamente necessario, diluire con 5% massimo di Ragia Minerale o Solvesso 100, mantenendo il prodotto sotto costante agitazione per tutta la durata dell'operazione.

L'Applicazione avverrà a spruzzo airless, a rullo o a pennello L'applicazione tipica di 1 kg/mq. si realizza in mano unica con una pompa airless (rapporto di compressione minimo 40:1; pres-

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 125
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

sione minima 150 bas; ugello 0,89/0,99 mm autopulente; tubo di mandata 3/8"; togliere eventuali filtri) oppure in due mani a rullo o pennello, distanziate 24 ore l'una dall'altra.

Il Costruttore avrà cura di assicurarsi che il supporto da proteggere sia perfettamente asciutto.

Il prodotto sarà idoneamente mescolato prima dell'uso. Il Costruttore opererà con temperature comprese fra 5 and 50° e valori di umidità relativa inferiori all'80%. Non applicare in caso di pioggia, nebbia o forte umidità.

Ciclo di verniciatura


Il ciclo di verniciatura da eseguire sarà il seguente:

- sabbatura Sa 2½ secondo Swedish Standard;
- primer ai fosfati di zinco per uno spessore totale di 60/70 µm;
- vernice ferromicacea per uno spessore totale di 60/70 µm in tinta a scelta della D.L. e/o D.A.
- ritocchi in opera.

Ciclo di verniciatura REI

Il ciclo di verniciatura da eseguire sarà il seguente:

- sabbatura Sa 2½ secondo Swedish Standard;
- primer ai fosfati di zinco per uno spessore totale di 60/70 µm;
- vernice intumescente spessore totale a seconda della passività dei profili da trattare e/o secondo le indicazioni della D.L., stesa nelle mani necessarie;
- vernice ferromicacea per uno spessore totale di 60/70 µm in tinta a scelta della D.L. e/o D.A.
- ritocchi in opera.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 126
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

FINITURE ED INTERVENTI VARI

3.54. Demolizioni di murature

Le demolizioni di murature devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro.

L'Appaltatore è quindi pienamente responsabile per tutti i danni che le demolizioni potessero arrecare alle persone ed alle cose.

E' pertanto in genere vietato gettare materiali dall'alto. Essi dovranno invece essere trasportati e guidati in basso adottando opportune cautele per evitare danni e pericoli. Tutte le parti pericolanti dovranno essere robustamente puntellate.

Nei prezzi si intendono dunque compresi e compensati gli oneri per le necessarie opere provvisorie e di sicurezza, lo sgombero, la raccolta differenziata del materiale di risulta, il conferimento con trasporto in discarica autorizzata del materiale di risulta, l'indennità di discarica e quanto altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

3.55. Impermeabilizzazione delle strutture

Al fine di garantire l'impermeabilizzazione delle strutture è prevista l'adozione di adeguati sistemi di tenuta (giunti *water-stop*) posti in corrispondenza delle riprese di getto e dei giunti di dilatazione come specificato nei disegni di progetto.

I giunti *water-stop* previsti in progetto sono del tipo "ad ali" in PVC o a cordolo in resina idroespansiva; viene invece escluso l'utilizzo di giunti *water-stop* espansivi di tipo bentonitico. Vengono qui di seguito elencate le caratteristiche dei vari elementi previsti:

A) Giunti impermeabili di PVC


I profilati in resine viniliche termoplastiche a base di PVC del tipo waterstop devono avere le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

- durezza Shore a +20°C >65
- peso specifico 1.3 g/cm³
- Resistenza a trazione a +20°C 12 N/mm²
- allungamento a rottura 300%

I coprigiunti dovranno soddisfare le seguenti esigenze:

- garantire l'impermeabilità dell'estradosso delle pareti in c.a. in corrispondenza del giunto;
- garantire la totale assenza di crepe, rilievi, avvallamenti dell'impermeabilizzazione e della sua protezione per escursioni termiche, fenomeni viscosi ed elastici, per sollecitazioni dinamiche.
- garantire la permanenza nel tempo delle caratteristiche.

L'Impresa deve ottenere l'approvazione della Direzione Lavori circa il tipo di giunto e le modalità di messa in opera, prima dell'inizio dei lavori specifici.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 127
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

I profilati in PVC devono essere annegati nel getto di calcestruzzo. La parte di profilato che viene annegata nel calcestruzzo deve essere fissata all'armatura con filo di ferro o idonee graffe, curando di interporre poliuretano espanso per la realizzazione del giunto e per impedire l'intasamento del giunto stesso con parti rigide. L'Impresa è tenuta a vibrare con cura il getto nella parte immediatamente contigua al profilato onde ottenere una ottimale compattazione del calcestruzzo, facendo attenzione a non spostare con il vibratore il profilato dalla sua posizione

B) Giunti impermeabili idroespansivi

I giunti impermeabili idroespansivi, del tipo Adcor 500S della Grace o Idrostop della Mapei o equivalente, devono avere le seguenti caratteristiche:

- essere a base di gomme e polimeri;
- non contenere componenti bentonitici;
- mantenere le proprietà in presenza permanente di acqua di mare;
- assicurare impermeabilità con pressioni idrostatiche superiori a 3 atm;
- rigonfiamento in acqua non inferiore al 100%.

Il giunto sarà posizionato all'interno dello spessore di calcestruzzo.

3.56. Membrane di impermeabilizzazione


L'impemeabilizzazione delle solette di copertura in c.a. verrà realizzata con una doppia guaina bituminosa messa in opera in totale aderenza, con sovrapposizione e termosaldatura delle guaine in corrispondenza dei giunti, utilizzando i materiali descritti di seguito:

- mano di primer bituminoso 400 gr/m²;
- impermeabilizzazione realizzata con doppia membrana bituminosa (primo strato elastoplastomerica BPE e secondo strato plastomerica BPP) armata poliestere N.T. sp. 4+4 mm;

Primer bituminoso:

Primer bituminoso costituito da una miscela di bitumi ossidati e solventi, con le seguenti caratteristiche tecniche:

- Aspetto: liquido
- Colore: nero
- peso specifico massa volumica a 23°C (UNI 8910): 0,94±0,096 kg/litro
- residuo secco (m/m) a 130°C (UNI 8911): 40±3%
- tempo di essiccazione: fuori polvere: 30-50 minuti
al tatto: 100-140 minuti
- viscosità coppa DIN/4 a 23°C (UNI-EN-ISO 2431) 12-17 secondi

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 128
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- benzene < 0,1%
- punto di infiammabilità a vaso chiuso > + 21°C
- consumo minimo: 200 gr/m²

Membrana bituminosa:

- membrana prefabbricata di bitume polimero elastomerica di spessore mm 4 avente le sottoelencate caratteristiche verificate in base ai metodi di prova delle norme UNI 8202;
- membrana prefabbricata di bitume polimero plastomero armata con tessuto non tessuto di poliestere a filo continuo di spessore minimo totale 4 mm avente le sottoelencate caratteristiche verificate in base ai metodi di prova delle norme UNI 8202.

Caratteristiche tecniche:

- resistenza alla trazione:

carico di rottura (daN/5 cm)	L = 80 T = 70
allungamento %	L = 45 T = 50
- flessibilità a freddo °C - 10
- scorrimento a caldo mm zero
- impermeabilità all'acqua impermeabile
- comportamento all'acqua (assorbimento)% < 1
- permeabilità al vapore d'acqua u > 60.000

3.57. Coperture ed accessori

Coperture

Le coperture dei fabbricati saranno dotate delle necessarie pendenze per lo smaltimento delle acque meteoriche. La pendenza dovrà essere non inferiore al 1 %.


Pluviali

Pluviali realizzati con Tubi di sezione circolare o quadrata in lamiera di acciaio zincato preverniciato. Lo spessore non sarà inferiore a mm 0,8.

Bordature

- a) Sulla sommità della tamponatura, sui giunti di dilatazione etc. saranno previste scossoline metalliche opportunamente sagomate e fissate a protezione delle pareti, e le guaine di impermeabilizzazione.

Le lamiere saranno in acciaio zincato preverniciato.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 129
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- b) Sulle coperture potranno essere realizzate delle forature per il passaggio di canali per il condizionamento o di reti di servizio, pertanto dovranno realizzarsi i necessari risvolti dell'impermeabilizzazione per una perfetta tenuta all'acqua.

3.58. Pavimenti

La fornitura e la posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo e genere dovrà essere eseguita in stretta aderenza alle indicazioni progettuali ed alle modalità di posa in opera indicate dal fornitore per i pavimenti speciali come i "corazzati" gli "autolivellanti" etc.

I pavimenti di qualsiasi tipo o genere dovranno essere posti in opera in modo che la superficie risulti perfettamente piana.

I singoli elementi dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato, e, salvo diversa indicazione progettuale, dovranno combaciare esattamente tra di loro; non dovrà, inoltre, verificarsi, nelle connessioni dei diversi elementi a contatto, la benché minima ineguaglianza.

I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti, lavorati e senza macchie di sorta. Resta comunque contrattualmente stabilito che per un periodo di almeno dieci giorni dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'impresa avrà l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali. Ad ogni modo, ove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone o per altre cause, l'impresa dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.

3.58.1. Pavimenti a getto di calcestruzzo

I pavimenti a getto di calcestruzzo dovranno rispondere alle norme di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939 n. 2234, adottando per le prove di resistenza all'urto, di flessione e di usura i limiti indicati nell'art. 9 del detto R.D.

Tale Normativa deve ritenersi valida anche per i pavimenti gettati in opera; le prove di accertamento per queste ultime, verranno condotte su provini di forma e dimensioni analoghe a quelle usate per l'esecuzione delle prove sui manufatti.


Il valore dell'usura per attrito radente (art. 5 R.D. 16 novembre 1939 n. 2234) non dovrà essere superiore a 2,7 mm.

Il pavimento gettato in opera sarà costruito con le seguenti modalità:

- a) Il piano di posa del pavimento, dovrà essere livellato e pulito, asportando tutti i materiali non idonei eventualmente presenti (detriti, terre vegetali, materiale polveroso o sciolto o deteriorato dai mezzi durante i lavori).

L'intera superficie sarà poi umidificata e compattata fino a raggiungimento del 95% della prova AASHTO modificata.

- b) Sulla superficie del sottofondo sarà stesa una barriera al vapore costituita da fogli di polietilene, spessore minimo 0.4 mm, accuratamente sovrapposti (minimo 30 cm), incollati e risvoltati verticalmente in corrispondenza di cordoli, travi, pozzetti, fondazioni e simili.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 130
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- c) Il corpo del pavimento sarà costituito da un getto di calcestruzzo, armato con rete elettrosaldata, dello spessore minimo di cm 10 (inclusa la corazzatura) e con ringrossi ai bordi sotto le murature principali o per appoggio di apparecchiature.
- d) La corazzatura superficiale sarà del tipo "a spolvero"

La pastina superficiale sarà composta da una miscela di cemento grigio e inerti duri nelle proporzioni definite dall'impresa. Gli inerti saranno costituiti da quarzo naturale, sferoidale sedimentario delle stesse caratteristiche descritte al punto e1 precedente. La quantità degli inerti incluso il cemento dovrà essere di 4 Kg per metro quadrato di pavimento.

- e) Nel corpo del pavimento saranno eseguiti i giunti perimetrali, da prevedere lungo tutto il perimetro di ogni ambiente, e in corrispondenza di tutte le parti emergenti dal pavimento (pilastri, eventuali basamenti di macchinari, cordoli, etc.). Questo giunto sarà ottenuto predisponendo una lastrina di polistirolo dello spessore minimo di mm 6 o di foglio di cartonfeltro o similare.

I giunti saranno sigillati nel modo seguente:

- Eliminazione delle parti in polistirolo per una profondità di 15 mm in corrispondenza dei giunti d'isolamento.
 - Accurata pulizia e trattamento con apposito primer.
 - Posa in opera di un cordone in espanso (joint filler) che costituirà la base di appoggio del sigillante.
 - Posa in opera del sigillante del giunto costituito da resine poliuretaniche o polisolfuriche bicomponenti.
- f) Il rivestimento superficiale della pavimentazione verrà effettuato mediante un film autolivellante di resine a base epossidica / poliuretanica.

3.59. Serramenti e porte


Per i serramenti in genere l'impresa prima di iniziare i lavori, dovrà presentare all'approvazione della direzione lavori i disegni dettagliati con i particolari dei nodi con le specifiche dei materiali. Una volta approvato il progetto l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese all'approntamento dei campioni dei serramenti che dovranno essere approvati dalla direzione lavori. Una volta approvati i campioni verrà redatto un `apposito verbale.

La direzione lavori ha facoltà di far eseguire sui campioni a spese dell'impresa tutte le prove che riterrà opportuno per accertare la qualità dei materiali e per accertare la conformità con quelli campione. I serramenti dovranno rispondere ai requisiti di accettazione ed alle caratteristiche tecniche previste dalla normativa UNI vigente.

3.60. Tubazioni

3.60.1. Norme generali

Per quanto riguarda i criteri da osservare nella progettazione, nella costruzione, nel collaudo delle tubazioni e degli elementi che le costituiscono si fa riferimento alle norme tecniche ema-

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 131
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

nate con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 12.12.1985, pubblicato sulla G.U. n.61 del 14.03.1986 e successive modificazioni od integrazioni, quando siano meno restrittive delle norme fissate nel presente Capitolato. Qualora gli esiti dei collaudi non fossero soddisfacenti sarà in facoltà della D.L. ordinare ispezioni televisive delle tratte interessate a cura e spese dell'Appaltatore.

Considerata la bassa pendenza dei profili, tutti i tipi di tubazioni dovranno essere posti in opera per tratte di almeno 20 metri - o di produzione giornaliera, a discrezione della D.L. - controllando la livelletta con idonea apparecchiatura laser compresa nel prezzo di elenco.

Le giunzioni fra le tubazioni dovrà essere realizzata mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tipo "TIR-FOR". Nelle giunzioni a bicchiere non saranno ammessi sigillanti o malta per assicurare la tenuta, che dovrà dipendere esclusivamente dalla geometria del giunto e dalla qualità della guarnizione.

3.60.2. Prove di tubazioni in opera

Le modalità di prova per il collaudo idraulico sono riportate nei punti specifici seguenti. In ogni caso, per tutti i tipi di tubazioni valgono le seguenti prescrizioni di prova:

Si sottoporranno a pressione interna tratti di tubazioni parzialmente interrati con giunti scoperti, la cui lunghezza dovrà essere la massima possibile e con il maggior numero di pezzi speciali, saracinesche, attraversamenti di manufatti o strade ecc. già inseriti nella condotta stessa.

In casi particolari, o su richiesta dell'Appaltatore, potrà essere ammesso di eseguire le prove con tubazioni anche completamente interrate; l'Appaltatore non avrà diritto in nessun caso ad alcun compenso per la ricerca ed individuazione di eventuali perdite che risultassero dalla prova a pressione.


Le testate terminali delle tratte di condotte in prova saranno chiuse mediante apposite apparecchiature, fissate su ancoraggi dimensionati per le pressioni e diametri in gioco; dette apparecchiature avranno dimensioni e forme scelte dall'Appaltatore che è responsabile della loro perfetta inamovibilità e tenuta.

Raggiunta nella tratta in prova, mediante pompaggio d'acqua, la pressione prescritta verrà tolta la pompa in maniera che non sia più possibile il pompaggio e verrà chiuso a chiave il manometro scrivente, controllato da un manometro campione precedentemente montato in parallelo.

Le spese per le prove, sia in officina che in opera, saranno a totale carico dell'Appaltatore la quale dovrà eseguire tutti i lavori prescritti a quanti altri ne possano occorrere (chiusura di saracinesche perdenti con flange cieche, scavi, ripristini, ecc.) e mettere a disposizione della Direzione Lavori qualsiasi mezzo, strumento od altro che fosse necessario al buon andamento ed alla riuscita delle prove stesse; verificandosi rottura di tubazione o di altre parti delle condotte, queste dovranno essere sostituite, restando a carico dell'Appaltatore gli eventuali maggiori pezzi speciali e giunti che fosse necessario installare, non- ché i movimenti di terra, gli aggettamenti, i ripristini ed ogni altra qualsiasi opera fino alla completa riuscita delle prove.

L'acqua di riempimento delle condotte dovrà essere limpida e contenere una fortissima percentuale di ipocloruro od altro prodotto di analoga azione disinfettante; il tutto a cura e scelta dell'Appaltatore, responsabile della riuscita finale delle prove.

Il manometro, di tipo scrivente, da usare per le prove dovrà essere inserito nel punto delle tratte in prova avente la quota media del tratto in pressione.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 132
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Prima della prova, con la condotta in leggera pressione, verranno ripetutamente aperti i rubinetti opportunamente installati nelle cuspidi intermedie e terminali, fino alla totale eliminazione dell'aria o gas contenuti nella condotta e cioè sino a che vi fuoriesca solo acqua.

I singoli tratti di condotta saranno sottoposti ad una prova idraulica alla pressione pari ad una volta e mezza quella di esercizio di ciascun tratto in esame.

3.60.3. Tubazioni in calcestruzzo armato centrifugato o turbocentrifugato o turbovi-brocompressso

Le tubazioni poggeranno su adeguata sella in calcestruzzo di classe 25 N/mm² armata con rete elettrosaldata delle dimensioni previste nei disegni di progetto con angolo al centro non inferiore a 120°.

La lunghezza dei singoli tubi potrà variare da un minimo di ml 2,00 ad un massimo di ml 3,60. La formazione delle livellette per la posa delle tubazioni, dovrà essere eseguita con attrezzatura di alta precisione a raggi laser.

Le tubazioni dovranno essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4, dei "criteri, metodologie, e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lettere b), d), e), della legge 10 maggio 1976, n° 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

E' inoltre prescritto che le prove di impermeabilità e di rottura siano eseguite con attrezzature che consentono di collaudare anche la tenuta e la resistenza del giunto.

A) *Collaudi per tubi in calcestruzzo*

Le prove di collaudo, oltre che nella verifica delle dimensioni consisteranno:

a) Prova idraulica

Ultimate le operazioni di giunzione dei tubi, il tronco di condotta eseguito dovrà essere sottoposto a prova idraulica, secondo quanto previsto nel Decreto 12.12.1985 "Norme Tecniche relative alle tubazioni". Se tali prove non daranno esito favorevole la D.L. avrà la facoltà di far eseguire a cura e spese dell'Appaltatore ispezioni televisive delle tratte interessate.


b) Prove di assorbimento su spezzone

Le prove di collaudo di assorbimento verranno eseguite nel cantiere di fabbricazione sotto il controllo della Stazione Appaltante su 3 campioni per ogni diametro forniti gratuitamente dall'Appaltatore.

Per ciascun diametro delle tubazioni verranno ricavati provini nel numero che la D.L. riterrà opportuni aventi area superficiale compresa tra 100 e 150 cmq, spessore come quello della parete del tubo.

Si curerà di lisciare le superfici di taglio e che i provini siano esenti da qualsiasi traccia di fessurazione.

Essi saranno essiccati a temperatura non superiore ai 100°C e saranno da considerarsi secchi quando due pesate successive a distanza di due ore diano una variazione di peso inferiore allo 0,1%.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 133
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Successivamente i provini, dopo essere stati pesati, verranno immersi in adatto recipiente pieno di acqua distillata o piovana; l'acqua sarà portata in ebollizione e mantenuta a 100 °C per 5 ore, dopo di che i provini saranno lentamente raffreddati in acqua fino ad una temperatura compresa tra i 15° e 20°C.

I provini saranno quindi estratti, lasciati all'aria per non più di un minuto primo, asciugati superficialmente con un canovaccio ed immediatamente pesati.

L'incremento di peso del provino tra lo stato secco e quello subito dopo la bollitura, espresso in percentuale del peso allo stato secco, non deve superare 1,8%.

c) Prove di rottura per schiacciamento

Le prove di collaudo a schiacciamento verranno eseguite nel cantiere di fabbricazione sotto il controllo della Stazione Appaltante su 3 campioni per ogni diametro forniti gratuitamente dall'Appaltatore.

La prova può essere eseguita su un tubo intero ovvero su un tronco cilindrico dello stesso, lungo non meno di 1 m.

La resistenza allo schiacciamento è definita da due carichi:

- 1) carico di fessurazione;
- 2) carico di rottura.

Il carico di fessurazione è quello che provoca l'apparizione di fessure lungo le generatrici aventi un'apertura di almeno 0,25 mm su di una lunghezza di almeno 30 cm.

Il carico di rottura è quello sopportato prima dello schiacciamento, cioè prima che il provino non sia più capace di sopportare un ulteriore carico.

Il carico di fessurazione e di rottura non dovranno risultare inferiore ai limiti espressi in kg per metro di tubo:

- carico di fessurazione: $65 \times DN$ kg/ml

- carico di rottura : $97,5 \times DN$ kg/ml con DN espresso in centimetri.


Il provino deve essere provato con il metodo delle tre generatrici con un dispositivo tale da garantire l'uniforme distribuzione del carico; il carico deve essere applicato con un incremento dell'ordine di grandezza del 10% del carico totale per minuto primo e deve essere mantenuto per il tempo strettamente necessario per compiere le osservazioni volute.

L'appoggio inferiore del provino dovrà essere costituito da due travetti in legno con le facce verticali interne arrotondate con raggio di circa 10 mm nello spigolo superiore; i travetti dovranno essere diritti e saldamente fissati su una base rigida.

La distanza tra i due travetti dovrà essere pari a 1/12 del diametro interno del tubo.

Prima di appoggiare il provino, si potrà rettificare la superficie di appoggio con uno straterello di malta dello spessore non superiore a 25 mm.

Il carico viene applicato superiormente tramite un travetto di legno ben squadrato e liscio, esente da nodi, delle dimensioni di circa 15x15 cm e fissato superiormente ad una trave metallica a doppio T di dimensioni tali da rendere trascurabili le deformazioni elastiche.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 134
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Si può anche superiormente applicare uno strato di malta analogo a quello inferiore ed anche in questo caso il montaggio deve essere fatto quando la malta è ancora plastica.

La resistenza del provino, espressa in kg/m, viene riferita alla lunghezza utile del provino, cioè:

$$R = \frac{\text{carico di prova}}{\text{lunghezza utile}}$$

La larghezza delle fessure è misurata con la lamiera metallica della forma e dimensioni indicate dalla D.L..

Essa dovrà penetrare liberamente per almeno 15/10 mm a brevi intervalli per la lunghezza indicata di 30 cm.

d) Prove di resistenza all'abrasione ed all'aggressività chimica

Le prove verranno eseguite nel cantiere di fabbricazione sotto il controllo della Stazione Appaltante su 3 campioni per ogni diametro forniti gratuitamente dall'Appaltatore.

Le prove verranno effettuate in conformità alle norme DIN n. 1045 e DIN n. 4030 e comunque le tubazioni dovranno essere esenti dall'aggressività da acque aventi la seguenti caratteristiche chimiche:


solfati 2000 mg/l
cloruri 3500 mg/l
conducibilità 11000 S/cm
COD 300 mg/l
NT 200 mg/l
O2 privo

e) Motivi di rifiuto

I tubi potranno essere rifiutati nei seguenti casi:

- perché non rispondono alle prescrizioni di dimensionamento e relative tolleranze ed alle Prescrizioni di fabbricazione di cui alle presenti norme;
- per esito negativo delle prove di accertamento;
- per manifesti difetti di proporzionamento dei componenti del calcestruzzo o mancanza di tenuta dei giunti;
- per danneggiamento delle testate che non consentono di effettuare una giunzione a regola d'arte. In tal caso la Ditta sarà tenuta a sostituire prontamente i materiali rifiutati con altri corrispondenti alle norme contrattuali con l'avvertenza che nel caso non provvedesse tempestivamente, l'Amministrazione potrà provvedere d'ufficio avvalendosi del deposito cauzionale, salva ed impregiudicata ogni altra azione legale per qualsiasi danno dovesse derivare all'Amministrazione Appaltante dalla inadempienza del contratto.

f) Posa in opera delle tubazioni

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 135
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	


Le tubazioni dovranno essere messe in opera con l'aiuto di un apparecchio autocentrante, atto a consentire il perfetto inserimento del giunto secondo quanto previsto dalle normative vigenti.

B) Rivestimenti

- a) Rivestimento in resina: il rivestimento interno per le tubazioni fognanti in calcestruzzo e per i manufatti dovrà essere costruito con un sistema sintetico liquido bicomponente a base epossidica di tipo aromatico, catalizzato con agente indurente di natura ammino-aromatica, privo di solventi, diluenti reattivi e plastificanti, fillerizzato ad ottenere tixotropia e resistenza all'usura.

La rispondenza del sistema a quanto sopra esposto verrà verificata con le seguenti modalità di riscontro:

- determinazione della densità dopo maturazione completa (7 giorni a 23+2 °C e umidità relativa del 65+5%). L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore di (1,6+0,1 kg/dm³):
- determinazione del punto Martens (secondo norme UNIPLAST - UNI 4281 ottobre 1959 con apparecchiatura Heat resistance Tester Type Martens). L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore di 36+1 °C.
- determinazione del residuo secco (secondo norma UNICHIM n° 79/1969 ove si modifichi in questa il valore della temperatura di prova che passerà dai 160 °C descritti ai richiesti 120 °C.) L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un residuo in peso, maggiore del 98%:
- determinazione della tixotropia (mediante misura di viscosità a 60 °C con tazza Ford 4). L'accettazione del prodotto sarà legata alla verifica della sua tixotropia:
- determinazione dell'adesione su calcestruzzo (secondo normative del Laboratorio Centrades Ponts et Chaussées "Mesure dell'aderence de Chapes ed film mince sur support en beton"). L'accettazione del prodotto sarà legata al verificarsi di rotture coesive del supporto (cemento 425 dosato a 350 kg/m³).
- determinazione di resistenza all'abrasione (mediante apparecchiatura TABER MODEL 503 ABRASER con impiego di molo CS 10 con peso sovrapposto di 500 gr per una durata del test di 500 giri). L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore di TEBER INDEX 200 inferiore, o al massimo uguale a 85.
- determinazione del carico unitario di rottura per urto (mediante caduta di sfera con impiego di apparecchiatura ERCHSEN tipo 304). L'accettazione del prodotto sarà legata alla verifica di rottura per un valore di 0,3 + 0,05 kg m (supporto in calcestruzzo delle dimensioni di 100x100x30 cm, confezionato con cemento 425 dosato a 350 kg/mc).
- determinazione di assorbimento d'acqua (secondo normativa UNI 4292). L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore inferiore allo 0,2% in peso. Il sistema così definito dovrà essere applicato a spruzzo sulla superficie interna ed esterna di tubazioni, ricoprendola per uno spessore

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 136
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

minimo di 600 micron. La spruzzatura del prodotto dovrà essere preceduta da un'accurata pulizia del supporto.

Tutti gli altri materiali non specificati: dovranno essere di prima qualità, e comunque di gradimento della Direzione Lavori. Questa si riserva il diritto di esigere dall'Appaltatore tutti i documenti atti ad accertare in modo sicuro la provenienza dei materiali. Potrà pure prelevare campioni dei materiali depositati in cantiere ed anche già collocati in opera per sottoporli a prove atte a verificare le caratteristiche dei materiali stessi, le prove saranno eseguite dal Laboratorio Sperimentale della Facoltà di Ingegneria locale o di altro Istituto ufficialmente riconosciuto e le relative spese saranno sostenute dall'Appaltatore.

- b) Verniciatura: si prevede che tutte le tubazioni in acciaio, fuori terra o immerse in acqua e la carpenteria metallica siano zincate a caldo ove non diversamente specificato. Per le apparecchiature elettromeccaniche ove non diversamente specificato si prevede quanto segue:
- Sabbiatura SA2;
 - 1 ripresa zincante epox a freddo;
 - 2 ripresa di vernice epossidica (addizionata con resine acriliche o poliuretatiche) più n. 1 ripresa finale ad ultimazione lavori in cantiere.

3.60.4. Tubazioni in PEAD

Le tubazioni saranno fornite in rotoli se il diametro lo consente, o barre della lunghezza da 6 a 12 metri e dovranno essere trasportate su piani di appoggio privi di asperità.

Le imbragature per il fissaggio del carico dovranno essere realizzate con funi, bande di canapa, di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano mai direttamente a contatto con le imbragature di fissaggio per non provocare danneggiamenti.

Il carico e lo scarico dei mezzi di trasporto e comunque la movimentazione devono essere effettuati con gru e col braccio di un escavatore ed i tubi devono essere sollevati nella zona centrale evitando di far strisciare gli stessi nelle sponde dei mezzi di trasporto.


L'accatastamento dovrà essere effettuato su un piano di appoggio livellato esente da asperità e l'altezza di accatastamento non dovrà essere superiore a metri due.

I raccordi ed accessori verranno forniti in genere in appositi imballaggi e se forniti sfusi si dovrà aver cura nel trasporto ed immagazzinamento di non ammucchiarli disordinatamente; si dovrà inoltre evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti.

Prima di effettuare le giunzioni per saldatura è necessario far in modo che tutte le generatrici del tubo siano alla medesima temperatura.

Le testate dei tubi dovranno essere preparate creando la complanarità delle sezioni di taglio per mezzo di frese a velocità moderata per evitare il riscaldamento del materiale.

Per la flangiatura di spezzoni di tubazione o di pezzi speciali si usano flange scorrevoli infilate su collari saldabili in PEAD.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 137
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

I collari, data la resistenza che devono esercitare, saranno prefabbricati per stampaggio e saranno applicati mediante saldatura di testa.

Le flange saranno quindi collegate con bulloni e tiranti di lunghezza appropriata. L'inserimento di guarnizione è consigliato in tutti i casi.

Le flange saranno di normale acciaio al carbonio protetto con rivestimento plastico ed a collegamento avvenuto, flange e bulloni dovranno essere convenientemente protette contro la corrosione.

La minima profondità di posa della generatrice superiore del tubo dovrà essere di m 1.00, e maggiorata in funzione dei carichi dovuti a circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

In linea di massima la larghezza del fondo dello scavo deve essere tale da lasciar liberi 10 cm da ogni lato del tubo.

Il fondo dello scavo deve essere stabile ed eseguito secondo le norme del Capitolato.

Prima della posa del tubo verrà steso sul fondo dello scavo uno strato di materiale incoerente quale sabbia o terra sciolta o vagliata di spessore non inferiore a 15 cm sul quale verrà posto il tubo che verrà poi rinfiancato per almeno 15 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a cm 20 misurato sulla generatrice superiore.

L'assiemaggio della condotta potrà essere effettuato fuori dallo scavo e quindi la posa della condotta avverrà per tratti successivi, utilizzando idonei mezzi meccanici.

I terminali dei tratti già collegati che per un qualunque motivo debbano rimanere temporaneamente isolati dovranno essere chiusi ermeticamente onde evitare l'introduzione di materiali estranei.

Gli accessori interposti nella tubazione, come valvole, saracinesche e simili devono essere sorretti in modo da non esercitare alcuna sollecitazione sui tubi.

Prima di procedere al riempimento totale del cavo, tenendo conto che il tubo può dilatarsi in funzione della temperatura del terreno, si dovrà effettuare un riempimento parziale per i primi 50 cm sopra il tubo del tratto di condotta posata, nelle medesime condizioni di temperatura.

Il riempimento dovrà essere effettuato nelle ore meno calde della giornata.


Per consentire che la tubazione si assesti assumendo la temperatura del terreno, una delle estremità della tratta di condotta posata dovrà essere sempre mantenuta libera.

A) Prova idraulica delle condotte in PEAD

Le condotte realizzate devono essere sottoposte ad una prova di tenuta idraulica per assicurare l'integrità dei tubi, dei giunti, dei raccordi e degli altri componenti della linea.

Le attrezzature di collaudo devono essere periodicamente calibrate ed il personale operativo deve essere preparato sulla conduzione della prova, informato sull'intensità dei carichi applicati e sulle conseguenze dovute ad eventuali rotture.

Il procedimento di seguito proposto si basa su quello standardizzato della norma UNI 11149 "Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi a pressione" e viene eseguito su tratti di condotta non più lunghi di 800 m, con ricoprimento parziale che lasci scoperti solo i giunti per la prevista ispezione visiva durante il collaudo.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 138
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

La lunghezza di ogni tratta di condotta di polietilene da collaudare può variare con il diametro e il tipo della condotta, il tipo e il numero dei giunti e delle apparecchiature installate, il tracciato e la natura del terreno attraversato, ma comunque non può essere maggiore di 800m.

La condotta da collaudare dovrà essere chiusa all'estremità mediante imbullonate o mediante tappi saldati; è sconsigliato l'impiego di valvole chiuse all'estremità della condotta come mezzo di sezionamento durante la prova.

E' necessario prevedere meccanismi di sfiato dell'aria nei punti più alti della condotta. La presenza di aria residua influisce negativamente sul risultato del collaudo.

Il punto di pompaggio della pressione dev'essere collocato, quando possibile nella parte più bassa della condotta per favorire l'espulsione dell'aria durante il riempimento. Questa posizione consente inoltre la lettura del massimo carico idrostatico ed un maggior controllo durante l'esecuzione della prova.

E' opportuno raggiungere un buon livello di compattazione del terreno di ricoprimento per impedire eccessivi movimenti della condotta durante la pressurizzazione.

Durante il collaudo la temperatura della tratta non deve subire variazioni poiché le stesse proprietà visco-elastiche del materiale potrebbero alterare negativamente il risultato. Dopo avere effettuato il ricoprimento è quindi opportuno attendere 24h prima di effettuare il collaudo, affinché la temperatura dell'intera tratta si stabilizzi. Le parti scoperte della condotta devono essere temporaneamente protette contro variazioni di temperatura dovute all'esposizione solare.

Il sistema di pressurizzazione può essere meccanico o manuale e deve essere opportunamente dimensionato per realizzare la pressione di collaudo richiesta. Tutte le guarnizioni e le valvole di non ritorno devono essere controllate prima dell'esecuzione della prova.

- Preparazione

Prima del riempimento della condotta è necessario aprire i dispositivi manuali di sfiato dell'aria. L'acqua impiegata per il collaudo deve essere di qualità tale da non contaminare la condotta e l'acqua convogliata durante il successivo funzionamento.

Si effettua quindi un lento riempimento con acqua a velocità inferiore a 1 m/s evitando di generare colpi d'ariete e facilitando l'espulsione dell'aria.

Dopo essersi assicurati di aver riempito completamente la condotta e di aver espulso l'aria, si chiudono i dispositivi di sfiato. I dispositivi automatici vanno comunque controllati regolarmente durante la prova.


La condotta completamente piena deve essere lasciata a stabilizzare per un minimo di 3h, ma è preferibile eseguire la prova di tenuta 24h dopo il riempimento.

- Prova

La pressione di prova (STP) è calcolata sulla base della pressione massima di progetto (MDP) che è uguale alla pressione massima operativa del sistema fissata dal progettista. In tale calcolo non vi è la necessità di tenere in considerazione il valore del colpo d'ariete. Quindi:

$$STP = 1.5 \times MOP$$

Comunque il valore di STP non deve essere minore di 600 kPa.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 139
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Si incrementa la pressione nella condotta fino a raggiungere la pressione di prova STP. Raggiunta la pressione di prova la si mantiene per 30 minuti a mezzo di rabbocchi d'acqua necessari per compensare l'aumento di volume dovuto alla deformazione della condotta sotto sforzo. In questa fase devono essere ispezionati i giunti per individuare eventuali perdite.

La pressione va ora decrementata rapidamente fino a 300 kPa (3bar) spillando acqua velocemente. Al raggiungimento di 300 kPa il sistema viene chiuso e si dà inizio alla registrazione dei dati.

Si rilevano e registrano i valori di pressioni nei 90 minuti seguenti con la cadenza:

- tra 0 e 10 minuti: una lettura ogni 2 minuti (5 letture)
- tra 10 e 30 minuti: una lettura ogni 5 minuti (4 letture)
- tra 30 e 90 minuti: una lettura ogni 10 minuti (6 letture)

I valori riportati su un diagramma P/t dovranno indicare nell'ultimo tratto un andamento crescente che dipende dalla contrazione indotta sulla tubazione dal veloce scarico dell'acqua.

In questo caso l'esito del collaudo è considerato positivo.

Un andamento decrescente indica la presenza di perdite nel sistema. In questo caso l'esito del collaudo è considerato negativo e si procede al controllo dei giunti meccanici e di quelli saldati per individuare le perdite, eliminate le quali il collaudo deve essere ripetuto.

3.60.5. Pozzetti prefabbricati


La produzione dei pozzetti dovrà essere controllata nelle varie fasi in analogia a quanto previsto nelle tabelle dalla 1° alla V° della Guida applicativa I.C.M.Q. per la certificazione del sistema di qualità per le tubazioni prefabbricate in calcestruzzo. I pozzetti, le loro giunzioni e gli innesti dovranno essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "Criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2 lettere b), d), e) della legge 10 maggio 1976 n° 319 recante le norme per la tutela delle acque dall'inquinamento, compresi gli oneri per il trasporto, carico, scarico, movimentazione, collegamento delle tubazioni, controlli idraulici di tenuta senza impiego di sigillanti o stuccature nel numero che la Direzione lavori deciderà a sua discrezione.

Eventuali realizzazioni di allacciamenti in opera verranno realizzati forando la parete del prefabbricato con idonea carotatrice, eseguendo un foro di diametro adeguato all'alloggiamento della tubazione entrante e la relativa guarnizione a più labbra in gomma sintetica del tipo FORSHEDA F910, rispondente alle norme UNI 4920, DIN 4060, ISO 4633, e EN681.1.

3.60.6. Trasporto, movimentazione, posa, rinterro dei tubi

A) *Imballaggi*

Gli imballaggi possono essere di legno o altri materiali e generalmente saranno considerati a perdere.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 140
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Il tipo di imballaggio è a scelta dell'Appaltatore ma deve garantire che i manufatti oggetto della fornitura non vengano danneggiati durante il trasporto, che le estremità delle barre siano opportunamente perfette e che i tubi mantengano la forma circolare.

Lo stoccaggio deve avvenire su terreno pianeggiante e privo di irregolarità adattando supporti di legno alla base delle cataste in modo da distribuire uniformemente i pesi. Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo dovranno essere protetti dai raggi solari diretti.

B) Trasporto

Nel trasporto dovranno essere prese tutte le precauzioni necessarie onde evitare possibili danneggiamenti. Le impalcature per il fissaggio del carico potranno essere realizzate con bande di canapa o di nylon; se si usano cavi di acciaio, i tubi dovranno essere protetti nella zona di contatto con essi.

Le operazioni di carico e scarico dovranno essere effettuate con cura. I tubi non devono essere trascinati o fatti rotolare su terreni accidentati, non devono essere lanciati da un'altezza superiore a 30 cm e non devono essere accatastati più di quattro tubi in altezza.

C) Posa in opera

La posa in opera avverrà direttamente dal mezzo di trasporto della Ditta produttrice delle tubazioni, senza ricorrere a depositi intermedi su piazzale a piè d'opera.

Pertanto l'invio delle tubazioni dalla fabbrica dovrà essere eseguito di volta in volta, man mano che procederanno i lavori di scavo della sede della condotta.

La Direzione Lavori si riserva tuttavia la facoltà di ordinare il deposito delle tubazioni su piazzale a spese e cura dell'Appaltatore.

D) Fondo della trincea

La superficie del terreno in corrispondenza dell'appoggio del tubo sarà continua, e priva di sassi o zolle di argilla.

E) Sottoscavo

In corrispondenza di terreni "mobili", organici o comunque poco consistenti lo scavo sarà approfondito e sarà creato un sostegno stabile mediante riporto di materiale granulare.

F) Acque di infiltrazione (eventuali)


L'acqua deve essere rimossa durante le operazioni di posa fino al completamento delle operazioni di rinfilanco.

G) Larghezza della trincea

La larghezza della trincea dovrà essere conforme alle indicazioni di progetto.

H) Procedura di messa in opera

Ultimato lo scavo si procederà alla formazione del letto di posa costituito da almeno 20 cm (o più se diversamente indicato in progetto) di sabbia o materiale granulare fine compattato ed al-

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 141
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

meno il 90% del Proctor standard. In corrispondenza dei punti di giunzione il letto di posa sarà ribassato per una lunghezza di circa 10 cm.

La continuità del supporto sarà ripristinata dopo il completamento della giunzione. l'allineamento ed il livellamento dei tubi deve essere curato in modo che il disassamento di due barre contigue non sia maggiore a mezzo grado. Nel caso si debbano realizzare delle limitate deviazioni del percorso, il disassamento fra due barre può essere spinto fino a 1 grado. Dove sono prevedibili cedimenti di vincolo dovuti ad opere murarie, pozzetti o blocchi di ancoraggio, dovrà essere previsto un giunto flessibile ad una distanza non maggiore di 2 diametri.

1) Rinfianco e rinterro

Queste operazioni saranno eseguite immediatamente dopo la posa; in caso ciò fosse impossibile si procederà ad un controllo accurato dell'allineamento prima di rinfiancare.

Il materiale usato per il rinfianco ed il ricoprimento del tubo per almeno 20 cm (o più se diversamente indicato in progetto) sarà dello stesso tipo di quello usato per il letto di posa. La compattazione del rinfianco sarà spinta ad almeno il 90% del Proctor Standard e verrà effettuata per strati di 30 cm circa. Si procederà quindi al ricoprimento fino al piano campagna usando il materiale di scavo ove esso sia ritenuto idoneo dalla D.L. I giunti saranno lasciati scoperti fino al collaudo idraulico avvenuto.

3.60.7. Norme di compattazione

Dovranno essere utilizzate attrezzature idonee a garantire la densità richiesta. Si potranno utilizzare vibratori a piastra battente o, per il letto di posa, rulli.

A) Controllo qualitativo della compattazione


Per assicurare la rispondenza alle prescrizioni del progetto, si eseguiranno periodicamente misurazioni dell'ovalizzazione della tubazione installata. Se la riduzione del diametro verticale risultasse maggiore del 3%, la compattazione dovrà essere incrementata. La validità della compattazione sarà confermata da test con penetrometri.

B) Prescrizioni particolari

Durante la fase di rinterro dovrà esser posta molta cura nel proteggere le tubazioni dalla caduta di sassi, da colpi provenienti dal macchinario utilizzato per la compattazione o per la distribuzione del materiale. Nel caso un tubo risultasse danneggiato si procederà alla sua sostituzione.

C) Prescrizioni ulteriori

Per il fatto della esecuzione e superamento delle prove preliminari di collaudo, non resteranno menomate in alcun modo le facoltà del Collaudatore, al cui giudizio esclusivo è riservato di effettuare controlli e prove sulla condotta in opera, essendo stabilito che tutte le garanzie contrattuali vanno riferite a condotta posta in opera.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 142
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

3.60.8. Trattamenti superficiali protettivi: modalità di esecuzione

D) Condizioni ambientali ed atmosferiche

I lavori di trattamento superficiale protettivi devono essere eseguiti in condizioni normali ed in modo continuativo, così da poter rispettare i tempi di esecuzione stabiliti dal ciclo di pitturazione. I lavori devono essere eseguiti su superfici perfettamente asciutte (salvo che con l'uso di prodotti speciali).

La temperatura ambiente e quella delle superfici deve essere compresa tra +5°C e +35°C (eccezionati alcuni tipi di prodotti a catalizzatore per i quali è necessario un minimo di temperatura di 15°C).

Lo stato igrometrico non deve superare il 60-70% di u.r.; nessuna applicazione può essere effettuata quando lo stato igrometrico supera il 75% di u.r. (salvo che per l'uso di prodotti speciali), oppure nel caso di presenza di vento con particelle in sospensione, di fumi o di vapori aggressivi o inquinanti.

Qualora le condizioni ambientali ed atmosferiche non rientrino in quelle sopra precisate, i lavori non debbono essere iniziati o debbono essere sospesi.

E) Tecniche di lavorazione: regole generali

Ogni strato di pittura dovrà essere applicato dopo la essiccazione dello strato precedente e comunque secondo le esigenze degli specifici materiali impiegati.

Dopo l'applicazione dello strato di finitura, il supporto dovrà presentarsi completamente coperto, di tonalità uniforme, non dovranno essere visibili le riprese o dovranno essere mascherate da spigoli ed angoli. Non dovranno essere visibili colature, festonature e sovrapposizioni anormali.

Per ognuno degli strati (di fondo - intermedio - di finitura), saranno indicati i relativi spessori in micron. Il controllo degli stessi sarà eseguito con gli appositi strumenti magnetici o ad incisione sullo spessore del ciclo completo. Sarà concessa una tolleranza del 10%.

F) Tecniche di preparazione

Pulizia


Particolare cura dovrà essere posta per prevenire la contaminazione dei supporti preparati prima dell'applicazione del primo strato o tra questo e gli strati successivi; tali contaminazioni, che potrebbero avvenire da contatti con grumi, polveri, vapori, condense, spruzzi di lavaggio, ecc., devono essere eliminate dal supporto.

Preparazione della superficie e pitturazione dei supporti devono essere programmate in modo che i residui delle pulizie non vadano a cadere su supporti preparati di fresco da pitturare.

Le superfici che non devono essere pitturate dovranno essere adeguatamente protette sia dai residui delle pulizie che da gocciolamenti di pittura.

Trattamenti particolari

Nel caso di preparazioni ottenute con prodotti chimici, stucchi o mediante acqua o soluzioni acquose, deve essere lasciato trascorrere un tempo sufficiente tra la preparazione e la successiva

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 143
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

pittura- zione, in modo da permettere che si completino eventuali azioni chimiche e che la superficie sia asciutta.

Tecniche di pitturazione

I prodotti verniciati possono essere applicati a pennello, rullo, spruzzo con aria, spruzzo senza aria (airless), spruzzo elettrostatico, spruzzo a volume d'aria, a flusso, per immersione.

Quando è necessario procedere all'applicazione della pittura con tempo umido e freddo, il supporto deve essere pitturato in ambiente protetto e chiuso; l'aria circostante ed il supporto devono avere una temperatura soddisfacente.

Ogni pitturazione ancora umida sottoposta a gelo, eccessiva umidità, neve o condensa, deve essere fatta asciugare. Le zone danneggiate devono essere rimosse, le superfici nuovamente preparate e quindi ripitturate con lo stesso numero di strati delle zone non danneggiate.

Ogni strato di pittura sarà applicato nella maggior misura possibile come una pellicola continua ed uniforme. Salvo diverse prescrizioni, il primo strato di pittura dovrà avere uno spessore della pellicola da 25 a 35 micron, ciascuno strato intermedio e di finitura dovrà avere uno spessore della pellicola da 20 a 30 micron. Nessuna zona della pellicola dovrà avere spessori inferiori a quelli prescritti.

Nel caso che gli spessori prescritti non fossero raggiunti, dovrà essere applicato uno o più strati supplementari fino al raggiungimento dello spessore richiesto. Fanno eccezione a queste regole alcune pitture le cui caratteristiche particolari impongono spessori inferiori o superiori a quelli indicati: tali sono, ad esempio, le pitture viniliche, bituminose epossidiche senza solvente e le emulsioni.


Ciascuno strato di pittura deve essere sufficientemente essiccato e polimerizzato prima di ricevere lo strato successivo. Lo strato di pittura sarà considerato pronto per la ricopertura quando lo strato successivo può essere applicato senza che si verifichino alterazioni dello strato sottostante, quali raggrinzimenti, sollevamenti o perdita di aderenza del primo strato.

Quando sono prescritti strati successivi di pittura dello stesso colore, gli strati dovranno essere in tonalità diverse in modo da poter verificare la completa copertura del supporto. Occorre comunque che la differenza delle tinte non pregiudichi l'aspetto finale con eventuali trasparenze.

Gli strati di fondo aventi aspetto lucido contrastano ad una perfetta adesione degli strati successivi, pertanto nel caso di completa essiccazione o polimerizzazione dovranno essere trattati con una leggera carteggiatura o con lavaggio con solvente o con altro idoneo trattamento che non danneggi le prestazioni dello strato.

3.61. Opere da pittore

Qualunque tinteggiatura, coloritura e verniciatura dovrà essere preceduta da una conveniente ed accuratissima preparazione delle superfici e precisamente da raschiature, scrostature, eventuali riprese di spigoli e tutto quanto occorra per eguagliare le superfici medesime. Successivamente le dette superfici dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata e, quando trattasi di coloriture o verniciature, nuovamente stuccate, indi lisce, previa imprimitura con le modalità e i sistemi più atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 144
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Speciale riguardo dovrà aversi per le superfici da rivestire con vernici. Per le opere in legno la stuccatura e la imprimitura dovrà essere fatta con mastici adatti e la levigatura e rasatura delle superfici dovrà essere perfetta. Per le opere metalliche la preparazione delle superfici dovrà essere preceduta dalla raschiatura delle parti ossidate.

Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno, se richiesto, essere anche eseguite con colori diversi su una stessa parete, complete di filettature, zoccoli e quant'altro occorre alla perfetta esecuzione dei lavori. La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della Direzione Lavori. Le successive passate di coloritura ad olio o verniciature dovranno essere di tonalità diverse, in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllare il numero delle passate che sono state applicate.

L'Appaltatore ha inoltre l'obbligo di eseguire, nei luoghi e con le modalità che gli saranno prescritte, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte che per il genere dell'esecuzione e ripeterli eventualmente con le varianti richieste sino ad ottenere l'approvazione della Direzione Lavori prima di por mano all'opera stessa. Egli dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo necessario ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere eseguite (pavimenti, rivestimenti, infissi, ecc.) restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno essere di norma eseguite secondo quanto di seguito descritto.

3.61.1. Tinteggiatura a calce

La tinteggiatura a calce a due mani di mezza tinta o tinte forti, su intonaci di pareti o soffitti di ambienti o scale, sarà eseguita come appresso:


- imbiancatura preparatoria a latte di calce (qualora non sia già stata effettuata sull'intonaco fresco);
- eventuali stuccature;
- raschiatura e scartavetratura;
- doppio strato di tinta a calce con terre ordinate e fissativo, di cui la prima mano con il pennellone e la seconda mano con la pompa.

3.61.2. Tinteggiatura d'intonaci mediante pitture sintetiche

Tali pitture necessitano di una apprettatura di consolidamento su intonaci vecchi od assorbenti, mediante applicazione di uno strato di soluzione di resine sintetiche idrosolubili (copolimeri) finemente disperse e con notevole potere penetrante (escluse le normali colle viniliche).

Tinteggiatura di intonaci mediante pitture sintetiche antisfarinanti, preconfezionate, a due mani date a pennello, rullo od apparecchio "Airless", previa pittura della polvere e piccole stuccature molto limitate, su fondo già apprettato all'occorrenza.

Tinteggiatura di intonaci esterni con pittura plastica idrosolubile, applicata a spessori in due mani (minimo gr 350 per mq) composta da resine di resistenza superiore (vinilversatato, vinilacrilato e simili), quarzo granulare e pigmenti speciali resistenti alla luce ed alle intemperie (tipo Plastisan, Fassadenfarbe, Dinofan e similari).

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 145
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

3.61.3. Verniciatura su opere in legno

Trattamento preliminare mediante speciale vernice di imprimitura antimuffa, antitarlo ed insetticida; una mano data a pennello od a bagno per immersione.

Verniciatura con vernice di qualità superiore, per superfici già provviste di idonea imprimitura, viene eseguita mediante l'applicazione di due mani intermedie di soluzioni riempitiva idonea e finitura con speciale vernice trasparente, resistente alla luce ed alle intemperie a lucidità e levigatezza superiori.

3.61.4. Verniciatura su opere in ferro

La verniciatura su opere in ferro si effettua mediante smalto sintetico finissimo su perfetta lisciatura. Dopo un'accurata preparazione del fondo si procede con mano di antiruggine, stuccatura e lisciatura mediante rasatura in quattro riprese distanziate, abrasivatura ad acqua delle superfici e due strati di pittura intermedia. Finitura e levigatura dovranno essere lucidate o semilucidate a discrezione della Direzione Lavori.

3.62. Marciapiedi e cigli

I sottofondi per marciapiedi, da pavimentare con pietrini comuni o carrabili o con mattonelle secondo le norme prescritte per le pavimentazioni in genere, saranno in calcestruzzo o gretonato dello spessore di cm 8 disteso su un piano ben battuto e costipato, e da un sovrastante strato di malta per la regolarizzazione del piano.

La pavimentazione dei marciapiedi potrà essere costituita anche da uno strato di conglomerato bituminoso dello spessore non inferiore a cm 2.


I cigli per marciapiede, potranno essere costituiti:

- di conglomerato cementizio dosato con q. 3 di cemento per ogni metro cubo di c.c., delle dimensioni di cm 25x15, in pezzi opportunamente sagomati ed armati, posti su fondazione delle dimensioni minime di cm 30x30 in calcestruzzo; sono compresi oltre la fondazione suddetta, anche lo scavo, il ricavo di passi carrai, la stuccatura a cemento dei giunti ed ogni altra opera necessaria;
- di travertino o pietra simile proveniente da cave locali o da quelle di impiego usuale nella zona, lavorato a martellina fine, delle dimensioni minime come sopra, compresa fondazione e gli altri oneri precedentemente indicati;
- di travertino o pietra simile c.s.; ma in lastre dello spessore minimo di cm 5 ed altezza non inferiore a cm 20, compresa fondazione e gli altri oneri sopra indicati.

3.63. Interventi agronomici

3.63.1. Lavorazione e bonifica del terreno

La lavorazione del terreno dovrà spingersi fino alla profondità necessaria per consentire un'appropriata piantagione, anche con l'impiego di mezzi meccanici speciali, e dovrà essere

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 146
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

eseguita nei periodi idonei, con il terreno “in tempera”, evitando di danneggiare la struttura e di formare “suole di lavorazione”.

Nel corso di questa operazione dovranno essere rimossi tutti i sassi, le pietre, le piante da non conservare e gli eventuali ostacoli sotterranei che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori provvedendo anche, su richiesta della Direzione Lavori, ad accantonare e conservare le preesistenze naturali di particolare valore estetico od altri materiali che possano essere vantaggiosamente riutilizzati nella sistemazione ambientale.

Ove necessario si procederà all’eliminazione degli avvallamenti e di ogni asperità, con asporto di tutti i materiali di risulta, dando al terreno una sistemazione ed una conformazione atte ad evitare il ristagno delle acque ed a ridurre il ruscellamento delle stesse.

3.63.2. Formazione di drenaggi e posa di cavidotti

Successivamente alle lavorazioni del terreno e prima di procedere alla formazione dei tappeti erbosi ed alla messa a dimora delle essenze arboree dovranno essere preparati gli scavi necessari all’installazione di eventuali sistemi di drenaggio e le trincee per alloggiare le tubazioni ed i cavi degli impianti tecnici le cui linee seguano percorsi sotterranei.

Le canalizzazioni degli impianti tecnici, al fine di consentire la regolare manutenzione della sistemazione ambientale, dovranno essere installate ad una profondità che garantisca uno spessore minimo di 40 centimetri di terreno e dovranno essere convenientemente protette e segnalate, al fine di agevolare eventuali futuri interventi di riparazione.


Completata la posa delle canalizzazioni e successivamente alla verifica e all’approvazione degli impianti a scavo aperto da parte della D.L., l’Appaltatore dovrà colmare le trincee e completare le operazioni di lavorazione e bonifica del terreno.

Sono invece da rimandare a livellazione del terreno avvenuta la posa in opera degli eventuali irrigatori e, a piantagione ultimata, la collocazione e l’orientamento degli eventuali apparecchi di illuminazione. Ultimati gli impianti l’Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori opportune planimetrie riportanti l’esatto tracciato e la natura delle diverse linee, e la posizione dei drenaggi e relativi pozzetti realizzati.

3.63.3. Correzione, ammendamento e concimazione di fondo del terreno

Effettuate le lavorazioni del terreno l’Appaltatore dovrà, su indicazione della D.L., incorporare nel terreno tutte le sostanze eventualmente necessarie ad ottenere la correzione, l’ammendamento e la concimazione di fondo nonché somministrare gli eventuali fitofarmaci e/o diserbanti.

Allo scopo di individuare eventuali correzioni organolettiche da apportare al terreno, anche ante semina, dovranno essere eseguite a cura dell’Appaltatore analisi in laboratorio del terreno in situ e del terreno vegetale apportato, secondo i metodi pubblicati dalla Società italiana della Scienza del Suolo. In particolare le determinazioni di laboratorio dovranno riguardare: pH, anidride fosforica assimilabile P2O5, ossido di potassio scambiabile K2O, azoto totale N, carbonato di calcio CaCO3, contenuto di sostanza organica, limo, argilla, sabbia, tessitura scheletrica. Con riferimento a quest’ultimo parametro, la quantità di scheletro con diametro maggiore di 2.00 millimetri relativa al terreno su cui vengono realizzati gli interventi agronomici non dovrà superare il 25% del volume totale.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 147
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

I trattamenti con fitofarmaci dovranno essere tempestivi ed eseguiti da personale specializzato che dovrà attenersi per il loro uso alle istruzioni specificate dalla casa produttrice e alle vigenti norme in materia, ed usare ogni possibile misura preventiva atta ad evitare danni alle persone e alle cose.

3.63.4. Tracciamenti e picchettature

Prima della messa a dimora delle piante e dopo le operazioni di preparazione agraria del terreno l'Appaltatore, sulla scorta delle indicazioni della D.L., predisporrà la picchettatura delle aree di impianto, segnando la posizione nella quale dovranno essere eseguite le piantagioni singole e tracciando sul terreno il perimetro delle piantagioni omogenee (tappezzanti, macchie arbustive, boschetti, ...).

Prima di procedere alle operazioni successive, l'Appaltatore deve ottenere l'approvazione della Direzione Lavori.


3.63.5. Formazione di tappeti erbosi

Nella formazione dei vari tipi di prati, che avrà luogo dopo la esecuzione degli impianti tecnici e delle opere stradali, sono compresi tutti gli oneri relativi alla preparazione del terreno, alla semina o alla piantagione, e alle irrigazioni.

Per preparare il terreno destinato a tappeto erboso dovrà essere eseguita, se necessario, una ulteriore pulizia del terreno rimuovendo tutti i materiali che potrebbero impedire la formazione di un letto di terra vegetale fine ed uniforme. Si dovrà livellare e rastrellare il terreno secondo le indicazioni della D.L. per eliminare ogni ondulazione, protuberanza, buca o avvallamento. Gli eventuali residui della rastrellazione dovranno essere allontanati dall'area di cantiere.

Indicativamente le operazioni da attuare saranno le seguenti:

- 1) asporto dello strato superficiale del terreno per una profondità di 7-10 cm;
- 2) pulizia del terreno da infestanti anche con diserbi e antigerminativi;
- 3) eliminazione del pietrame;
- 4) concimazione di fondo;
- 5) lavorazione del terreno;
- 6) correzione di pendenze secondo l'andamento del terreno;
- 7) concimazione in copertura di presemina;
- 8) semina per i vari tipi di tappeto erboso;
- 9) leggera rullatura;
- 10) copertura del seme con uno strato di terriccio;
- 11) manutenzione successiva, come specificato di seguito.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 148
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Le operazioni di semina avverranno mediante l'impiego di miscugli di sementi selezionate, con germinabilità non inferiore al 97% e purezza del 92%, contenute in imballaggi originali, con assenza di alterazioni dovute ad umidità od altre cause.

La quantità di seme da distribuire è pari a kg 70 - 80 per ettaro. Le operazioni di semina verranno effettuate con più passate incrociate a spaglio, onde favorire il più possibile la omogeneità della semina, spargendo separatamente i semi di diverso peso specifico (prima i semi più pesanti, poi quelli più leggeri).

Al termine delle operazioni le essenze erbacee dovranno coprire uniformemente il terreno senza che risultino punti di diradamento. Il tappeto erboso dovrà risultare rigoglioso, sano ed uniforme. terminate le opere di semina il terreno deve essere immediatamente irrigato.

3.63.6. Messa a dimora delle essenze arboree

Per la messa a dimora delle essenze arboree (imboschimento e vegetazione pronto effetto) si procederà all'escavo delle buche separando la terra buona dai sassi, dalle erbacce e dagli altri materiali inerti o dannosi. La terra più fine sarà posta da parte, a fianco della buca, per porla in seguito a contatto con le radici.

Le buche e i fossi per la piantagione delle specie vegetali dovranno avere le dimensioni più ampie possibili in rapporto alla grandezza delle piante da mettere a dimora, dimensioni che indicativamente potranno variare da 60 x 60 x 60 a 90 x 90 x 90 cm. Qualora le buche e i fossi dovessero essere realizzati su un preesistente tappeto erboso, si dovranno adottare tutti gli accorgimenti necessari per contenere al minimo i danni al prato circostante recuperando lo stato superiore di terreno per il riempimento delle buche stesse. Andrà evitato l'utilizzo di mezzi pesanti, mentre è consentito l'uso di trivelle portatili.


Nella preparazione delle buche e dei fossi ci si dovrà assicurare che nella zona in cui le piante svilupperanno le radici non si verifichino ristagni d'umidità. Si dovrà inoltre provvedere affinché lo scolo delle acque superficiali avvenga in modo corretto.

Prima della piantagione si dovrà procedere al riempimento parziale delle buche con terreno di coltivo ben concimato, in modo che le piante possano essere collocate su un strato di fondo di spessore adeguato alle dimensioni della zolla, o bulbo, e delle radici in relazione alle diverse specie.

La messa a dimora degli alberi, degli arbusti e dei cespugli dovrà avvenire in relazione alle quote finite, avendo cura che le piante non presentino radici allo scoperto oppure risultino, una volta assestato il terreno, interrate oltre il livello di colletto.

L'imballo della zolla dovrà essere costituito da materiale degradabile (paglia, canapa, juta, ...) e dovrà essere tagliato al colletto e aperto sui fianchi senza rimuoverlo da sotto la zolla, togliendo soltanto le legature e il materiale di imballo in eccesso.

La zolla dovrà essere integra, sufficientemente umida, aderente alle radici; nel caso sia troppo asciutta dovrà essere immersa temporaneamente in acqua con tutto l'imballo. Analogamente si dovrà procedere per le piante fornite in contenitore, previa eliminazione dello stesso ed avendo cura di non dissestare il terriccio attorno alle radici. Per le piante a radice nuda, dovrà essere regolato l'apparato radicale rinfrescando il taglio delle radici ed eliminando, ove necessita, quelle spuntate, rotte, danneggiate o secche.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 149
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Il riempimento delle buche dovrà essere effettuato in modo tale da non danneggiare le piante ed il loro apparato radicale, ed in modo che non rimangano vuoti attorno alla radice o alla zolla. Se si rende necessaria, o se viene espressamente richiesta dalla Direzione Lavori, una concimazione secondaria localizzata, si dovrà avere cura di distribuire il concime attorno e vicino alle radici o alle zolle in modo da evitare danni per disidratazione. A riempimento ultimato, attorno alle piante dovrà essere formata una conca per la ritenzione dell'acqua da addurre subito in quantità abbondante, onde favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assestamento del terreno attorno alle radici. Inoltre si dovranno irrorare le piante con prodotti antitraspiranti, mentre alla base delle piante dovrà essere distribuito uno strato di materiale pacciamante di circa 8-10 centimetri di spessore.

Il materiale proveniente dagli scavi, se non riutilizzato o non ritenuto idoneo, dovrà essere allontanato dalla sede del cantiere e portato alla pubblica discarica o su aree predisposte dall'Amministrazione all'interno del cantiere a formazione di rilevati.

Le ramificazioni eccessivamente sviluppate o che si presentassero appassite o rovinare da azioni meccaniche, vanno eliminate dalla chioma.

Il fusto degli alberi posti in opera dovrà essere protetto da una accurata fasciatura con juta a partire dal colletto e sino alle prime branche importanti (altezza dell'impalcatura). Le piante dovranno essere collocate in modo da ottenere il miglior risultato estetico e tecnico in relazione agli scopi della realizzazione.

La formazione di quinte arboree e arbustive e di composizioni dovrà adeguarsi agli schemi di progetto e alle disposizioni della Direzione dei Lavori, per l'ottenimento degli effetti decorativi desiderati.

Gli alberi e gli arbusti di maggiori dimensioni dovranno essere sostenuti da tutori in legno scorrecciato e impregnato in autoclave o, a seconda delle disposizioni della D.L., da un'armatura formata da almeno tre tiranti in acciaio zincato controventati a terra e muniti di tendifilo.


I tutori non dovranno avere un diametro inferiore al diametro del fusto della pianta da sostenere misurato ad un metro di altezza dal colletto. Essi dovranno essere infissi nel terreno per una profondità pari a quella della fossa, ed uscire da questa per un'altezza pari a 2/3 dell'altezza totale della pianta. Nel caso si dovesse provvedere all'impianto su tazze in luoghi pavimentati, l'ancoraggio dovrà ottenersi con l'infissione di due pali sistemati lungo l'asse di piantagione ai lati della tazza, fissati tra loro con chiodi ad una traversa di opportuna grandezza, alla quale verrà fissata la pianta con legacci flessibili.

Nelle zone in cui si possono verificare danni dovuti al transito di persone o automezzi, le piante messe a dimora dovranno essere protette, a gruppi o singolarmente, con opportuni ripari (reti metalliche, protezioni in acciaio o in legno, griglie, ...).

A piantagione eseguita, l'Appaltatore dovrà consegnare una copia degli elaborati grafici riportanti l'indicazione esatta della posizione definitiva delle piante e dei gruppi omogenei messi a dimora.

3.63.7. Potatura

Tutte le operazioni di potatura saranno eseguite conformemente alla pianta campione predisposta dalla D.L. e secondo le indicazioni di quest'ultima all'atto esecutivo.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 150
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Gli interventi consistono nello sfogliamento della chioma, nel rinnovamento dei vecchi tagli non correttamente eseguiti, nell'eliminazione dei ricacci indesiderati lungo il fusto, nell'eliminazione dei polloni e delle radici compromesse e morte.

Per le piante allevate in forma libera la potatura dovrà avvenire nel rispetto dell'habitus vegetativo proprio della specie e della varietà, con tagli eseguiti a regola d'arte secondo le normali tecniche agronomiche (taglio di ritorno, potatura a tutta cima, ecc.). La superficie dei tagli dovrà risultare liscia al tatto e compatibile con la struttura della pianta aderente al fusto o alle branche senza lasciare speroni sporgenti e secondo le indicazioni della D.L.

La sezione di taglio dovrà risultare ovoidale, per quanto possibile con l'asse maggiore parallelo all'asse del fusto o delle grosse branche. La corteccia circostante la superficie del taglio dovrà rimanere il più possibile integra e priva di slabbrature e discontinuità.

Tutte le superfici di taglio dovranno essere trattate con fungicidi e cicatrizzanti. Dopo la potatura o l'abbattimento di ogni pianta, l'Appaltatore appaltatrice dovrà disinfettare gli attrezzi di taglio con le soluzioni indicate dalla D.L..

3.63.8. Trapianti

Le operazioni da eseguire sia in fase antecedente che successivamente al trapianto, saranno in linea di massima le seguenti:

- potatura della chioma;
- lavorazione manuale e meccanica della zolla;
- fasciatura del tronco;
- trattamento antiparassitario;
- applicazione di capsule nutritive sul tronco e concimazione fogliare;
- parziale defogliazione manuale;
- riporto di terreno idoneo e ancoraggio della pianta nel nuovo sito di messa a dimora;
- periodica irrigazione con scadenza settimanale, salvo diversa indicazione della D.L.


Durante il trasporto dell'albero o dell'arbusto, l'Appaltatore è tenuta, su richiesta della D.L., a proteggere le piante mediante copertura con teli leggeri, anche inumiditi.

3.63.9. Manutenzione delle opere a verde

La manutenzione delle opere dovrà avere inizio immediatamente dopo la semina del tappeto erboso e la messa a dimora delle essenze arboree ed arbustive, e dovrà continuare fino alla scadenza del periodo di garanzia concordato, che comunque non dovrà essere inferiore a 12 mesi. Ogni nuova piantagione dovrà essere curata con particolare attenzione fino a quanto non sarà evidente che le piante, superato il trauma del trapianto o il periodo di germinazione per le semine, siano ben attecchite e siano in buone condizioni vegetative.


Le operazioni da effettuarsi consistono:

- Irrigazioni: l'Appaltatore esecutrice dei lavori è tenuta ad irrigare tutte le piante messe a dimora e i tappeti erbosi per tutta la durata del periodo di garanzia concordato. Le irri-


	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 151
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

gazioni dovranno essere ripetute e tempestive, e variare in quantità e frequenza in relazione alla natura del terreno, alle caratteristiche specifiche delle piante, al clima e all'andamento stagionale. Nel caso fosse stato predisposto un impianto di irrigazione automatico, l'Appaltatore dovrà controllare che questo funzioni regolarmente. Questo non esonera l'Appaltatore dalle sue responsabilità in merito all'irrigazione.

- Ripristino conche e rincalzo: le conche di irrigazione eseguite durante i lavori di impianto devono essere, se necessario, ripristinate. A seconda dell'andamento stagionale, delle zone climatiche o delle caratteristiche di specie, l'Appaltatore provvederà alla chiusura delle conche e al rincalzo delle piante oppure alla riapertura delle conche per l'innaffiamento.
- Falcature, diserbi e sarchiature: oltre alle cure colturali normalmente richieste, l'Appaltatore dovrà provvedere, durante lo sviluppo delle specie prative e quando necessario, alle falcature del tappeto erboso. Tale operazione dovrà essere eseguita con la massima tempestività e cura, evitando la dispersione sul terreno dei residui rimossi. I diserbi dei vialetti, dei tappeti erbosi e delle altre superfici interessate dall'impianto devono essere eseguiti preferibilmente a mano o con attrezzature meccaniche. L'eventuale impegno di diserbanti chimici dovrà attenersi alle normative vigenti. Le superfici d'impianto interessate da alberi, devono essere oggetto di sarchiature periodiche.
- Concimazioni: le concimazioni devono essere effettuate nel numero e nelle quantità stabilite dal piano di concimazione.
- Potature: le potature devono essere effettuate nel rispetto delle caratteristiche delle singole specie. Il materiale vegetale di risulta dovrà essere immediatamente rimosso e depositato secondo gli accordi presi con la D.L. o trasportato alle pubbliche discariche.
- Eliminazione e sostituzione delle piante morte, deperenti o danneggiate: le eventuali piante morte dovranno essere sostituite con altre identiche a quelle fornite in origine; la sostituzione deve, in rapporto all'andamento stagionale, essere inderogabilmente effettuata nel più breve tempo possibile dall'accertamento del mancato attecchimento.
- Rinnovo delle parti non perfettamente riuscite dei tappeti erbosi: epoca e condizioni climatiche permettendo, l'Appaltatore dovrà riseminare o piantare ogni superficie a tappeto erboso che presenti una crescita irregolare o difettosa delle specie prative oppure sia stata giudicata per qualsiasi motivo insufficiente dalla Direzione Lavori.
- Difesa dalla vegetazione infestante: durante l'operazione di manutenzione l'Appaltatore dovrà estirpare, salvo diversi accordi con la Direzione Lavori, le specie infestanti e reintegrare lo strato di pacciame.
- Sistemazione dei danni provocati da erosione: l'Appaltatore dovrà provvedere alla sistemazione dei danni causati dall'erosione per difetto di esecuzione degli interventi di sua specifica competenza in merito allo smaltimento delle acque meteoriche o per eventuali ristagni.
- Ripristino della verticalità delle piante: l'Appaltatore è tenuta al ripristino della verticalità e degli ancoraggi delle piante qualora la D.L. lo ritenga necessario sostituendo i tutori ed i legacci non più funzionali. Qualora si verificassero danni alla vegetazione già preesistente (caduta di grandi alberi o di loro parti), anche a seguito di eventi meteorici, l'Appaltatore è tenuta su indicazione della D.L. al sollecito sgombrò della vegetazione irrecuperabile e agli interventi di risanamento.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 152
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- Controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere: l'Appaltatore dovrà controllare le manifestazioni patologiche sulla vegetazione delle superfici sistemate provvedendo alla tempestiva eliminazione del fenomeno patogeno onde evitare la diffusione e rimediare ai danni accertati.
- Pulizia dell'area: l'Appaltatore effettuerà una costante pulizia dell'area asportando tutti i materiali di qualsiasi natura, da chiunque depositati, compresi quelli portati dal vento e trasportando il materiale di risulta alle pubbliche discariche.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 153
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

4. NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE

4.1. Norme generali per la misurazione e valutazione dei lavori

La misurazione e la valutazione dei lavori e delle provviste sarà effettuata con metodi geometrici, la contabilizzazione degli stessi sarà fatta a numero, a peso, a misura o a corpo secondo quanto previsto nell'elenco prezzi.

Per la liquidazione dei lavori varranno le misure fissate dal progetto anche se in sede di controllo da parte degli incaricati, si riscontrassero spessori, superfici; lunghezze diverse dello stesso se tali unità di misura saranno superiori a quanto previsto.

Nel caso però in cui tali maggiorazioni risultassero ordinate per iscritto dalla Direzione Lavori esse saranno contabilizzate.

Non saranno in nessun caso ammesse dimensioni inferiori a quelle di progetto salvo eventuali tolleranze previste dal progetto stesso e dal Capitolato. L'Appaltatore, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, sarà chiamato al rifacimento delle opere deficienti a totale suo carico.


Le misure saranno prese in contraddittorio man mano che procedono i lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dalla Direzione Lavori e dal rappresentante dell'Appaltatore. Resta salva in ogni caso la possibilità di verifica e rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

Tutti gli oneri e spese dell'Appaltatore per i tracciamenti e la conservazione degli stessi, gli oneri e spese necessarie per il prelievo di campioni di qualsiasi genere nelle opere eseguite ed in corso di esecuzione e di tutti quelli necessari per le prove previste dal Capitolato nonché per le prove da eseguire presso laboratori ufficiali al fine di accertare le caratteristiche dei singoli materiali e la rispondenza degli stessi e dei lavori eseguiti alle prescrizioni di Capitolato ed agli ordini della Direzione Lavori fatte salve eventuali diverse precise indicazioni del Capitolato e dell'elenco prezzi, si intendono compresi e compensati nei singoli prezzi di elenco.

4.2. Materiali a piè d'opera

I prezzi di elenco per i materiali a piè d'opera, diminuiti dal ribasso d'asta, si applicano soltanto:

- alle provviste del materiale a piè d'opera che l'Appaltatore è tenuto a fare su richiesta della Direzione Lavori, come ad esempio, somministrazioni per lavori in economia, somministrazioni di legname per casseri, paratie, palafitte, travature, ecc. alla cui esecuzione provvedesse direttamente l'Ente Appaltante, la somministrazione di ghiaia e pietrisco, quando l'Appaltatore non ne debba anche effettuare lo spandimento;
- per la valutazione dei materiali accettabili nel caso di esecuzione di ufficio e nel caso di rescissione coattiva e scioglimento del contratto;
- alla valutazione del materiale per l'accreditamento del loro importo nei pagamenti in acconto ai sensi dell'art. 34 del Capitolato Generale;
- alla valutazione delle provviste a piè d'opera che dovessero essere rilevate dall'Ente Appaltante quando, per variazioni da essere introdotte, non potessero trovare impiego nei lavori.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 154
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

I detti prezzi per i materiali a piè d'opera servono pure per la formazione di nuovi prezzi (ai quali in ogni caso deve essere applicato il ribasso contrattuale).

Tali prezzi comprendono ogni spesa accessoria per dare i materiali a piè d'opera sul luogo dell'impiego, le spese generali ed il beneficio dell'Appaltatore.

Per la misurazione dei materiali a piè d'opera saranno seguite le seguenti norme:

4.2.1. Legnami

Il volume e la superficie dei legnami saranno computati in base alla lunghezza e sezioni ordinate, essendo nei prezzi stessi compreso qualunque compenso per sfrido e per la sua riduzione alla esatta dimensione prescritta.

Per i legnami rotondi e grossolanamente sgrossati, il volume risulterà dal prodotto della lunghezza minima per la sezione trasversale in corrispondenza ad un terzo della lunghezza a partire dalla base maggiore.

Essi saranno pagati a metro cubo.

La superficie delle assicelle, tavole, tavoloni, panconi, verrà misurata moltiplicando la larghezza presa in mezzzeria per la lunghezza massima, cioè come se le teste fossero tagliate a squadra.

Saranno pagate a metro quadrato.

4.2.2. Sabbia, ghiaietto, ghiaia, graniglia, pietrischetto, pietrisco, pietrame e ciottolo

A discrezione della Direzione Lavori, e fatte salve eventuali prescrizioni di Capitolato, saranno misurate a volume su autocarro in arrivo oppure in cataste o cumuli predisposti e regolarizzati allo scopo. Ogni onere e spesa per la messa in catasta e cumulo sono a totale carico dell'Appaltatore.

4.2.3. Bitume, cemento, acciaio

Saranno posti sui mezzi di trasporto e pagati a peso.

4.3. **Scavi di sbancamento, Rilevati, Compattazioni, Miscelazioni**


4.3.1. Scavi di sbancamento

La misurazione degli scavi sarà fatta col metodo delle sezioni ragguagliate.

Alla consegna dei lavori l'Appaltatore eseguirà in contraddittorio con la Direzione Lavori il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle sezioni stesse e delle loro distanze integrandole se sarà opportuno.

In base ai rilievi prima descritti ed a quelli che saranno eseguiti ed a parti di essa purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà valutato il volume degli scavi eseguiti.

Gli scavi saranno valutati in conformità alle dimensioni fissate nei tipi ordinati di volta in volta dalla D.L. e nell'intesa che l'eventuale maggiore scavo che venisse eseguito in più di quello sta-

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 155
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

bilito dalla D.L. in sostituzione delle sbadacchiature, non verrà in alcun modo pagato e rilevando i profili e le sezioni prima e dopo lo scavo, senza tenere conto dell'aumento di volume delle terre scavate.

Il prezzo e le valutazioni saranno applicati secondo le corrispondenti voci dell'elenco prezzi. Inoltre nel prezzo è compreso ogni spesa per la fattura e il disfacimento delle occorrenti sbadacchiature, per la fornitura di legname, per il degradamento o anche per l'eventuale perdita di esso, totale o parziale che sia, la sistemazione dello scavo e delle pareti di taglio; lo sgombero di eventuali frane e smottamenti a qualunque causa imputabile, non verrà in alcun modo compensato o comunque riconosciuto all'Appaltatore e resta inteso che i prezzi corrispondenti per gli scavi si riferiscono a materiali di qualsiasi natura e consistenza, asciutti o bagnati.

Il volume dei riempimenti e quello dei terrapieni e rilevati si stabilirà moltiplicando per la distanza di due sezioni trasversali consecutive, la media aritmetica delle loro superfici.

Per alcuni movimenti di terra il Direttore dei Lavori può prescrivere che il calcolo del volume degli scavi e dei rinterri sia fatto col metodo dei piani quotati. Nel caso in cui i riempimenti non potessero essere ottenuti con materiale proveniente dagli scavi, l'Appaltatore dovrà provvedere al materiale stesso a sue spese, senza poter avanzare per questo pretese di ulteriore compenso a di fuori di quello stabilito dall'elenco dei prezzi. Il riempimento di pietrame a secco a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., sarà valutato a mc per il suo volume effettivo misurato in opera.

Tutti i lavori di rinterro anche per rilevati, terrapieni, ecc., saranno valutati dopo il loro costipamento a meno che, per insufficienza di tempo, esso non fosse totalmente avvenuto, nel qual caso verrà applicato dalla Direzione Lavori un congruo diffalco.

Le diminuzioni di altezza dei rilevati per effetto di cedimenti del sottofondo, sono tutte a carico dell'Appaltatore, intendendosi compreso nel prezzo unitario il maggiore onere relativo a tali cedimenti o il conseguente ricarico per portare il rilievo alla sagoma prescritta.


Saranno compensati con il prezzo relativo agli scavi di sbancamento tutti quelli previsti nel relativo articolo o descritti nel presente.

Quando negli scavi l'Appaltatore superasse i limiti stabiliti, non sarà tenuto conto del maggior lavoro eseguito ed egli sarà in più tenuto a sua completa cura e spesa, a rimettere in sito e compattare, alla stessa densità del terreno naturale circostante, le materie scavate in più e comunque a provvedere, sempre a sua completa cura e spese, a quanto necessario per assicurare la regolare esecuzione delle opere.

Nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, se occorre anche con appositi canali fagatori, a mantenere libero il naturale deflusso delle acque e ad evitare che le acque di superficie si scarichino negli scavi.

Oltre agli oneri prima descritti il prezzo relativo agli scavi in esame comprende e compensa i seguenti particolari oneri:

- il taglio delle piante e degli arbusti di diametro previsto dall'elenco prezzi, l'estirpazione delle radici e delle ceppaie ed il loro carico, il trasporto a qualsiasi distanza, scarico e consegna alle persone o Enti che saranno indicati dalla Direzione Lavori, o messa a rifiuto su aree da provvedere a cura e spese dell'Appaltatore, secondo quanto previsto in progetto;
- per il carico ed il trasporto ci si dovrà regolare alle prescrizioni di elenco prezzi;

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 156
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- la demolizione di massicciate ed il recupero, se ordinato dalla Direzione Lavori, dei materiali riutilizzabili ed il loro accatastamento su aree da provvedere a cura e spese dell'Appaltatore in prossimità dei lavori;
- l'eventuale ripresa di frane, compresa la compattazione dei materiali sostituiti fino a raggiungere la densità naturale del materiale sito;
- gli eventuali maggiori scavi necessari per mantenere inalterato il deflusso delle acque di superficie e per impedire che esse si scarichino negli scavi;
- la sagomatura e sistemazioni delle banchine e delle scarpate e la profilatura dei cigli;
- lo spianamento e la livellazione del fondo e la compattazione dello stesso.

Qualora per la qualità del terreno e per qualsiasi altro motivo fosse necessario puntellare, sbadacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Appaltatore vi dovrà provvedere a sua cura e spese adottando tutte le precauzioni per prevenire smottamenti e franamenti.

Nessun compenso spetta all'Appaltatore per il mancato recupero, parziale e totale, del materiale usato in dette armature e sbadacchiature.

Nessun compenso spetta all'Appaltatore se, per particolari condizioni locali gli scavi dovessero essere eseguiti "a campioni".

Nel caso di presenza di trovanti, rocce e fondazioni di murature aventi volumi singoli superiori a mc 0,5 essi saranno compensati con i relativi prezzi di elenco ed il loro volume sarà detratto da quello degli scavi.

I prezzi compensano infine l'Appaltatore di ogni altra spesa occorrente per dare ultimati gli scavi secondo i progetti ed in conformità alle norme ed alle prescrizioni ed istruzioni del presente Capitolato.

Nel prezzo dello scavo sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore per la presenza del Well-Point adiacente allo scavo stesso, come nel caso in cui l'impianto venga installato fuori dalla fascia di esproprio con conseguente risarcimento dei danni per l'occupazione temporanea. Ciò anche per la presenza di qualsiasi altra attrezzatura per l'aggottamento, quali pompe, norie o altro.

4.3.2. Rilevati, sistemazioni in rilevato, compattazione di piani di posa, miscelazione

A) Rilevati


La misurazione dei rilevati sarà fatta con il metodo delle sezioni ragguagliate.

Alla consegna dei lavori l'Appaltatore eseguirà in contraddittorio con la Direzione Lavori il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse.

In base ai rilievi prima descritti ed a quelli che saranno eseguiti ad opera finita, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto sarà valutato il volume dei rilevati eseguiti.

B) Sistemazione dei rilevati

Il prezzo per la sistemazione in rilevato comprende e compensa i seguenti oneri particolari:

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 157
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- l'asportazione delle radici e dei ceppi, il carico ed il trasporto a qualsiasi distanza, lo scarico e la consegna ad enti o persone che saranno indicate dalla Direzione Lavori o la messa a rifiuto su aree da provvedere a cura e spese dell'Appaltatore.
- La stesa del materiale in strati successivi secondo le modalità prescritte nel relativo articolo.
- Gli aggettamenti a mezzo di pompe o di impianto Well-Point ed altre opere e magisteri eventualmente necessari per mantenere sgombra la zona dei lavori da qualsiasi quantità, distribuzione e portata d'acqua.
- La ripresa del terreno vegetale delle zone di deposito e la sua sistemazione nelle scarpate e banchine entro la sagoma definitiva per uno spessore di cm 30 od altro che sarà stabilito dalla Direzione Lavori.
- La sagomatura e sistemazione delle scarpate e delle banchine e la profilatura dei cigli.
- Tutti gli oneri per le prove di laboratorio ed in sito che l'Appaltatore dovrà far eseguire, su indicazione della Direzione Lavori per accertare il grado di compattazione dei rilevati per l'identificazione e la classificazione dei materiali, onde accertarne l'idoneità ed essere posti in rilevato.
- Quanto altro occorra per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, secondo le indicazioni di progetto, le prescrizioni di Capitolato e gli ordini della Direzione Lavori.

Dal computo dei volumi dei rilevati si detraranno i volumi delle opere d'arte.

I prezzi del presente punto comprendono e compensano anche tutti gli oneri derivanti dallo smaltimento completo delle acque meteoriche eventualmente presenti e tutto quanto altro necessario per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

4.4. Scavi a sezione obbligata, demolizioni

4.4.1. Scavi a sezione obbligata


Si intendono come scavi a sezione obbligata quelli che vengono eseguiti di norma per la costruzione di opere murarie in genere e per le trincee delle tubazioni.

Gli scavi a sezione obbligata sono valutati a parete verticale compreso l'ingombro della cassa chiusa o blindaggio o a pareti inclinate compresi eventuali sbadacchi e puntelli, ove la natura del terreno lo consenta.

Qualora, per espresso ordine della Direzione Lavori e per provate necessità esecutive, fosse necessario eseguire lo scavo a cassa chiusa o blindaggio deve essere incluso nello scavo a sezione obbligata anche lo spazio occupato dai casseri. In tal caso la superficie di base degli scavi a sezione obbligata va estesa fino alla linea esterna di detti casseri.

Nel caso di muri a ridosso di terrapieno con la superficie inclinata verso il terrapieno stesso, gli scavi a sezione obbligata saranno delimitati:

- per la parte verso la faccia vista del piano verticale appoggiato al filo della fondazione;
- per la parte verso il terrapieno dal piano inclinato che delimita la muratura verso terra.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 158
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Nel caso che fossero prescritti drenaggi dietro le murature, alla faccia inclinata del muro verso terra va sostituita quella del drenaggio.


Con i prezzi di tariffa oltre agli obblighi specificati e risultanti dai relativi precedenti articoli sono compresi e compensati i seguenti oneri:

- lo scavo a qualsiasi profondità anche diversa da quella prevista in progetto, senza che l'Appaltatore possa accampare diritti per maggiori compensi;
- il taglio di piante e di arbusti, l'estirpazione di radici e di ceppaie ed il loro carico, trasporto a qualsiasi distanza, scarico e consegna a persone od enti che saranno indicati dalla Direzione Lavori od a rifiuto su aree da provvedere a cura e spese dell'Appaltatore, se prescritto dalla D.L.;
- il carico, il trasporto a qualsiasi distanza e lo scarico di tutte le materie di risulta a rilevato a deposito ed a rifiuto, in questi ultimi casi su aree da provvedere a cura e spese dell'Appaltatore;
- l'eventuale ripresa di frane per qualsiasi volume di materiale franato;
- tutti gli oneri per pompaggio, per mantenere sgombra la zona dei lavori per una altezza d'acqua fino a cm 20 dal fondo scavo;
- gli eventuali maggiori scavi necessari per mantenere inalterato il libero deflusso dalle acque di superficie e per impedire che esse si scarichino negli scavi nonché per garantire il deflusso delle acque al di sotto del piano di lavoro e per far luogo ai centri di pompaggio;
- le spese necessarie per il rinterro attorno o sopra alle murature ed alle condotte con materiali provenienti dagli scavi se ritenuti idonei dalla D.L.;
- l'eventuale perdita anche se totale dei materiali impiegati nelle puntellazioni ed armature di qualsiasi entità;
- nei prezzi di tariffa si è tenuto conto dell'obbligo per l'Appaltatore di provvedere a tutta sua cura e spese, ad assicurare la continuità del traffico stradale nel miglior modo possibile.
- ogni altra spesa infine, di qualunque genere occorrente per l'esecuzione degli scavi di cui trattasi a perfetta regola d'arte e secondo i progetti ed in conformità alle norme, istruzioni, precisazioni ed oneri del presente Capitolato.

4.4.2. Demolizioni

Le demolizioni di murature (escluse le murature a secco) e fabbricati saranno compensate con i corrispondenti prezzi di elenco i quali comprendono e compensano i seguenti particolari oneri:

- le puntellazioni e sbadacchiature di qualsiasi tipo e genere che siano necessarie per una corretta esecuzione del lavoro e per garantire la incolumità delle persone e delle cose. Nessun compenso spetta all'Appaltatore per il mancato recupero, parziale e totale del materiale usato per tali puntellazioni e sbadacchiature;
- il carico, il trasporto a qualsiasi distanza e lo scarico di tutti i materiali di risulta, che resteranno tutti di proprietà dell'Appaltatore essendosi tenuto conto di ciò nella formulazione di prezzi;

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 159
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- il taglio dei ferri e delle armature metalliche;
- gli aggettamenti ed altre opere e magisteri eventualmente necessari per mantenere sgombra la zona dei lavori da qualsiasi quantità, distribuzione e portata d'acqua;
- quanto altro necessario per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte e secondo le prescrizioni di Capitolato e gli ordini della Direzione Lavori.

La misurazione del volume di demolizione dei fabbricati verrà fatta vuoto per pieno considerando come altezza quella esistente fra il piano di campagna ed il piano di gronda.

L'eventuale demolizione delle parti interrato del fabbricato e delle sue opere di fondazione, è compresa e compensata nella valutazione vuoto per pieno prima descritto. Tutte le altre demolizioni saranno pagate in base all'effettivo volume delle strutture demolite.

4.5. Trasporti e conferimenti in discarica

I trasporti ed i conferimenti a discarica saranno valutati a tonnellata. L'Appaltatore è tenuta a trasmettere alla DL le bindelle di pesatura relative a tutti i movimenti terra in uscita dal cantiere, che fungeranno da documento propedeutico all'inserimento in contabilità delle rispettive lavorazioni.

La DL deve verificare periodicamente la contabilizzazione disponendo il prelievo di campioni in contraddittorio sui quali effettuare prove atte a determinare il peso specifico dei materiali.

L'Appaltatore esecutrice è tenuta a esibire e lasciare in copia alla DL la quarta copia del bollettario rifiuti di ogni trasporto. Il prelievo dei campioni e le relative analisi devono assicurare un'adeguata rappresentatività dei campioni stessi rispetto ai materiali da scavare e smaltire e alle specifiche procedure esecutive (profondità, fronti di scavo, mezzi d'opera, ecc.).

Prima dell'inizio delle attività di scavo l'Appaltatore è tenuta a sottoporre all'approvazione della DL il piano delle indagini in base alle quali sarà possibile definire il sito finale di smaltimento.


Per la definizione dei costi di trasporto occorre che l'Appaltatore esibisca ogni riferimento all'impianto di destinazione e al tragitto per raggiungerlo dal cantiere, così da determinare le effettive distanze percorse.

4.6. Tubazioni

Le tubazioni saranno valutate a metro lineare utile in opera, misurato lungo l'asse della tubazione, escludendo, se non diversamente specificato nelle voci di elenco prezzi, le curve ed i pezzi speciali di ghisa di acciaio e di grès, gli apparecchi e simili.

Nei prezzi si intendono compresi il trasporto a picchetto dei tubi e tutte le forniture e tutte le prestazioni di qualsiasi genere e natura che si rendessero necessarie per dare le tubazioni poste in opera a perfetta regola d'arte, provate secondo le norme regolamentari e pronte all'uso. In particolare si intendono, tra l'altro, compresi i seguenti oneri:

- trasporto a picchetto dei tubi;

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 160
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- posa in opera degli stessi anche in presenza d'acqua, con adeguato impiego di pompe e di altri eventuali mezzi di aggotamento compensato col relativo prezzo di elenco, come specificato in elenco prezzi, previa accurata preparazione del piano di posa;
- formazione delle giunzioni con tutti gli oneri inerenti;
- prove di tenuta delle tubazioni che saranno ordinate dalla D.L.

4.7. Conglomerati cementizi, casseforme


4.7.1. Conglomerati cementizi semplici armati e precompressi

I conglomerati cementizi semplici, armati e precompressi costruiti con getto in opera o prefabbricati e posti successivamente in opera saranno valutati geometricamente a volume, a superficie od a lunghezza, secondo la categoria cui appartengono. La valutazione sarà fatta in base alle dimensioni prescritte, escluse ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dalle modalità con cui sono stati eseguiti i lavori. Saranno solo trascurate le deduzioni per eventuali smussature degli spigoli previste dal progetto aventi il cateto maggiore della sezione di lunghezza minore o tutto al più uguale a 10 cm. Dalle misure saranno dedotti i vani, se prescritti, di volume superiore a 0,20 mc.

In ogni caso non saranno dedotti i vani delle feritoie lasciate, su ordine della Direzione Lavori, per lo scolo delle acque intendendosi con ciò compensati il maggior magistero e le maggiori cassature richieste.

Nei prezzi relativi ai conglomerati cementizi sono compresi e compensati quando non sia diversamente ed esplicitamente disposto dalle voci di elenco prezzi:

- ogni e qualsiasi spesa per impalcature e ponti di sicurezza, di qualsiasi importanza;
- l'eventuale aggiunta di cemento necessaria per raggiungere le resistenze caratteristiche minime indicate per i vari tipi;
- il trasporto, l'innalzamento dei materiali tutti nonché tutte le manovre necessarie per l'esecuzione delle opere per qualsiasi altezza, forma e dimensione dei getti da eseguire;
- la vibrazione dei getti con idonei vibratori ed i conseguenti cali;
- il controllo periodico dell'umidità degli inerti e la registrazione, ove prescritto, con adatti strumenti dell'umidità e temperatura ambientale;
- le prove granulometriche da effettuare sia prima dell'inizio dei lavori che periodicamente durante l'esecuzione dei getti;
- il controllo da eseguire presso laboratori ufficiali delle caratteristiche dell'acqua da usare negli impasti;
- il prelevamento di cubetti di prova del conglomerato e tutte le spese necessarie per l'esecuzione delle prove di resistenza in laboratori ufficiali che saranno indicati dalla Direzione Lavori compresi trasporti, spedizioni ecc. o per le prove eseguite nel laboratorio di cantiere;
- tutte le eventuali prove particolari che la Direzione Lavori prescriverà, a suo insindacabile giudizio per inerti, leganti, acqua, impasti e getti;

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 161
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- la fornitura e l'impiego di eventuali sostanze plastificanti aeranti o simili;
- la fornitura e l'impiego di eventuali sostanze anticongelanti;
- tutti i provvedimenti necessari e prescritti dalla Direzione Lavori per una perfetta stagionatura dei getti;
- la formazione di fori, incastri o vani di alloggiamento per l'appoggio o l'ancoraggio di altre strutture o meccanismi di qualsiasi genere o tipo;
- la formazione di giunti di dilatazione o contrazione. Nel caso fosse prescritta la posa in opera di speciali apparecchiature o materiali essi saranno compensati con i corrispondenti prezzi di elenco oppure in base a fatture;
- l'eliminazione delle sbavature e la regolarizzazione con lo scalpello o martellina delle facce in vista che presentassero imperfezioni, nonché la ripresa delle irregolarità con malta di cemento se ordinata dalla Direzione Lavori;
- le prove di carico compresa la fornitura del treno di carico, gli strumenti di prova, le incastellature, la manodopera di assistenza e quanto altro occorra per un regolare e corretto svolgimento delle prove;
- tutti gli accorgimenti necessari per evitare il dilavamento dei conglomerati nel caso di getto eseguito in acqua;
- gli aggettamenti ed altre opere e magisteri eventualmente necessari per mantenere sgombra la zona dei lavori da qualsiasi quantità, distribuzione e portata d'acqua;
- quanto altro occorra per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte secondo le disposizioni di progetto, gli ordini della Direzione Lavori ed in conformità alle norme e prescrizioni del presente Capitolato.

Nei conglomerati di fondazione in cui siano state collegate per rinforzo travi di ferro, rotaie e spezzoni di ferro profilati, qualunque sia il peso del ferro per mc di conglomerato, saranno sempre compensati con i prezzi di tariffa dei conglomerati semplici.


E' facoltà della Direzione Lavori ridurre gli spessori previsti per i getti del valore che corrisponde alla maggior quantità di conglomerato in seguito alla compenetrazione.

Il prezzo relativo alle opere in conglomerato armato precompresso sarà applicato solamente alle parti di struttura che sono soggette a coazione preventiva sempre che siano corrispondenti alle norme regolamentari sul precompresso.

In caso di strutture miste in conglomerato armato precompresso e conglomerato armato normale la Direzione Lavori sulla scorta dei calcoli di stabilità, darà precise disposizioni per delimitare, agli effetti contabili, le singole parti dell'opera. Le solette saranno considerate precomprese quando la coazione preventiva verrà esercitata nel senso normale alle travi portanti.

Nel caso di strutture miste in acciaio e conglomerato, dal computo dei volumi del conglomerato non saranno detratti i volumi delle parti metalliche che il progetto prevede incorporato nei conglomerati stessi.

Nel caso di modifica nel dosaggio e tipo del cemento rispetto a quello previsto nei singoli prezzi di elenco, sempre detta modifica sia espressamente ordinata dalla Direzione Lavori, i prezzi di elenco saranno variati aggiungendo ad essi l'importo corrispondente alla differenza di dosatura e tipo di cemento valutati ai prezzi di elenco.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 162
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Qualora la Direzione Lavori accettasse conglomerati cementizi le cui resistenze medie dei provini fossero risultate inferiori alle minime prescritte dalla tabella del Capitolato alle quantità deficitarie verranno applicati i prezzi del Capitolato ridotti del 20%.

4.7.2. Casseforme

L'onere per le cassature sarà compreso nelle relative voci di prezzo dei conglomerati cementizi se non esplicitato diversamente in elenco prezzi.

Gli oneri relativi alle casseforme comprendono anche quelli per eventuali armature di sostegno e centinature, limitatamente ai seguenti casi:

- per tutte le strutture verticali subverticali od inclinate di qualsiasi genere ed altezza quali ad esempio, muri, rivestimenti piedritti, pile ecc.,
- per tutte le strutture orizzontali, o ad arco, quali piattabande, travate, sbalzi, archi, volte ecc.;
- per tutte le strutture orizzontali di qualsiasi luce.

Quanto altro occorra per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte e secondo le disposizioni di progetto, gli ordini della Direzione Lavori ed in conformità alle norme e prescrizioni del presente Capitolato.

4.8. Tinteggiature, coloriture e verniciature

Nei prezzi delle tinteggiature, coloriture e verniciature in genere, s'intende anche compensato ogni mezzo d'opera, trasporto, sfilatura e rinfilatura di infissi, ecc.

Le tinteggiature interne ed esterne per pareti e soffitti saranno in generale misurate con le stesse norme sancite per gli intonaci.

4.9. Guaine LDPE

La fornitura e posa in opera dei geotessili e delle guaine, sarà valutata a metro quadrato di superficie effettivamente ricoperta dai teli.


I prezzi di elenco comprendono e compensano lo sfrido comunque necessario, le sovrapposizioni nelle giunzioni e queste ultime, ove previste, la formazione degli incassi nel terreno alle estremità e gli zavorramenti o ancoraggi a murature, ove non espressamente previsti

4.10. Opere metalliche

4.10.1. Acciaio per conglomerato cementizio armato normale e precompresso

A) Acciaio per c.a.

L'acciaio tondo per armature sarà fornito e dato in opera nelle casseforme dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature previste nel progetto ed ordinate dalla Direzione Lavori.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 163
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

La posizione dei singoli ferri d'armatura dovrà corrispondere rigorosamente a quella fissata nei disegni esecutivi.

Il peso dell'acciaio in barre tonde lisce per conglomerato verrà determinato con mezzi analitici ordinari misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra così come previsto dal progetto (comprendendo nella misura sagomature, uncinate e sovrapposizione) e moltiplicando la lunghezza ottenuta per il peso unitario dato dalle tabelle UNI e riferito ai diametri nominali.

Il peso dell'acciaio in barre ad aderenza migliorata sarà ottenuto moltiplicando la lunghezza ottenuta come indicato nel caso precedente, per il peso unitario del tondino di sezione effettiva corrispondente dato dalle tabelle UNI 6407-69.

La saldatura per sovrapposizione eseguita secondo le norme descritte dall'art. specifico sarà considerata come una normale sovrapposizione e quindi compensata considerando la lunghezza teorica delle barre come avrebbe dovuto essere in caso di sovrapposizione.

B) Oneri generali

I prezzi relativi agli acciai per conglomerati armati normali e precompressi comprendono e compensano i seguenti oneri oltre a quelli già precisati nei precedenti punti:

- il trasporto a pie d'opera dei materiali;
- i tagli, gli sfridi, le legature con apposito filo di ferro ricotto;
- quanto altro occorra per dare i lavori compiuti a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni ed oneri del Capitolato, le previsioni di progetto e gli ordini della Direzione Lavori.

4.10.2. Manufatti in acciaio

Salvo le eccezioni eventualmente indicate in tariffa tutti i manufatti metallici sono in genere valutati a peso. Ad eccezione degli acciai per conglomerati cementizi armati normali e precompressi per i quali saranno applicate le norme previste nel precedente articolo, il peso, cui dovrà essere applicato il prezzo di tariffa, verrà determinato, prima della posa in opera e prima della verniciatura, mediante pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore.

I materiali metallici che dal controllo del peso risultassero deficienti, ma entro i limiti delle tolleranze ammesse e che siano stati accettati dalla Direzione Lavori, verranno pagati per il peso effettivamente riscontrato.


I materiali invece che risultassero di peso superiore alle tolleranze verranno pagati per il solo peso teorico aumentato del 4%.

I pesi teorici e quelli effettivi risultanti dalla pesatura saranno riportati in apposito verbale.

Per i mezzi secondari ed accessori quali chiodi, bulloni, coppiglie e simili sarà invece applicato il peso effettivo riscontrato dopo che la Direzione Lavori avrà controllato che le dimensioni dei pezzi corrispondano a quelle di progetto ed a quelle ordinate.

Nei prezzi dei lavori in metallo sono compresi e compensati:

- lo studio del progetto, lo sviluppo dei particolari costruttivi, la verifica dei progetti, eventualmente forniti dall'Ente Appaltante;

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 164
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- la pesatura dei materiali da lavorare per il controllo della loro rispondenza alle tolleranze ammesse e la pesatura dell'opera compiuta prima del montaggio per la valutazione;
- le prove di qualsiasi tipo che la Direzione Lavori disporrà siano eseguite sui materiali;
- il montaggio provvisorio in officina;
- ogni e qualunque compenso per la lavorazione, montaggio, carico, trasporto, scarico e posa in opera;
- l'esecuzione e l'adattamento nelle murature portanti degli alloggiamenti delle opere e per gli ancoraggi;
- i tagli, gli sfridi comunque necessari, le impalcature per la posa in opera, gli adattamenti della struttura metallica alle murature;
- le sigillature con malta di cemento, additivata con espansivo metallico compresa la malta, il cemento e l'additivo;
- la verniciatura di tutte le parti metalliche secondo le prescrizioni del relativo articolo del presente Capitolato nonché tutte le prove sulle vernici che la Direzione Lavori riterrà opportuno richiedere per controllare la loro rispondenza alle prescrizioni del Capitolato;
- tutte le spese, nessuna esclusa, necessarie per le prove di carico delle opere dopo il loro montaggio definitivo;
- gli aggettamenti ed altre opere e magisteri eventualmente necessari per mantenere sgombra la zona dei lavori da qualsiasi portata, quantità e distribuzione d'acqua;
- quanto altro occorra per dare i lavori compiuti a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni ed oneri di Capitolato, le previsioni di progetto e gli ordini della Direzione Lavori.

4.10.3. Norme particolari per la valutazione delle opere metalliche

E' stabilito che la vernice destinata a ricoprire i metalli è compensata e compresa nei prezzi relativi ai metalli medesimi e con i prezzi di tariffa si applicano solo al peso effettivo dei metalli escluso il peso della vernice.


Non si farà però deduzione del peso della vernice applicata nelle superfici a contatto dei pezzi uniti per chiodatura né della prima mano di vernice di cui i metalli saranno ricoperti a norma del Capitolato in officina dopo la loro accettazione provvisoria e prima della pesatura.

Per tutte le opere e provviste, che per la continuazione del lavoro non si potessero più misurare, l'Appaltatore dovrà provvedere ad invitare in tempo utile la Direzione Lavori a procedere in contraddittorio alle relative misurazioni e pesature.

Nello stesso modo si dovrà comportare per le misurazioni e pesature di tutto ciò che deve essere misurato e pesato prima del collocamento in opera.

Nel caso che per mancanza di ricognizioni fatte a tempo debito, talune quantità non si potessero più misurare, l'Appaltatore dovrà accettare la valutazione che ne verrà fatta dalla Direzione Lavori.

Egli dovrà inoltre sottostare a tutte quelle opere maggiori, spese e danni che fosse necessario incontrare per una ritardata ricognizione.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 165
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Tutte le constatazioni di cui al presente articolo saranno fissate in apposito verbale firmato dalle parti.

4.11. Paratie, diaframmi, palancole metalliche tipo Larssen o simili

Nei prezzi di elenco relativi alle paratie e diaframmi sono compresi e compensati:

- l'esecuzione dei sondaggi esplorativi e delle prove di laboratorio necessari per determinare le caratteristiche degli strati, la loro permeabilità, la presenza di acque risalenti e di falde in movimento e i calcoli statici;
- la manodopera, macchinari ed attrezzature necessarie per l'esecuzione del lavoro;
- il getto ed il costipamento con idonei mezzi della miscela di cemento e bentonite;
- lo sfrido di materiali e macchinari dovuto a rotture, guasti, impossibilità di recupero, e per qualsiasi altra ragione; anche nel caso di perdita totale;
- l'eventuale formazione e successiva demolizione di guide in conglomerato cementizio ed altri materiali;
- il carico, trasporto a qualsiasi distanza e scarico a rifiuto su aree da provvedersi a cura e spese dell'Appaltatore, in ogni caso fuori della zona interessata dal canale e delle opere ad esso connesse di tutte le materie di risulta degli scavi e dei fanghi bentonitici utilizzati;
- l'adozione di tutti gli accorgimenti necessari per una corretta esecuzione del lavoro anche in presenza di acque risalenti o di falda in movimento;
- gli aggotamenti ottenuti mediante pompaggi, impianto Well-Point od altro sistema per mantenere sgombra la zona dei lavori da qualsiasi quantità, distribuzione e portata d'acqua;
- ogni altra spesa ed onere, di qualsiasi genere occorrente per dare l'opera compiuta e perfettamente funzionante secondo il progetto approvato, le direttive della Direzione Lavori ed in conformità alle norme e prescrizioni del presente Capitolato.


Le paratie e diaframmi sempre che siano espressamente ordinati dalla Direzione Lavori saranno contabilizzati con il rispettivo prezzo di elenco.

La misurazione verrà effettuata computando la superficie effettiva dell'opera, misurata secondo l'asse della paratia o diaframma e per la profondità prevista dal progetto ed ordinato dalla Direzione Lavori.

Non verranno pertanto contabilizzate le parti gettate eccedenti le quote definite sul progetto ed ordinate dalla Direzione Lavori: l'eventuale demolizione delle parti eccedenti se espressamente richiesta dalla Direzione Lavori sarà a completa cura e carico dell'Appaltatore.

La paratia e diaframma verrà compensata a mq secondo lo spessore di progetto e non si terrà conto degli eventuali maggiori spessori anche se derivanti da franamenti.

Qualora sia previsto l'agganciamento della paratia e del diaframma a plinti ed opere di fondazione ed elevazione, nel prezzo a mq è compensata anche la formazione di una testa dell'altezza minima di cm 50 al di sopra della quota stabilita dal progetto.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 166
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Tale testa, al momento della costruzione delle opere di fondazione ed elevazione, dovrà essere demolita a cura e spese dell'Appaltatore.

Di questa maggior dimensione non sarà tenuto conto agli effetti della contabilizzazione della paratia e del diaframma.

Per le quote infatti si farà riferimento esclusivamente alle dimensioni previste dal progetto.

Resta fissato che, una volta ultimato lo scavo, prima di procedere al getto, l'Appaltatore dovrà attendere che la Direzione Lavori constati in contraddittorio che sia stata raggiunta la quota prescritta.

In mancanza di tale constatazione la Direzione Lavori potrà richiedere a completa cura e spese dell'Appaltatore, l'esecuzione di trivellazioni sull'asse della paratia e del diaframma. Qualora da detto controllo risultasse una lunghezza inferiore a quella prescritta, l'Appaltatore dovrà rifare a sua cura e spese ed a contatto con la precedente una nuova paratia e diaframma di altezza e lunghezza eguali al tratto per il quale è mancato il controllo.

Le paratie metalliche con palancole tipo Larssen, i pannelli metallici o con casseri autoaffondanti saranno compensate a mq secondo quanto previsto nelle singole voci di elenco.

Il prezzo comprende l'infissione, l'estrazione, trasporti, sfridi e quant'altro occorre per dare il lavoro completo e funzionante.

4.12. Fondazione e pavimentazione stradale

4.12.1. Fondazione stradale

Le fondazioni stradali in genere saranno valutate a volume, in opera, a costipamento ultimato e sagomato secondo il progetto.


Il volume della fondazione si otterrà moltiplicando la superficie per lo spessore medio. Larghezze superiori a quelle di progetto non saranno conteggiate per la parte eccedente. Lo spessore sarà determinato mediante una serie di provini a discrezione della Direzione Lavori. Uno spessore medio superiore a quello di progetto non sarà contabilizzato per la parte eccedente.

Quando in sede di controllo si verificassero superfici, spessori inferiori a quelli prescritti, la contabilizzazione sarà fatta adottando i valori riscontrati, sempre che, a giudizio della Direzione Lavori, la superficie lo spessore od i dosaggi ridotti siano accettabili.

Nel caso in cui la Direzione Lavori ritenesse, a suo esclusivo giudizio non accettabili le dimensioni riscontrati, l'Appaltatore dovrà rinnovare e ricostruire a sue complete spese le parti risultate deficienti.

Il prezzo relativo alle fondazioni in misto granulare a legante naturale comprende e compensa:

- tutti gli oneri derivanti dalle prove preliminari necessarie per lo studio delle eventuali miscelazioni e delle lavorazioni cui la fondazione deve essere soggetta;
- la fornitura dei materiali costituenti la miscela compresa l'aggiunta di eventuali leganti naturali;
- la miscelazione, stesa e compattazione della miscela;
- la regolarizzazione della sua superficie;

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 167
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

- tutte le prove di cantiere e di laboratorio prescritte dal Capitolato e richieste dalla Direzione Lavori per riscontrare la rispondenza dei materiali e delle fondazioni eseguite alle norme e previsioni del Capitolato;
- quanto altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte, secondo le previsioni di progetto, gli ordini della Direzione Lavori ed in conformità alle norme e prescrizioni di Capitolato.

4.12.2. Pavimentazioni in conglomerato bituminoso

Le pavimentazioni in conglomerato bituminoso potranno essere valutate a volume od a superficie. Saranno contabilizzate solo le superfici e gli spessori previsti dal progetto od ordinati dalla Direzione Lavori.

Superfici superiori a quelle previste dal progetto non ordinate dalla Direzione Lavori non saranno conteggiate per la parte eccedente mentre saranno detratte eventuali deficienze.


Gli spessori saranno controllati mediante una serie di provini a discrezione della Direzione Lavori. Spessori medi superiori a quelli prescritti non saranno contabilizzati per la parte eccedente (tenendo conto delle tolleranze previste per le lavorazioni). Spessori medi inferiori a quelli previsti, se accettati dalla Direzione lavori, daranno luogo a detrazioni per la parte deficiente.

I dosaggi saranno determinati con idonee prove. Dosaggi superiori a quelli previsti non saranno contabilizzati per la parte eccedente. Dosaggi inferiori, se accettati dalla Direzione Lavori, daranno luogo a corrispondenti detrazioni.

Nel caso in cui la Direzione Lavori, a suo esclusivo giudizio, ritenesse non accettabili le dimensioni ed i dosaggi riscontrati, l'Appaltatore dovrà rimuovere e ricostruire a sue complete spese le parti risultate deficienti.

Per i conglomerati bituminosi dello strato di base, di collegamento e di usura i prezzi comprendono:

- lo studio preliminare degli impasti;
- la fornitura e stesa, previa pulizia della superficie di applicazione del legante di ancoraggio in ragione di 1 kg/mq;
- la fornitura degli inerti e del legante delle caratteristiche e nelle quantità dalla Direzione Lavori per la confezione degli impasti;
- il noleggio della attrezzatura necessaria per la confezione, il trasporto, la stesa e la compattazione del conglomerato bituminoso;
- ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte e secondo le previsioni di progetto, gli ordini della Direzione Lavori ed in conformità alle norme e prescrizioni di Capitolato.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 168
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

4.12.3. Drenaggi

A) Drenaggi in ciottolo o pietrame

Nei prezzi di elenco relativi ai drenaggi in ciottolo o pietrame sono compresi e compensati i seguenti oneri:

- la compattazione ove possibile del fondo degli scavi in modo da evitare cedimenti ed assestamenti;
- la fornitura e posa e successiva rimozione delle modine di riferimento in legno ed altri materiali che saranno disposte all'interasse che sarà prescritto di volta in volta dalla Direzione Lavori e che in ogni caso non dovrà essere superiore a m 5;
- la fornitura dei materiali drenanti e del telo di tessuto non tessuto se previsto;
- la sistemazione del materiale, se richiesta dalla Direzione Lavori, con granulometria decrescente dal basso verso l'alto e dal centro verso l'esterno;
- la sistemazione a mano del ciottolo o del pietrame da utilizzare per dreni a tergo di murature e simili;
- l'avvolgimento del drenaggio con un telo di tessuto non tessuto del peso indicato dai disegni o dalla Direzione Lavori se previsto;
- la formazione di faccia vista quando questa sia prevista del progetto e prescritta dalla Direzione Lavori;
- la formazione, se prescritta, di opportune feritoie per lo scolo delle acque;
- gli eventuali ponteggi ed impalcature;

La valutazione del drenaggio sarà fatta a volume secondo le sagome previste dal progetto o prescritte dalla Direzione Lavori. Non verranno riconosciuti maggiori volumi e spessori dipendenti dalle particolari modalità di esecuzione del lavoro e dalla natura dei terreni se non espressamente ordinate dalla Direzione Lavori.

E' facoltà dalla Direzione Lavori valutare a peso anziché a volume il materiale in arrivo. In tal caso, per ottenere i volumi ai quali applicare i prezzi di tariffa, sarà necessario determinare in contraddittorio il peso specifico del materiale in mucchio.


La determinazione dovrà essere fatta per quantità non inferiori al 5% del materiale fornito. Le modalità seguite nella determinazione ed i risultati ottenuti saranno riportati in appositi verbali controfirmati dalle parti.

Le spese per la messa in cataste, misurazione e ripresa del materiale necessario per la determinazione del peso specifico sono a carico dell'Appaltatore.

Le modine tolte d'opera a lavoro compiuto resteranno di proprietà dell'Appaltatore. Gli eventuali scavi necessari per dar luogo ai drenaggi saranno compensati secondo le modalità del Capitolato e con i corrispondenti prezzi di elenco.

B) Drenaggi in misto di fiume o di cava od in sabbia

La valutazione del drenaggio verrà fatta a volume secondo le sagome previste dal progetto e prescritte dalla Direzione Lavori.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 169
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

Nei prezzi di elenco relativi ai drenaggi in misto di fiume o di cava sono compresi e compensati i seguenti oneri:

- fornitura, vagliatura, il lavaggio e le eventuali correzioni tutte che si renderanno necessarie per ottenere la granulometria prevista dal progetto e prescritta dalla Direzione Lavori;
- i controlli di laboratorio e di cantiere nel numero che sarà richiesto dalla Direzione Lavori rivolti ad accertare la costanza delle caratteristiche granulometriche;
- il compattamento, se prescritto, dei piani di posa del drenaggio;
- la fornitura, posa e successiva rimozione delle modine di riferimento in legno od altri metalli che saranno disposti all'interasse che sarà prescritto di volta in volta dalla Direzione Lavori e che in ogni caso non dovrà essere superiore a m 10;
- la stesa e compattazione con idonei mezzi da effettuarsi per strati di spessore non superiore a 30 cm in modo da ottenere le sagome e spessori previsti dal progetto e prescritti dalla Direzione Lavori;
- l'eventuale sistemazione del materiale con granulometria decrescente dal basso verso l'alto e, se prescritto, dal centro verso l'esterno;
- gli aggettamenti ed altre opere e magisteri eventualmente necessari per mantenere sgombra la zona dei lavori da qualsiasi quantità, distribuzione e portata d'acqua;
- avvolgimento del drenaggio con un telo di tessuto non tessuto del peso indicato nei disegni o dalla Direzione Lavori;
- quanto altro occorra per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, secondo le previsioni del progetto, gli ordini della Direzione Lavori ed in conformità alle norme e prescrizioni di Capitolato.

Nel caso in cui sia prescritta la stabilizzazione, la misurazione verrà fatta dopo detta operazione. Si precisa che le larghezze superiori a quelle di progetto non saranno computate per la parte eccedente, e che lo spessore sarà controllato mediante il rilievo di un numero adeguato di altezza a giudizio della Direzione Lavori.

Se la media ottenuta sarà superiore al valore prescritto non verrà riconosciuto il maggior spessore. Se detta media sarà invece inferiore, la Direzione Lavori, a suo esclusivo giudizio, potrà ordinare la contabilizzazione valutando il volume sulla base dello spessore rilevato oppure richiedere che vengano rispettate le dimensioni prescritte anche se ciò comportasse la totale ripresa del drenaggio.


Resta in ogni caso fissato che gli scarti fra i singoli valori rilevati e lo spessore ordinato non dovranno superare il 5% di quest'ultimo.

Gli eventuali scavi necessari per far luogo ai drenaggi saranno compensati secondo le modalità del Capitolato e con i corrispondenti prezzi di tariffa.

Le modine tolte d'opera a lavoro compiuto resteranno di proprietà dell'Appaltatore.

Il materiale misto di fiume o di cava sistemato a risanamento delle zone rifluenti o melmose verrà valutato a volume su autotreno in arrivo.

A tale scopo l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese allo spianamento del materiale dentro il cassone dell'autocarro.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-CS002	Pag. n. 170
	Rev.	Data:	CAPITOLATO SPECIALE OPERE CIVILI	

La misura sarà effettuata in contraddittorio rilevando almeno 5 valori per ciascun cassone. Il prezzo in questo caso si intende sempre comprensivo dello scavo per far luogo al risanamento.

E' facoltà della Direzione Lavori valutare a peso anziché a volume il materiale in arrivo per drenaggi e risanamenti. In tal caso, per ottenere i volumi ai quali applicare i prezzi di tariffa, sarà necessario determinare in contraddittorio il peso specifico del materiale in mucchio.

La determinazione dovrà essere fatta per quantità non inferiore al 5% del materiale totale fornito. I risultati e le modalità seguite nella determinazione saranno riportati in appositi verbali confermati dalle parti.

Le spese per la misurazione, l'eventuale messa in catasto e la ripresa del materiale, necessarie per la determinazione del peso specifico, sono a carico dell'Appaltatore.

4.12.4. Noleggi

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio, debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore, la manutenzione degli attrezzi e delle macchine, perché siano sempre in buono stato di servizio.

Nei prezzi di noleggio delle motopompe, oltre la pompa, sono compresi il motore, la linea per il trasporto dell'energia elettrica e, ove occorra, anche il trasformatore.

Nel prezzo di noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento di detti meccanismi.

Per il noleggio verrà corrisposto soltanto il prezzo per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni altro compenso per qualsiasi altra causa e perdi tempo.