

CITTÀ METROPOLITANA DI VENEZIA

Settore Viabilità di Quartiere e Locale Terraferma, Energia e Impianti
Servizio Manutenzione e Gestione Viabilità di Quartiere e Locale Terraferma

CITTÀ DI
VENEZIA



MANUTENZIONE VIABILITÀ DI QUARTIERE TERRAFERMA

- PROGETTO ESECUTIVO C.I. 15189 -

COMMITTENTE

CITTÀ DI VENEZIA

Viale Ancona, 59
30172 Mestre (VE)
tel +39 041 274811

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO

dott. Alberto Cesaro

PROGETTISTI



Studio associato ingegneria dei trasporti

COLLABORATORI



Studio di ingegneria

COLLABORATORI

GIOVANE PROFESSIONISTA

REV	DATA	DESCRIZIONE
00	05.09.2025	

ELABORATO

N.

CAPITOLATO SPECIALE
D'APPALTO
PRESCRIZIONE TECNICHE VIABILITA'

209

DATA

SCALA

CODICE COMMESSA

05.09.2025

CVEPS25 533

CODICE ELABORATO

25.533.209.X.TE.PE.00.CSA_TECV

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRÀ ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE. OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARÀ PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE.
THIS DOCUMENT MAY NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY. UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTED BY LAW.

INDICE

1 PREMESSA.....	8
2 NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE.....	8
2.1 NORME GENERALI	8
2.2 CARREGGIATA	9
2.3 SCARIFICA DI PAVIMENTAZIONI	10
2.4 RIPRISTINI DI PAVIMENTAZIONE.....	10
2.5 POZZETTI DI RACCORDO-ISPEZIONE E CHIUSINI	11
2.6 SEGNALETICA ORIZZONTALE	11
2.7 CIGLI E CUNETTE	11
2.8 SCAVI IN GENERE	11
2.9 DEMOLIZIONI	13
2.10 CALCESTRUZZI	13
2.11 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO.....	13
2.12 LAVORI DI METALLO.....	14
2.13 RIEMPIMENTI CON MISTO GRANULARE.....	14
2.14 CASSEFORME.....	14
2.15 MANODOPERA.....	14
2.16 NOLEGGI.....	15
2.17 LAVORI IN ECONOMIA.....	15
2.18 MATERIALI A PIÈ D'OPERA.....	16
3 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	17
3.1 GENERALITÀ	17
3.2 CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI	18
3.3 CRITERI AMBIENTALI MINIMI CAM	24
3.4 VERIFICA DEI CAM.....	31
3.5 PROVE DEI MATERIALI.....	34
3.5.1 <i>Certificato di qualità</i>	34
3.5.2 <i>Accertamenti preventivi</i>	34

3.5.3	Prove di controllo in fase esecutiva	34
4	OPERE PROVVISORIALI (EVENTUALI)	36
4.1	FORMAZIONE DEL CANTIERE	36
4.1.1	Normativa applicabile	36
4.1.2	Prescrizioni di carattere generale	37
4.1.3	Modalità di esecuzione	38
4.1.3.1	Recinzione di cantiere	38
4.1.3.2	Vigilanza di cantiere.....	38
4.1.3.3	Locali per gli uffici e le maestranze	39
4.1.3.4	Attrezzature di pronto soccorso.....	39
4.1.3.5	Cartelli.....	39
4.1.3.6	Oneri per pratiche amministrative.....	39
4.2	PONTEGGI ED OPERE PROVVISORIALI	40
4.2.1	Normativa applicabile	40
4.2.2	Prescrizioni di carattere generale	40
4.2.2.1	Ponteggi mobili.....	40
4.2.3	Modalità di esecuzione	41
4.2.3.1	Parapetti.....	41
4.2.3.2	Andatoie e passerelle	41
4.2.3.3	Ponti su cavalletti	41
4.2.3.4	Ponti a sbalzo (eventuali).....	42
4.2.3.5	Puntelli	43
4.2.4	Criteri di misurazione	43
4.2.5	Criteri di accettazione	43
5	MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO E PRESCRIZIONI SPECIALI	45
5.1	MOVIMENTI DI TERRA.....	45
5.1.1	Definizioni e classificazioni	45
5.1.2	Prescrizioni tecniche particolari	45
5.1.2.1	Diserbamento e scotramento	45
5.1.2.2	Scavi	46
5.1.2.3	Rinterri.....	49
5.1.2.4	Rilevati (eventuali)	50
5.2	DEMOLIZIONI	77
5.2.1	Generalità.....	77
5.2.2	Murature e fabbricati (eventuali)	79
5.2.3	Demolizione di pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso	79

5.2.4	<i>Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali (eventuale)</i>	80
5.2.5	<i>Rimozione</i>	81
5.3	MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE	81
5.3.1	<i>Generalità</i>	81
5.4	ACCIAIO	82
5.4.1	<i>Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio</i>	82
5.4.1	<i>Forniture e documentazione di accompagnamento</i>	82
5.4.1	<i>Le forme di controllo obbligatorie</i>	82
5.4.2	<i>La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati</i>	83
5.4.1	<i>Unità marcata scorporata: ulteriori indicazioni</i>	84
5.4.1	<i>Conservazione della documentazione di accompagnamento</i>	84
5.4.2	<i>Forniture e documentazione di accompagnamento</i>	84
5.4.1	<i>Centri di trasformazione</i>	85
5.4.2	<i>Rintracciabilità dei prodotti</i>	85
5.4.3	<i>Documentazione di accompagnamento e verifiche delle direzione lavori</i>	85
5.5	STRUTTURE IN ACCIAIO	86
5.6	STRUTTURE IN LEGNO	100
5.6.1	<i>Generalità</i>	100
5.6.2	<i>Prodotti e componenti</i>	101
5.6.3	<i>Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione</i>	103
5.6.4	<i>Controlli</i>	105
5.6.5	<i>Forniture e Documentazione di accompagnamento</i>	106
5.7	CALCESTRUZZI	107
5.7.1	<i>Normativa di riferimento</i>	107
5.7.1	<i>Valutazione preliminare calcestruzzo</i>	108
5.7.2	<i>Classificazione dei conglomerati cementizi</i>	109
5.7.3	<i>Impasti di calcestruzzo</i>	110
5.7.4	<i>Norme per il cemento armato normale</i>	110
5.7.4.1	<i>Armatura delle travi</i>	110
5.7.4.2	<i>Armatura dei pilastri</i>	111
5.7.4.3	<i>Copriferro e interferro</i>	111
5.7.4.4	<i>Ancoraggio delle barre e loro giunzioni</i>	111
5.7.5	<i>Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso</i>	112
5.7.6	<i>Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi</i>	112
5.7.6.1	<i>Cemento</i>	112

5.7.6.2	<i>Inerti</i>	113
5.7.6.3	<i>Acqua di impasto</i>	115
5.7.6.4	<i>Additivi e disarmanti</i>	115
5.7.7	<i>Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi</i>	115
5.7.8	<i>Controlli in corso d'opera</i>	117
5.7.8.1	<i>Granulometria degli inerti</i>	117
5.7.8.2	<i>Resistenza dei conglomerati cementizi</i>	117
5.7.8.3	<i>Controllo della lavorabilità</i>	119
5.7.8.4	<i>Controllo del rapporto acqua/cemento</i>	119
5.7.8.5	<i>Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio</i>	120
5.7.8.6	<i>Controllo del contenuto di aria</i>	120
5.7.8.7	<i>Controllo del contenuto di cemento</i>	120
5.7.9	<i>Durabilità dei conglomerati cementizi</i>	120
5.7.10	<i>Tecnologia esecutiva delle opere</i>	121
5.7.10.1	<i>Confezione dei conglomerati cementizi</i>	121
5.7.10.2	<i>Trasporto</i>	122
5.7.10.3	<i>Posa in opera</i>	123
5.7.10.4	<i>Riprese di getto</i>	125
5.7.10.5	<i>Posa in opera in climi freddi</i>	126
5.7.10.6	<i>Posa in opera in climi caldi</i>	126
5.7.10.7	<i>Stagionatura e disarmo</i>	126
5.7.11	<i>Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso</i> ...	130
5.7.12	<i>Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione</i>	130
5.7.13	<i>Impermeabilizzazione di manufatti in conglomerato cementizio (eventuale)</i>	135
5.8	RISANAMENTO ANTICORROSIVO DEL CALCESTRUZZO ARMATO DEGRADATO	137
5.8.1	<i>Analisi del fenomeno</i>	137
5.8.2	<i>Ripulitura e preparazione dei ferri</i>	138
5.8.3	<i>Trattamento di ripristino</i>	138
5.8.4	<i>Applicazioni possibili</i>	139
5.9	FONDAZIONI STRADALI E SOTTOFONDI	139
5.9.1	<i>Strato di fondazione in misto granulometricamente stabilizzato con legante naturale</i>	139
5.9.1.1	<i>Descrizione</i>	139
5.9.1.2	<i>Caratteristiche dei materiali da impiegare</i>	140
5.9.1.3	<i>Studio della miscela in laboratorio</i>	141
5.9.1.4	<i>Modalità esecutive</i>	142
5.9.1.5	<i>Controllo dei requisiti di accettazione</i>	143
5.9.2	<i>Strato di fondazione (sottobase) in misto cementato</i>	143
5.9.2.1	<i>Descrizione</i>	143

5.9.2.2	Caratteristiche dei materiali da impiegare.....	144
5.9.2.2.1	Inerti	144
5.9.2.2.2	Legante.....	145
5.9.2.2.3	Acqua	145
5.9.2.3	Studio della miscela in laboratorio	146
5.9.2.4	Preparazione e controllo requisiti di accettazione in fase di confezionamento miscela.....	147
5.9.2.5	Modalità esecutive.....	148
5.9.2.6	Protezione superficiale	149
5.9.2.7	Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni	149
5.10	PALIFICAZIONI.....	150
5.10.1	Pali infissi.....	151
5.10.2	Pali costruiti in opera.....	153
5.10.3	Disposizioni valevoli per ogni palificazione portante	154
5.10.4	Prove sui pali.....	155
5.11	CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO.....	156
5.11.1	Conglomerato bituminoso per strato di base.....	156
5.11.2	Conglomerato bituminoso per strato di binder.....	162
5.11.3	Conglomerato bituminoso per strati di usura	174
5.11.4	Conglom. bitum. per strati di usura confezionato con bitume modificato (eventuale)	185
5.12	CONGLOM. BITUMINOSI A CALDO CON RISPETTO DEI CRITERI CAM.....	196
5.12.1	Generalità.....	196
5.12.2	Strato di base.....	196
5.12.3	Strato di collegamento (binder) di tipo hard.....	199
5.12.1	Strato di usura di tipo hard.....	202
5.12.1	Mano di attacco	205
5.12.2	Ulteriori prescrizioni per conglomerati bituminosi.....	206
5.13	CORDOLI IN CALCESTRUZZO	210
5.13.1	Cordoli realizzati in opera.....	211
5.13.2	Cordoli prefabbricati	211
5.14	PAVIMENTAZIONE IN MASSELI AUTOBLOCCANTI	211
5.15	PAVIMENTAZIONI E CORDOLATURE IN PORFIDO.....	212
5.15.1	Caratteristiche dei materiali.....	212
5.15.2	Cubetti.....	213
5.15.3	Piastrelle (eventuali)	214
5.15.4	Lastre irregolari "Opus incertum" (eventuali).....	215

5.15.5	Binderi (eventuali)	216
5.15.6	Cordoni (eventuali)	216
5.15.7	Soglie carraie - plinti - bocche di lupo (eventuali)	217
5.15.8	Smoller (eventuali)	217
5.15.9	Tranciato (eventuali)	217
5.15.10	Masselli (eventuali)	217
5.15.11	Posa in opera	217
5.15.11.1	Cubetti	218
5.15.11.2	Sigillatura delle pavimentazioni	218
5.15.11.3	Posa in opera di piastrelle regolari	219
5.15.11.4	Posa in opera di lastre irregolari ad opera incerta	219
5.15.11.5	Posa in opera di cordoni e binderi	219
5.15.11.6	Posa in opera di smoller	220
5.15.11.7	Posa in opera degli altri elementi in porfido	220
5.15.11.8	Riparazioni e ripristini	220
5.16	BARRIERE DI SICUREZZA STRADALI	220
5.16.1	Classificazione delle barriere di sicurezza stradale	220
5.16.2	Finalità delle barriere e dei dispositivi	221
5.16.3	Operazioni preliminari di sicurezza	221
5.16.4	Individuazione delle zone da proteggere	221
5.16.5	Conformità delle barriere e dei dispositivi	222
5.16.6	Livelli di contenimento e severità degli impatti	223
5.16.7	Classificazione delle barriere e dei dispositivi di ritenuta speciali	223
5.16.8	Qualità dei materiali e prove	225
5.16.9	Accettazione dei materiali	228
5.16.10	Prove e documentazione	229
5.16.11	Demolizione di barriere esistenti	229
5.16.12	Nuovi impianti su rilevato: modalità di esecuzione	230
5.16.13	Nuovi impianti su opera d'arte: modalità di esecuzione	231
5.16.14	Posa in corrispondenza dei giunti di dilatazione (eventuali)	232
5.16.15	Caratteristiche degli ancoranti chimici per inghisaggio	232
5.16.16	Caratteristiche dei materiali di riempimento delle nicchie di ancoraggio (eventuali)	233
5.17	OPERE IDRAULICHE E FOGNATURE	233
5.17.1	Condotte	233
5.17.1.1	Tubazioni	233
5.17.1.2	Canalette	234

5.17.2	Pozzetti prefabbricati e chiusini	234
5.17.2.1	Caratteristiche dei manufatti e modalità di posa in opera	234
5.17.2.2	Pozzetti e chiusini	235
5.17.2.3	Caditoie	235
5.18	OPERE DI TINTEGGIATURA, VERNICIATURA E COLORITURA.....	236
5.19	OPERE IN VERDE (EVENTUALI)	241
5.19.1	Fornitura e sistemazione di terreno vegetale nelle aiuole.....	241
5.19.2	Preparazione del terreno.....	242
5.19.3	Concimazioni	242
5.19.4	Semine	243
5.19.4.1	Idrosemina.....	245
5.20	LAVORI DI SEGNALETICA	245

1 PREMESSA

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione dei lavori previsti nel progetto esecutivo denominato "C.I. 15189 - Manutenzione viabilità di quartiere terraferma" nella Città Metropolitana di Venezia.

L'ubicazione, la forma e le dimensioni delle varie opere risultano dagli elaborati di progetto.

Il presente documento, per la parte tecnica, fa riferimento al CSA della Regione Veneto; laddove alcune normative siano state integrate, modificate o sostituite da normative più recenti sono da ritenere cogenti quest'ultime.

2 NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE

2.1 NORME GENERALI

Generalità

La quantità dei lavori e delle provviste sarà determinata a misura, a peso, a corpo, in relazione a quanto previsto nell'elenco dei prezzi allegato.

Le misure verranno rilevate in contraddittorio in base all'effettiva esecuzione. Qualora esse risultino maggiori di quelle indicate nei grafici di progetto o di quelle ordinate dalla Direzione, le eccedenze non verranno contabilizzate. Soltanto nel caso che la Direzione dei Lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Appaltatore. Resta sempre salva in ogni caso la possibilità di verifica e rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

Contabilizzazione dei lavori a corpo e/o a misura

La contabilizzazione dei lavori a misura sarà realizzata secondo le specificazioni date nelle norme del presente Capitolato speciale e nella descrizione delle singole voci di elenco prezzi; in caso diverso verranno utilizzate per la valutazione dei lavori le dimensioni nette delle opere eseguite rilevate in sito, senza che l'appaltatore possa far valere criteri di misurazione o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità realmente poste in opera.

La contabilizzazione delle opere sarà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari di contratto. Nel caso di appalti aggiudicati col criterio dell'OEPV (Offerta Economicamente Più Vantaggiosa) si terrà conto di eventuali lavorazioni diverse o aggiuntive derivanti dall'offerta tecnica dell'appaltatore, contabilizzandole utilizzando i prezzi unitari relativi alle lavorazioni sostituite, come desunti dall'offerta stessa.

La contabilizzazione dei lavori a corpo sarà effettuata applicando all'importo delle opere a corpo, al netto del ribasso contrattuale, le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate in perizia, di ciascuna delle quali andrà contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.

Lavori in economia

Nell'eventualità siano contemplate delle somme a disposizione per lavori in economia tali lavori non daranno luogo ad una valutazione a misura, ma saranno inseriti nella contabilità secondo i prezzi di elenco per l'importo

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

delle somministrazioni al netto del ribasso d'asta, per quanto riguarda i materiali. Per la mano d'opera, trasporti e noli, saranno liquidati secondo le tariffe locali vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori incrementati di spese generali ed utili e con applicazione del ribasso d'asta esclusivamente su questi ultimi due addendi.

Contabilizzazione delle varianti

Nel caso di variante in corso d'opera gli importi in più ed in meno sono valutati con i prezzi di progetto e soggetti al ribasso d'asta che ha determinato l'aggiudicazione della gara ovvero con i prezzi offerti dall'appaltatore nella lista in sede di gara.

Le norme di misurazione per la contabilizzazione saranno le seguenti.

2.2 CARREGGIATA

a) Compattazione meccanica dei rilevati - La compactazione meccanica dei rilevati sarà valutata a metro cubo, quale compenso in aggiunta a quello per la formazione dei rilevati.

b) Massicciata - La ghiaia ed il pietrisco ed in generale tutti i materiali per massicciate stradali si valuteranno a metro cubo, coi relativi prezzi di elenco.

Normalmente la misura dovrà effettuarsi prima della posa in opera; il pietrisco o la ghiaia verranno depositati in cumuli regolari e di volume il più possibile uguale lungo la strada oppure in cataste di forma geometrica; la misurazione a scelta della Direzione dei Lavori verrà fatta con canne metriche, col mezzo di una cassa parallelepipedica senza fondo dalle dimensioni di m. 1,00 x 1,00 x 0,50 o con qualunque altro sistema idoneo.

All'atto della misurazione sarà facoltà della Direzione dei Lavori dividere i cumuli in tante serie, ognuna di un determinato numero, e scegliere in ciascuna serie il cumulo da misurare come campione.

Il volume del cumulo misurato sarà applicato a tutti quelli della corrispondente serie e se l'Appaltatore non avrà ottemperato all'obbligo dell'uguaglianza dei cumuli dovrà sottostare al danno che potesse derivargli da tale applicazione.

Tutte le spese di misurazione, comprese quelle della fornitura e trasporto della cassa e quelle per lo spandimento dei materiali, saranno a carico dell'Appaltatore e compensate coi prezzi di tariffa della ghiaia e del pietrisco.

Quanto sopra vale anche per i rimanenti materiali di massicciata, ghiaia e pietrisco di piccole dimensioni che potessero occorrere per le banchine di marciapiedi, piazzali ed altro, e per il sabbione a consolidamento della massicciata, nonché per le cilindature, bitumature, quando la fornitura non sia compresa nei prezzi di questi lavori, e per qualsiasi altro scopo.

Potrà anche essere disposta la misura in opera con convenienti norme e prescrizioni.

c) Impietramento od ossatura - L'impietramento per sottofondo di massicciata verrà valutato a metro quadrato della relativa superficie e, con i prezzi di elenco stabiliti a seconda delle diverse altezze da dare al sottofondo, l'Appaltatore s'intenderà compensato di tutti gli oneri ed obblighi prescritti. La misura ed il pagamento possono riferirsi al volume misurato in opera od in cataste come per la precedente lettera b).

d) Cilindratura di massicciata e sottofondi - Il lavoro di cilindratura di massicciate con compressore a trazione meccanica sarà pagato in ragione di metro cubo di pietrisco cilindato, qualunque sia la larghezza della striscia da cilindare.

Coi prezzi di elenco relativi a ciascuno dei tipi di cilindature indicati nel presente capitolato, s'intenderà compensata ogni spesa per noli, trasporto dei compressori a piè d'opera all'inizio del lavoro e per ritornare poi in rimessa, sia per il ricovero durante la notte che nei periodi di sosta.

Nel prezzo stesso è compreso il consumo dei combustibili e lubrificanti per l'esercizio dei rulli, lo spandimento e configurazione dei materiali di massiciata, la fornitura e l'impiego dell'acqua per la caldaia e per l'innaffiamento, dove occorra, del pietrisco durante la rullatura, la fornitura e lo spandimento dei materiali di saturazione o di aggregazione, ove occorran, ogni spesa per il personale addetto alle macchine, la necessaria manovalanza occorrente durante il lavoro, nonché di tutto quanto potrà essere necessario per dare compiuto il lavoro a perfetta regola d'arte.

La cilindatura di sottofondo, qualora venga ordinata, sarà pagata in ragione di metri cubi di sottofondo in opera, col relativo prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli oneri principali ed eventuali di cui sopra.

e) Trattamenti protettivi delle pavimentazioni - Manti di conglomerato - Pavimentazioni di cemento - I trattamenti superficiali, le penetrazioni, i manti di conglomerato, le pavimentazioni cementizie e in genere qualunque tipo di pavimentazione di qualsiasi spessore verranno di norma misurati in ragione di superficie, intendendosi tassativi gli spessori prescritti, e nel relativo prezzo unitario sarà compreso ogni magistero e fornitura per dare il lavoro completo secondo le modalità e norme indicate. Per i conglomerati, ove l'elenco dei prezzi lo prescriva, la valutazione sarà fatta a volume. Qualora i quantitativi di legante o di materiale di aggregazione stabiliti variassero, ovvero, nel caso di manti a tappeto o a conglomerati a masse aperte o chiuse da misurarsi a superficie, si modificassero gli spessori, si farà luogo alle relative detrazioni analogamente a come sopra previsto. I cordoli laterali (bordi), se ordinati, saranno valutati a parte.

La Direzione Lavori si riserva comunque di rifiutare emulsioni aventi più dell'1% in meno di bitume prescritta. Qualora la partita venisse egualmente accettata, verranno effettuate negli stati di avanzamento detrazioni come segue: per percentuali tra l'1 ed il 3%: il 10% del prezzo di emulsione per ogni kg di emulsione impiegata; per percentuali maggiori del 3 sino al 5%: il 25% del prezzo dell'emulsione per ogni kg di emulsione impiegata.

2.3 SCARIFICA DI PAVIMENTAZIONI

I disfacimenti delle pavimentazioni stradali in conglomerato bituminoso saranno valutati a metro quadrato di superficie, assumendo per la misura di tali lavori la larghezza stabilita nelle sezioni tipo di progetto, intendendosi compensati gli eventuali allargamenti non ordinati dal Direttore dei Lavori.

Verranno dedotte le superfici corrispondenti a chiusini, pozzetti e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata.

2.4 RIPRISTINI DI PAVIMENTAZIONE

I ripristini delle pavimentazioni stradali in conglomerato bituminoso saranno valutati a metro quadrato di superficie, assumendo per la misura di tali lavori la larghezza stabilita nelle sezioni tipo di progetto, intendendosi compensati gli eventuali allargamenti non ordinati dal Direttore dei Lavori.

Verranno dedotte le superfici corrispondenti a chiusini, pozzetti, e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata.

2.5 POZZETTI DI RACCORDO-ISPEZIONE E CHIUSINI

La fornitura e posa in opera di pozzetti di raccordo/ispezione dei cavidotti in più o in meno rispetto alle indicazioni di progetto verrà compensata a numero applicando, in relazione alle dimensioni, il rispettivo prezzo di elenco, mentre per quanto riguarda il chiusino la valutazione verrà fatta a peso applicando il relativo prezzo di elenco per la ghisa o il ferro lavorato zincato.

2.6 SEGNALETICA ORIZZONTALE

Tutte le opere di segnaletica orizzontale saranno valutate a misura e a corpo come previsto nell'elenco prezzi unitari, lista delle categorie o descrizione particolareggiata dell'opera. Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, a numero o a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

Nel caso di valutazione a misura si seguiranno le seguenti modalità:

- le strisce continue longitudinali, trasversali e diagonali (orizzontali), verranno compensate a metro lineare effettivo;
- le strisce discontinue, longitudinali, (orizzontali), verranno compensate a metro lineare di effettiva verniciatura;
- i passaggi pedonali zebraati e strisce di arresto e zebature verranno compensati a metro quadrato secondo l'effettiva superficie verniciata;
- l'esecuzione di disegni vari, iscrizioni e diciture di qualsiasi genere con l'impiego dei prodotti menzionati, compreso tutti gli oneri di tracciamento, eseguiti a perfetta regola d'arte, saranno misurati secondo l'area del minimo rettangolo o parallelogramma circoscritto a ciascuna lettera;
- per le frecce la relativa area sarà quella della superficie effettivamente marcata.

Le misure saranno prese in contraddittorio mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti delle misure. Eventuali bolle e relativi documenti dovranno essere trasmessi al Direttore dei Lavori o ai suoi assistenti, secondo le norme di contabilità del presente capitolato e comunque ogni qualvolta ne sarà fatta richiesta.

2.7 CIGLI E CUNETTE

I cigli e le cunette in calcestruzzo, ove in elenco non sia stato previsto prezzo a metro lineare, saranno pagati a metro cubo, comprendendo nel prezzo ogni magistero per dare le superfici viste rifinite fresche al frattazzo.

2.8 SCAVI IN GENERE

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi di elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore si deve ritenere compensato per tutti gli oneri che incontrerà:

- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;

- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato, comprese le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per impalcature ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo e sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.
- Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali ritenendosi già compreso e compensato con il prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con l'impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi. Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

Dal volume degli scavi non si detrairà quello delle condutture in essi contenute, delle parti non scavate per lasciare passaggi o per naturali contrafforti, quelli delle fognature e dei muri che si debbono demolire.

Non verranno valutati come scavi di sbancamento maggiori volumi di scavo effettuati dall'impresa per motivi di qualsiasi natura quando il loro tracciato non sia quello di stretta pertinenza delle opere da edificare.

Non verranno riconosciute maggiorazioni al volume di scavo per allargamenti della base effettuati per motivi operativi quali spazi di predisposizione dei casseri, indisponibilità nel cantiere di accessori per lo scavatore di larghezza conforme agli scavi previsti, ecc.

2.9 DEMOLIZIONI

I prezzi per la demolizione si applicheranno al volume effettivo delle strutture da demolire.

I materiali utilizzabili che, dovessero essere reimpiegati dall'Appaltatore, a semplice richiesta della Direzione dei Lavori, verranno addebitati all'Appaltatore stesso, considerandoli come nuovi, in sostituzione dei materiali che egli avrebbe dovuto provvedere e allo stesso prezzo fissato per questi nell'elenco.

a) Demolizione di murature:

verrà, in genere, pagata a volume di muratura concretamente demolita, comprensiva di intonaci e rivestimenti a qualsiasi altezza; tutti i fori, pari o superiori a 2 m², verranno sottratti. Potrà essere accreditata come demolizione in breccia quando il vano utile da ricavare non supererà la superficie di 2 m², ovvero, in caso di demolizione a grande sviluppo longitudinale, quando la larghezza non supererà i 50 cm.

b) Demolizione di pavimenti:

dovrà essere calcolata, indipendentemente dal genere e dal materiale del pavimento per la superficie visibile.

2.10 CALCESTRUZZI

Tutti i calcestruzzi, siano essi per fondazioni o in elevazione, armati o no, vengono misurati a volume con metodi geometrici e secondo la corrispondente categoria, dedotti i vani od i materiali di differente natura in essi compenetranti che devono essere pagati con altri prezzi di elenco.

In ogni caso non si deducono i vani di volume minore od uguale a mc 0,20 ciascuno, intendendosi con ciò compensato l'eventuale maggiore magistero richiesto.

Il massetto di sottofondazione deve essere contabilizzato, in ogni caso, come sporgente dai bordi perimetrali della fondazione di cm 10, anche qualora l'Appaltatore, per propria utilità, al fine di facilitare la posa in opera delle casseforme e relative sbadacchiature, ritenesse di eseguirlo con sporgenza maggiore.

Qualora, invece, perché previsto in progetto o perché specificatamente richiesto dalla Direzione Lavori, tale sporgenza fosse superiore, deve essere contabilizzato l'effettivo volume eseguito.

2.11 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO

Il peso dell'acciaio in barre ad aderenza migliorata di armatura del calcestruzzo verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature e le sovrapposizioni per aggiunte non ordinate. Il peso delle armature verrà in ogni caso

determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo per ogni barra (seguendo le sagomature e uncinate) e moltiplicandolo per il peso unitario dato dalle tabelle ufficiali UNI.

Col prezzo fissato, il tondino sarà fornito e dato in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature ordinate dalla Direzione dei Lavori, curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi.

L'acciaio impiegato nelle strutture in cemento armato e cemento armato precompresso verrà computato a peso ed il prezzo sarà comprensivo della sagomatura, della messa in opera, delle giunzioni, delle legature, dei distanziatori e di ogni altra lavorazione richiesta dalle prescrizioni o dalla normativa vigente.

Il prezzo fissato per l'acciaio armonico usato nelle armature pre o post tese, in base alla sezione utile, comprenderà la fornitura di guaine, il posizionamento, le iniezioni di cemento finali, le piastre di ancoraggio, i mezzi e materiali, la mano d'opera ed ogni altro accessorio o lavorazione necessari per la completa esecuzione dei lavori indicati.

2.12 LAVORI DI METALLO

Tutti i lavori di metallo saranno in generale valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore, escluse ben inteso dal peso le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

2.13 RIEMPIIMENTI CON MISTO GRANULARE

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

2.14 CASSEFORME

Tutte le casseforme non comprese nei prezzi del conglomerato cementizio dovranno essere contabilizzate secondo le superfici delle facce interne a contatto con il conglomerato cementizio.

2.15 MANODOPERA

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non soddisfino la Direzione dei Lavori.

Circa le prestazioni di mano d'opera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro.

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'Appaltatore si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti.

L'Appaltatore si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.

I suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.

2.16 NOLEGGI

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di esercizio ed essere provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo prestabilito.

Nel prezzo di noleggio sono compresi gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento di detti meccanismi.

Per il noleggio di carri ed autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perdita di tempo.

2.17 LAVORI IN ECONOMIA

La Stazione Appaltante ha il diritto di chiedere all'Appaltatore, che ne ha l'obbligo, di fornire mano d'opera, mezzi d'opera e materiali per lavori e servizi le cui prestazioni saranno contabilizzate in economia.

Per i lavori in economia nel costo orario della mano d'opera si intende compresa ogni incidenza per attrezzi ed utensili di lavoro e quanto altro occorra per il loro impiego.

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere qualificati per i lavori da eseguire e provvisti degli attrezzi ed utensili necessari che dovranno essere sempre in perfetta efficienza e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento. Nella contabilizzazione non verranno riconosciuti oneri per spese di trasporto e di trasferta.

Per le prestazioni in economia l'Appaltatore ha l'obbligo di consegnare quotidianamente alla Direzione dei Lavori le liste con le ore di impiego relative agli operai, noli e materiali utilizzati. Le prestazioni non preventivamente autorizzate e/o non dichiarate dall'Appaltatore nei modi e nei termini di cui sopra non saranno in alcun modo riconosciute.

Le prestazioni e le forniture in economia saranno disposte dalla Direzione dei Lavori solo per lavori secondari ed accessori e nei casi e nei limiti previsti dal d.lgs. n. 36/2023 e s.m.i.

L'importo di tali prestazioni e provviste non potrà superare quello debitamente autorizzato nei limiti definiti dall'art. 50, c. 1 del d.lgs. 36/2023 e s.m.i.

2.18 MATERIALI A PIÈ D'OPERA

Per determinati manufatti il cui valore è superiore alla spesa per la messa in opera, il prezzo a piè d'opera ed il suo accredito in contabilità prima della messa in opera è stabilito in misura non superiore alla metà del prezzo stesso da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, al prezzo di progetto.

I prezzi per i materiali a piè d'opera si determineranno nei seguenti casi:

- a) alle provviste dei materiali a piè d'opera che l'Appaltatore è tenuto a fare a richiesta della Direzione dei Lavori, comprese le somministrazioni per lavori in economia, alla cui esecuzione provvede direttamente la Stazione Appaltante;
- b) alla valutazione dei materiali accettabili nel caso di esecuzione di ufficio e nel caso di rescissione coattiva oppure di scioglimento di contratto;
- c) alla valutazione del materiale per l'accredito del loro importo nei pagamenti in acconto;
- d) alla valutazione delle provviste a piè d'opera che si dovessero rilevare dalla Stazione Appaltante quando per variazioni da essa introdotte non potessero più trovare impiego nei lavori.

In detti prezzi dei materiali è compresa ogni spesa accessoria per dare i materiali a piè d'opera sul luogo di impiego, le spese generali ed il beneficio dell'Appaltatore.

3 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

3.1 GENERALITÀ

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e a quanto stabilito nel presente elaborato; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 del Capitolato Generale d'Appalto del 19.04.2000 n° 145 e s.m.i.

Si precisa che le indicazioni normative riportate nelle presenti norme si intendono sempre riferentesi alla versione più recente delle stesse, comprensiva di eventuali atti di modificazione, integrazione e/o sostituzione.

Inoltre, per tutte le tipologie di materiali di seguito riportate, sono da intendersi cogenti esclusivamente le prescrizioni dei materiali effettivamente previste all'interno degli elaborati grafici ed al computo metrico estimativo allegati al progetto.

I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori; l'accettazione dei materiali non è comunque definitiva se non dopo che siano stati posti in opera e l'opera sia stata collaudata.

Quando la Direzione Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dello stesso Appaltatore. Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, anche se non incluse nelle presenti Norme, purché facenti riferimento ad una normativa in uso, sottostando a tutte le spese necessarie per il prelievo, la formazione e l'invio dei campioni ai Laboratori indicati dalla Direzione Lavori.

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 Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne la autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso i laboratori ufficiali individuati negli elenchi elaborati in conformità alla vigente normativa indicati univocamente dalla Stazione Appaltante.

3.2 CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI

Acqua: dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018 e ss.mm.ii. in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971 e ss.mm.ii..

Leganti idraulici - Calci aeree - Pozzolane: dovranno corrispondere alle prescrizioni:

- della legge num. 595/1965;
- delle "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" D.M. 14-1-1966, modificato con D.M. 3/06/68, D.M. 31/08/1972, D.M. 13/09/93;
- delle "Norme per l'accettazione delle calci aeree" R.D. num. 2231/1939;
- delle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. num. 2230/1939;
- del D.M. 17 gennaio 2018 e ss.mm.ii..

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

Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per opere murarie: dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 17 gennaio 2018 e ss.mm.ii. in applicazione dell'art. 21 della Legge num. 1086/1971 e s.m.i..

Le dimensioni massime degli aggregati costituenti la miscela dovranno essere compatibili con quanto prescritto nel D.M. 17 gennaio 2018 e ss.mm.ii..

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni fissate dall'art. 2 delle Norme citate nel seguente comma D). Si tratta di materiali da impiegarsi nella formazione dei conglomerati cementizi, escluse le pavimentazioni.

Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi per 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 C.NUM.R. (Fascicolo num. 4, Ed. 1953 ed eventuali successive modificazioni ed integrazioni) ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme di esecuzione lavori.

Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni: dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella UNI 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali successive modificazioni ed integrazioni.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee, non presentare perdita di peso, per decantazione in acqua, superiore al 2%.

Tout venant di cava, di frantoio o di fiume: Quando, per gli strati di fondazione o di base delle sovrastrutture stradali, fosse disposto l'impiego di materiale di cava, di frantoio o di altro tipo, questo dovrà essere, in ogni caso, non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, né plasticizzabile) nonché, privo di radici e di sostanze organiche.

La granulometria del materiale sarà prescritta dalla Direzione dei Lavori e le caratteristiche dovranno essere le seguenti:

- limite liquido (Atterberg) inferiore a 25;
- indice di plasticità inferiore a 6;
- indice C.B.R. non inferiore a 50 od 80, a seconda che si tratti di materiale destinato agli strati di fondazione o di base.

Cordoni - Bocchette di scarico - Risvolti - Guide di risvolto - Scivoli per accessi - Guide e masselli per pavimentazione: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle «Tabelle U.N.I. 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718 - Ed. 1945».

Scapoli di pietra da impiegare per fondazioni: dovranno essere sani e di buona resistenza alla compressione, privi di parti alterate, di dimensioni massime comprese tra 15 e 25 cm ma senza eccessivi divari fra le dimensioni massime e minime misurate nelle diverse dimensioni.

Blocchi prefabbricati di cemento e argilla espansa faccia-vista: saranno prodotti con inerti di buona qualità e dosaggi non inferiori a 200 kg di cemento, di tipo IV 42.5 o 42.5R, per metro cubo di impasto.

Saranno confezionati con conglomerato cementizio a struttura chiusa; la curva granulometrica varierà da 0.5÷4 mm; la densità da 1.200÷1.600 kg/mc.

Una varietà dei blocchi faccia vista è costituita dagli «splittati» ottenuti a spacco da un blocco doppio e possono essere a paramento normale o scanalato.

Materiali ferrosi: saranno esenti da scorie, soffiature, saldature e da qualsiasi altro difetto.

Gli acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 17/01/2018 e s.m.i..

Il lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p. dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 0.2 mm.

I bulloni normali saranno conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI 5727-65 e UNI 5593; quelli ad alta resistenza devono appartenere alle classi delle norme UNI 3740-65 e s.m.i..

I tubi in acciaio senza saldatura, per costruzioni meccaniche, dovranno soddisfare la norma UNI 7729, oltre che i requisiti del D.M. 17/01/2018 e s.m.i..

Acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 17/01/2018 e s.m.i..

Acciaio inossidabile: dovrà presentare elevata resistenza alla corrosione ed al calore e rispondere, per composizione chimica, caratteristiche e prescrizioni generali, alla norma UNI 6900-71. Le lamiere in acciaio inox saranno laminate a freddo a norma UNI 8317.

La designazione degli acciai è fatta per composizione chimica, dove «x» sta per «acciaio legato», il primo numero indica la percentuale di carbonio moltiplicato per 100 ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi di lega in %.

Oltre alla classificazione UNI verrà abitualmente usata anche la classificazione AISI (American Iron and Steel Institute).

Acciaio zincato: profilati, lamiere e tubi in acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere zincati per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni della norma di unificazione Progetto SS UNI E 14.07.000 (rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo - rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi, fabbricati in materiale ferroso).

Per tutti i manufatti in lamiera zincata quali coperture, condotti, canali di gronda, converse, scossaline, compluvi, infissi, serrande, serbatoi per acqua e simili, se non altrimenti disposto dovranno essere impiegate lamiere zincate secondo il procedimento Sendzimir.

Lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espressa in grammi al metro quadrato, presente complessivamente su ciascuna faccia della lamiera, se non diversamente specificato, non dovrà essere inferiore a:

- 190 g/mq per zincatura normale;
- 300 g/mq per zincatura pesante.

Alluminio e leghe leggere: per laminati, trafilati o sagomati non estrusi dovrà essere impiegato alluminio primario di cui alla norma UNI 4507 - «Alluminio primario ALP 99.5 da lavorazione plastica».

Leghe leggere da lavorazione plastica resistenti alla corrosione dovranno corrispondere alle norme UNI 3569-66 o UNI 3571.

Alluminio anodizzato: dovrà risultare conforme alla norma UNI 4522-66 «Rivestimenti per ossidazione anodica dell'alluminio e sue leghe. Classificazione, caratteristiche e collaudo».

Gli strati normalizzati di ossido anodico saranno definiti mediante una sigla (OTO, BRI, ARP, ARC, ARS, IND, VET rispettivamente per strato: ottico, brillante, architettonico lucido, architettonico spazzolato, architettonico satinato chimicamente, industriale grezzo, vetroso), un numero che ne indica la classe di spessore e l'eventuale indicazione della colorazione.

Per gli strati architettonici la norma prevede quattro classi di spessore:

- Classe 5: spessore strato min. 5 μ m
- Classe 10: spessore strato min. 10 μ m
- Classe 15: spessore strato min. 15 μ m
- Classe 20: spessore strato min. 20 μ m.

Di queste la prima verrà impiegata in parti architettoniche per usi interni di non frequente manipolazione, la seconda per parti architettoniche esposte all'atmosfera con manutenzione periodica, la terza in parti esposte ad atmosfere industriali o marine e la quarta, di tipo rinforzato, in atmosfere particolarmente aggressive.

Rame: lamiere, nastri e fili saranno conformi alle UNI 3310/2 ^/3 ^/46 - 72.

Legname: I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni della vigente normativa, saranno provveduti tra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

I requisiti e le prove dei legnami saranno quelli contenuti nelle vigenti norme UNI.

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 o pali dovranno provenire dal vero tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto del palo; 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 ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

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

Dovrà essere utilizzato legname compatibile con la classe di esposizione, quindi per passerelle ed altro esposto all'esterno si utilizzerà legno di larice.

Prodotti plastici metacrilici: caratterizzati da infrangibilità, leggerezza ed elevatissima resistenza agli agenti atmosferici, dovranno rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione: UNI 7067-72 ("Materie plastiche metacriliche per stampaggio ed estrusione. Tipi, prescrizioni e prove") e UNI 7074-72 ("Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, prescrizioni e prove"). Le lastre potranno essere di tipo I (colorate in forma e successivamente polimerizzate in blocco) e di tipo II (prepolimerizzate e termoestruse).

In ogni caso saranno assolutamente prive di difetti superficiali e di forma.

I lucernari, sia a cupola (a semplice od a doppia parete anticondensa) che continui, saranno fabbricati con lastre di polimetilmetacrilato delle migliori qualità (plexiglass, perspex, etc.).

Leganti ed emulsioni bituminosi: dovranno soddisfare i requisiti stabiliti nelle corrispondenti norme C.NUM.R. "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo num. 2 - Ed. 1951; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" Fascicolo num. 3 - Ed. 1958 e loro eventuali successive modificazioni ed integrazioni.

Leganti bituminosi: dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo num. 7 - Ed. 1957 del C.NUM.R. e eventuali successive modificazioni ed integrazioni.

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 olii 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. Le polveri di I e II categoria devono avere finezza tale da passare per

almeno il 95% dal setaccio 2, U.N.I. - 2332. Le polveri della III categoria devono avere la finezza prescritta per gli additivi stradali (norme C.N.R.). Le percentuali e le caratteristiche dei bitumi estratti dalle polveri devono corrispondere ai valori indicati dalle tabelle riportate dalle Norme del C.N.R. Ed. 1956.

Olii asfaltici: gli olii 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 olii tipo A, e per quella estiva olii tipo B. Tutti questi olii devono contenere al massimo lo 0,50% di acqua, ed al massimo il 4% di fenoli; le altre caratteristiche, poi, devono essere le seguenti:

- olii di 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 rammollimento alla palla e anello 30 ÷ 45°C;
- olii di 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 rammollimento alla palla e anello 55 ÷ 70°C;
- olii di 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 rammollimento alla palla e anello 35 ÷ 50°C;
- olii di 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 rammollimento alla palla e anello 55 ÷ 70°C.

Per gli stessi impieghi si possono usare anche olii derivanti da catrame e da grezzi di petrolio, o da opportune miscele di catrame e petrolio, purché di caratteristiche analoghe a quelle sopra riportate.

In caso di necessità gli olii possono venire riscaldati ad una temperatura non superiore a 60°C.

Vetri e cristalli: dovranno essere, per le richieste dimensioni, di un solo pezzo, di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolori, trasparenti, privi di scorie, bolle, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lattiginose, macchie e qualsiasi altro difetto.

Cristalli lustrati: si intendono per tali i vetri piani con entrambi le facce tese, mediante trattamento "Float", praticamente piane, parallele e lustre.

Essi dovranno rispondere alle norme di unificazione UNI 6487-75 per vetri pianicristalli lustrati (lustrati e float).

Vetri uniti al perimetro (vetro-camera): saranno costituiti da pannelli prefabbricati formati da due lastre di vetro piano accoppiate (a mezzo di profilato e distanziatore saldato con adesivi o sigillanti), fra le quali è racchiusa aria o gas disidratati.

Il giunto d'accoppiamento dovrà essere assolutamente ermetico e di conseguenza, non dovrà presentarsi nessuna traccia di polvere o di condensa sulle superfici interne di cristalli.

Essi dovranno presentarsi perfettamente trasparenti ed inoltre stabili alla luce, all'invecchiamento ed agli agenti atmosferici.

Per le tolleranze sugli spessori, dimensionali e di forme si rimanda alle norme UNI 7172-73.

Tubazioni in PVC: in cloruro di polivinile rigido serie pesante, dei tipi 302, 303/1 e 303/2, secondo le vigenti Norme UNI, con giunti a bicchiere muniti di guarnizione in gomma.

Ogni tubo dovrà portare impresso, in modo evidente, leggibile e indelebile, il nominativo del produttore, il diametro nominale, l'indicazione del tipo; dovrà essere munito inoltre del marchio di conformità alle Norme UNI rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici.

Materiali per opere in verde:

Terreno vegetale: il materiale da impiegarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali per il ricarico, la livellazione e la ripresa di aree comunque destinate a verde, dovrà essere terreno vegetale, proveniente da scotico di terreno a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di 1.00 ml.

Qualora il prelevamento della terra venga fatto da terreni naturali non coltivati, la profondità di prelevamento sarà limitata al primo strato di suolo esplorato dalle radici delle specie a portamento erbaceo, ossia a quello spessore ove la presenza di humus e le caratteristiche fisico-microbiologiche del terreno permettono la normale vita dei vegetali, ma in ogni caso non superiore a 50 cm.

L'Appaltatore, prima di effettuare il prelevamento della terra, dovrà darne comunicazione alla Direzione dei Lavori. La stessa eventualmente potrà richiedere un prelievo di campioni in contraddittorio, per le analisi di idoneità del materiale, da effettuarsi presso una stazione di chimica agraria riconosciuta, a cura e spese dell'Appaltatore.

Concimi: i prodotti minerali semplici o complessi usati per la concimazione di fondo od in copertura dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali di fabbrica.

Materiale vivaistico: l'Appaltatore deve dichiararne la provenienza e la Direzione Lavori potrà accettare il materiale, previa visita ai vivai che devono essere dislocati in zone limitrofe o comunque assimilabili.

Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.

Sementi: l'Appaltatore dovrà fornire sementi di ottima qualità e rispondenti esattamente a genere e specie richiesta, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti.

Per evitare che possano alterarsi o deteriorarsi, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità.

Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme dell'art. 1.

Per ulteriori approfondimenti, riguardanti tutti i materiali per opere in verde, si fa riferimento a quanto riportato nell'articolo specifico per l'esecuzione dei lavori.

Materiali di qualsiasi provenienza da impiegare nelle lavorazioni: materiali per rilevati e/o riempimenti, aggregati grossi e fini per conglomerati, drenaggi, fondazioni stradali, pietrame per murature, drenaggi, gabbioni, etc.

I materiali da impiegare nelle lavorazioni sopra indicate dovranno essere sottoposti dalla Direzione Lavori, prima del loro impiego, alle verifiche e prove di laboratorio, per accertarne la idoneità in relazione alle particolari utilizzazioni previste.

Dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il proprio benestare sulla base dei risultati delle prove di laboratorio, il materiale potrà essere impiegato nella produzione, fermo restando che l'Appaltatore stesso sarà responsabile, a tutti gli effetti della rispondenza alle specifiche norme contrattuali.

Gli oneri per prove e verifiche di idoneità sono a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore.

Prove dei materiali

In correlazione a quanto prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevare in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni ad Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto.

L'Appaltatore sarà tenuto a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli istituti stessi.

Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Dirigente, munendoli di sigilli e firma della Direzione dei lavori e dell'Appaltatore, nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

3.3 CRITERI AMBIENTALI MINIMI CAM

Il DM 05 agosto 2024 (G.U. n. 197 del 23 agosto 2024) stabilisce i Criteri ambientali minimi per l'affidamento dei servizi di progettazione e realizzazione di lavori per la costruzione, manutenzione e adeguamento delle infrastrutture stradali (CAM Strade) dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica.

Al riguardo la Stazione Appaltante tramite i progettisti ha effettuato una valutazione del ciclo di vita delle opere (life cycle assessment — LCA) a monte delle scelte progettuali e dei materiali mirando a:

- ridurre l'impatto ambientale prodotto delle opere, usando le risorse in modo efficiente e circolare;
- contenere le emissioni di CO2 attraverso la realizzazione di infrastrutture verdi e l'utilizzo di materiali da costruzione organici;
- incentivare il recupero, il riciclo e il riutilizzo dei materiali anche in altri settori.

Ambito di applicazione dei CAM ed esclusioni

Le disposizioni del DM 05 agosto 2024 si applicano a tutti i contratti di appalto e alle concessioni aventi per oggetto l'esecuzione di lavori e la prestazione di servizi di progettazione di infrastrutture, includendo interventi di costruzione, manutenzione e adeguamento, come definiti all'art. 2, comma 1, lettere b), c) e d), dell'allegato 1.1 del Codice.

Alcuni dei CPV (Common Procurement Vocabulary) di riferimento per i lavori e le opere sono il CPV 45000000 "Lavori di costruzione", in particolare:

- il 45233000-9 "Lavori di costruzione, di fondazione e di superficie per autostrade e strade";
- il 71322000-1 "Servizi di progettazione tecnica per la costruzione di opere di ingegneria civile".

Per quanto riguarda le aree verdi di pertinenza stradale si applicano le specifiche tecniche e le clausole contrattuali di cui al decreto ministeriale 10 marzo 2020, "Criteri ambientali minimi per il servizio di gestione del verde pubblico e la fornitura di prodotti per la cura del verde, per gli interventi di manutenzione, riqualificazione o nuova realizzazione".

Tra le prestazioni tecniche di cui agli artt. 14 a 43 del DPR 5 ottobre 2010 n. 207, è stata redatta una "Relazione tecnica e relativi elaborati di applicazione CAM", di seguito, "Relazione CAM", in cui il progettista indica, per ogni criterio, le scelte progettuali inerenti le modalità di applicazione, integrazione di materiali, componenti e tecnologie adottati, l'elenco degli elaborati grafici, schemi, tabelle di calcolo, elenchi ecc. nei quali sia evidenziato lo stato ante operam, degli interventi previsti, i conseguenti risultati raggiungibili e lo stato post operam e che evidenzii il rispetto dei criteri contenuti in questo documento.

Nella relazione CAM il progettista dà evidenza anche delle modalità di contestualizzazione dalle specifiche tecniche alla tipologia di opere oggetto dell'affidamento. Laddove, necessario, il progettista, dà evidenza dei motivi di carattere tecnico che hanno portato all'eventuale applicazione parziale o mancata applicazione delle specifiche tecniche, tenendo conto di quanto previsto dall'art. 57 c. 2 del D. Lgs. 36/2023 che prevede l'applicazione obbligatoria delle specifiche tecniche e delle clausole contrattuali.

In tali casi è fornita, nella Relazione tecnica CAM, la descrizione del contesto progettuale. Resta inteso che le stazioni appaltanti hanno l'obiettivo di applicare sempre e nella misura maggiore possibile i CAM in ottemperanza all'art. 57 c. 2 del D. Lgs. 36/2023.

Il progettista indica i requisiti dei prodotti da costruzione in conformità alle specifiche tecniche contenute nel presente documento e indica, inoltre, i mezzi di prova che l'appaltatore dei lavori dovrà presentare alla direzione lavori.

Verifica dei criteri ambientali e mezzi di prova

I criteri ambientali definiti nella relazione rappresentano il livello minimo delle prestazioni ambientali da raggiungere.

Ogni criterio ambientale è oggetto di apposita "verifica", riportata nella Relazione CAM, che descrive le informazioni, i metodi e la documentazione necessaria per accertarne la conformità del prodotto o del servizio al requisito cui si riferisce, ovvero i mezzi di presunzione di conformità che la stazione appaltante può accettare al posto delle prove dirette.

Modalità di consegna della documentazione

Il rispetto da parte dell'appaltatore dei requisiti elencati dai seguenti CAM sarà evidente attraverso la consegna alla Direzione lavori dell'opportuna documentazione tecnica che attesti o certifichi la soddisfazione del/i requisito/i stesso/i.

Le modalità di presentazione alla Stazione appaltante di tutta la documentazione richiesta all'appaltatore sono consentite sia in forma elettronica certificata (PEC) che cartacea, opportunamente tracciata dagli uffici preposti alla ricezione.

Contenuti del capitolato speciale d'appalto

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

In particolare, laddove venga richiesto un determinato quantitativo minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, nella Relazione CAM è stata esplicitata la gerarchia di valutazione delle singole categorie di materiale (riciclato - recuperato - sottoprodotto), tenuto conto del contesto in cui è inserita l'opera.

Per quanto riguarda le certificazioni del valore percentuale richiesto, tale requisito è dimostrato tramite una delle opzioni di seguito elencate:

- dichiarazione ambientale di Prodotto (DAP o, in inglese, Environmental Product Declarations o EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma UNI EN ISO 14025, verificata da parte di un organismo di verifica e validazione accreditato in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17029 e UNI EN ISO 14065 per lo specifico schema (ad esempio EPDIItaly® o schema internazionale EPD® e che riporti la percentuale di contenuto di materiale riciclato, recuperato, o sottoprodotto, nel paragrafo "informazione ambientale aggiuntiva" della dichiarazione);
 - certificazione di prodotto "REMADE®" o "ReMade in Italy";
 - certificazione di prodotto per il rilascio del marchio "Plastica seconda vita";
 - per i prodotti in PVC è possibile fare ricorso, oltre alle certificazioni di cui ai punti precedenti, anche al marchio VinylPlus Product Label;
- una certificazione di prodotto basata sul bilancio di massa emessa da un organismo di valutazione della conformità accreditato da un ente di Accreditamento firmatario degli accordi EA/IAF MLA per lo specifico schema, quale, ad esempio la CP DOC 262;
- una certificazione di prodotto, rilasciata, da un organismo di valutazione della conformità, in conformità alla prassi UNI/PdR 88 "Requisiti di verifica del contenuto di riciclato e/o recuperato e/o sottoprodotto, presente nei prodotti", qualora il materiale rientri nel campo di applicazione di tale prassi. Si evidenzia che tale prassi non è applicabile ai materiali plastici;
- una certificazione Made green in Italy (MGI) verificata da parte di un organismo di verifica o validazione accreditato in conformità alla norma ISO 17029 e ISO 14065 per lo specifico schema, che nella DIAP riporti, quale informazione ambientale aggiuntiva, la percentuale di contenuto di materiale riciclato, recuperato, o sottoprodotto.

Si chiarisce, inoltre, che:

- il certificato di prodotto deve riportare il numero identificativo, il nome del prodotto certificato, la data di scadenza, i valori percentuali delle singole frazioni presenti nel prodotto. In particolare, per quanto riguarda i sottoprodotti è fatta distinzione tra sottoprodotto interno ed esterno;
- i materiali plastici possono anche derivare da biomassa, conforme alla norma tecnica UNI EN 16640. Le plastiche a base biologica consentite sono quelle la cui materia prima sia derivante da una attività di recupero o sia un sottoprodotto generato da altri processi produttivi.

SPECIFICHE TECNICHE PER I PRODOTTI DA COSTRUZIONE

Circolarità dei prodotti da costruzione

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

Il progetto di costruzione di nuove strade prevede l'impiego di prodotti da costruzione con un contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, riferito al peso del prodotto finito, secco su secco, secondo le percentuali minime di seguito indicate, garantendo complessivamente le stesse prestazioni ottenibili con materiali di primo impiego. Nel caso, invece, di interventi su strade esistenti, la materia recuperata proviene, per quanto possibile dallo stesso corpo stradale oggetto di intervento.

Nelle seguenti tabelle vengono indicate le percentuali minime, intese come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

Corpo stradale

Bonifica del piano di posa del rilevato	$\geq 70\%$
Corpo del rilevato	70%
Sottofondo	70%

Strati di fondazione o base in pavimentazioni flessibili e semirigide

Fondazione in misto granulare non legato	50%
Fondazione in misto granulare legato (con legante idraulico o legante idrocarburico)	50%
Misto cementato	50%

Strati in conglomerato bituminoso per pavimentazioni flessibili e semirigide

Conglomerati con bitumi normali	
Base o Base/binder	$>35\%$
Collegamento o Binder	30%
Usure chiuse	15%

Conglomerati con bitumi modificati con polimeri oppure conglomerati bituminosi additivati con compound polimerici	
Base o Base/binder	50%
Collegamento o Binder	50%
Usure chiuse e drenanti	10%

Il progetto prevede che l'impresa presenti, unitamente allo studio della miscela, una relazione che descrive i materiali e le tecnologie proposte.

Pavimentazioni rigide (in calcestruzzo o resina)

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

Fondazione in misto granulare	50%
Misto cementato	50%
Lastra in calcestruzzo	5%

Per pavimentazioni ad elementi, ossia una pavimentazione nella quale la sovrastruttura è formata, nella sua parte più superficiale, da elementi separati e giustapposti, quali cubetti, blocchi, basoli, lastre, masselli di calcestruzzo, ecc., eventualmente sigillati in opera nei giunti, almeno il 5% per realizzare lo strato pedonale, carrabile o ciclabile della pavimentazione.

Per le piste ciclabili, il contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, riferito al peso del prodotto finito, secco su secco, deve essere di almeno il 70%, quando l'intervento è inclusivo sia del corpo stradale che della pavimentazione.

Nei conglomerati bituminosi a freddo destinati alla manutenzione stradale di emergenza, per esempio per la chiusura di buche, è previsto l'impiego di almeno il 50% di granulato di conglomerato bituminoso.

Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati

È obbligo dell'Appaltatore fornire materiali rispondenti al criterio.

I calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati hanno un contenuto di materia recuperata riciclata, o di sottoprodotti, di almeno il 5% sul peso del prodotto. Dal calcolo della massa di materiale riciclato, recuperato o sottoprodotto, va considerata la quantità che rimane effettivamente nel prodotto finale.

Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibro compresso

I prodotti prefabbricati in calcestruzzo hanno un contenuto di materia riciclata, recuperata o di sottoprodotti, di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

I blocchi per muratura in calcestruzzo aerato autoclavato sono prodotti con un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti, di almeno il 7,5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

Prodotti in acciaio

È obbligo dell'Appaltatore fornire materiali rispondenti al criterio.

Per gli usi strutturali, sono utilizzati prodotti in acciaio con un contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti come di seguito specificato, intendendo le percentuali indicate come somma delle tre frazioni:

- o acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 75%;
- o acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;
- o acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

Per gli usi non strutturali, sono utilizzati prodotti in acciaio con un contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti come di seguito specificato:

- o acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 65%;

- o acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;
- o acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

I prodotti finiti consegnati in cantiere (come armature o carpenterie) possono essere costituiti da una o più tipologie di acciaio ossia uno o più materiali base d'origine. In questi casi ognuno dei materiali base d'origine deve essere conforme al presente criterio con relative percentuali minime di materia recuperata, riciclata o sottoprodotti.

Prodotti di legno o a base legno

Tutti i prodotti di legno o a base legno utilizzati nel progetto, se costituiti da materie prime vergini come nel caso degli elementi strutturali, provengono da foreste gestite in maniera sostenibile, se costituiti prevalentemente da materie prime seconde, rispettare le percentuali di riciclato (la componente legnosa sia costituita da almeno il 70% di materiale riciclato).

Murature in pietrame e miste

Il progetto, per le eventuali murature in pietrame e miste, prevede l'uso di solo materiale riutilizzato o di recupero (pietrame e blocchetti).

Sistemi di drenaggio lineare (eventuali)

È obbligo dell'Appaltatore fornire materiali rispondenti al criterio.

In caso di realizzazione di sistemi di drenaggio lineare in aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni si adotteranno soluzioni che prevedono l'utilizzo di prodotti prefabbricati o realizzati in situ conformi alla norma UNI EN 1433.

Tubazioni in materiale plastico

È obbligo dell'Appaltatore fornire materiali rispondenti al criterio.

Le tubazioni in materiale plastico sono prodotte con un contenuto di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, di almeno il 20% sul peso del prodotto.

SPECIFICHE TECNICHE RELATIVE AL CANTIERE

Prestazioni ambientali del cantiere

Per le attività di preparazione e conduzione del cantiere l'impresa appaltatrice dovrà provvedere alle seguenti azioni:

- o individuazione delle possibili criticità legate all'impatto nell'area di cantiere e alle emissioni di inquinanti sull'ambiente circostante, e delle misure previste per la loro eliminazione o riduzione;
- o definizione delle misure da adottare per la protezione di eventuali risorse naturali, paesistiche e storico-culturali presenti nell'area del cantiere o di formazioni vegetazionali autoctone;
- o protezione delle eventuali specie arboree e arbustive autoctone di interesse storico e botanico tramite protezione con materiali idonei, per escludere danni alle radici, al tronco e alla chioma;

- o disposizione dei depositi di materiali di cantiere non in prossimità delle preesistenze arboree e arbustive autoctone di interesse storico e botanico;
- o definizione delle misure adottate per aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere e per minimizzare le emissioni di inquinanti e gas climalteranti, con particolare riferimento all'uso di tecnologie a basso impatto ambientale (lampade a scarica di gas a basso consumo energetico o a led, generatori di corrente eco-diesel con silenziatore, pannelli solari per l'acqua calda, etc.);
- o misure idonee per l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni, dovute alle operazioni di scavo, di carico e scarico dei materiali, di taglio dei materiali, di impasto del cemento e di disarmo ecc. e l'eventuale installazione di schermature/coperture antirumore (fisse o mobili) nelle aree più critiche e nelle aree di lavorazione più rumorose, con particolare riferimento alla disponibilità ad utilizzare gruppi elettrogeni super silenziati e compressori a ridotta emissione acustica;
- o definizione delle misure atte a garantire il risparmio idrico e la gestione delle acque reflue nel cantiere e l'uso delle acque piovane e quelle di lavorazione degli aggregati;
- o definizione delle misure per l'abbattimento delle polveri e fumi anche attraverso periodici interventi di irrorazione delle aree di lavorazione con l'acqua o altre tecniche di contenimento del fenomeno del sollevamento della polvere delle aree di lavorazione e delle piste utilizzate dai mezzi di trasporto;
- o definizione delle misure per garantire la protezione del suolo e del sottosuolo, impedendo la diminuzione di materia organica, il calo della biodiversità nei suoi diversi strati, la contaminazione locale o diffusa, la salinizzazione, l'erosione etc., anche attraverso la verifica continua degli sversamenti accidentali di sostanze e materiali inquinanti e la previsione dei relativi interventi di estrazione e smaltimento del suolo contaminato;
- o definizione delle misure a tutela delle acque superficiali e sotterranee, quali l'impermeabilizzazione di eventuali aree di deposito temporaneo di rifiuti non inerti e depurazione delle acque di dilavamento prima di essere convogliate verso i recapiti idrici finali;
- o misure per realizzare la demolizione selettiva individuando gli spazi per la raccolta dei materiali da avviare a preparazione per il riutilizzo, recupero e riciclo;
- o misure per implementare la raccolta differenziata di imballaggi, rifiuti pericolosi e speciali etc., individuando le aree da adibire a deposito temporaneo e gli spazi opportunamente attrezzati con idonei cassonetti o contenitori carrellabili opportunamente etichettati per la raccolta differenziata ecc.

Demolizione selettiva, recupero e riciclo

La demolizione delle opere viene eseguita (fatto salvo il rispetto di tutte le norme vigenti) in modo da massimizzare il recupero delle diverse frazioni di materiale.

Nei casi di ristrutturazione, manutenzione e demolizione, il progetto prevede che almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati in cantiere, ed escludendo gli scavi (art.181 co.4 lett. b) del D. Lgs. n. 152/2006) venga avviato a operazioni di preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero, secondo la gerarchia di gestione dei rifiuti (art. 179 del dlgs n. 152/2006).

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

In caso di manutenzione profonda, il progetto della demolizione deve seguire le indicazioni relative alla fase progettuale della UNI/PdR 75 "Decostruzione selettiva — Metodologia per la decostruzione selettiva e il recupero dei rifiuti in un'ottica di economia circolare".

Conservazione dello strato superficiale del terreno

Qualora il progetto includa movimenti di terra (scavi, splateamenti o altri interventi sul suolo esistente), è prevista la rimozione e l'accantonamento del primo strato del terreno per il successivo riutilizzo in opere a verde.

Il suolo rimosso viene accantonato in cantiere separatamente dalla matrice inorganica che invece è utilizzabile per rinterri o altri movimenti di terra, in modo tale da non comprometterne le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche ed essere riutilizzato nelle aree a verde nuove o da riqualificare.

Rinterri e riempimenti

Rinterri: l'impresa dovrà prevedere il maggior riutilizzo possibile del materiale di scavo, escluso il primo strato di terreno proveniente dal cantiere stesso o da altri cantieri, oppure materiale riciclato, purché conformi ai parametri della norma UNI 115311.

Riempimenti con miscele betonabili: è utilizzato almeno il 70% di materiale riciclato conforme alla UNI EN 13242 e, per gli aggregati grossi, con caratteristiche prestazionali rispondenti all'aggregato riciclato di Tipo B come riportato al prospetto 4 della UNI 11104:2016.

Riempimenti con miscele legate con leganti idraulici (di cui alla norma UNI EN 14227-1): è utilizzato almeno il 50% in peso di materiale riciclato conforme alla UNI EN 13242.

È fatto obbligo dell'Appaltatore fornire materiali rispondenti al criterio.

3.4 VERIFICA DEI CAM

I mezzi di prova indicati dai CAM servono:

- o a verificare i requisiti soggettivi degli operatori economici (criteri di selezione dei candidati);
- o a verificare i requisiti oggettivi delle forniture o dei servizi o dei lavori (specifiche tecniche e criteri premianti);
- o a verificare in corso di esecuzione del contratto le clausole contrattuali sottoscritte dall'operatore economico e/o a fornire, in sede di valutazione, documentazione a comprova della capacità dell'operatore economico di eseguire le clausole contrattuali in caso di aggiudicazione.

I mezzi di prova indicati nei CAM consistono nella presentazione di documentazione da parte dell'operatore economico (es. etichette, certificati, prove di laboratorio, ecc.) o di dichiarazioni del legale rappresentante dell'impresa concorrente (es. dichiarazioni di impegno a realizzare una clausola contrattuale; dichiarazione in merito ad un campione fornito in fase di gara, ecc.) o in relazioni tecniche e/o descrizioni dei prodotti forniti.

Per le forniture è sempre il produttore che predispone e mette a disposizione degli operatori economici (importatori, fornitori o altri soggetti che partecipano alle gare) i mezzi di prova. Il fornitore non può cioè dichiarare alcunché in merito ai requisiti oggettivi di un prodotto.

I mezzi di prova indicati dai CAM sono definiti dal Ministero dell'Ambiente in conformità al Codice dei Contratti Pubblici. Gli articoli che disciplinano i mezzi di prova sono gli articoli 69 e 82.

Ai sensi dell'art. 69 (Etichettature) del Codice dei Contratti Pubblici, commi 1,2,4, "le stazioni appaltanti che intendono acquistare lavori, forniture o servizi con specifiche caratteristiche ambientali, sociali o di altro tipo, possono imporre nelle specifiche tecniche, nei criteri di aggiudicazione o nelle condizioni relative all'esecuzione dell'appalto, un'etichettatura specifica come mezzo di prova che i lavori, le forniture o i servizi corrispondono alle caratteristiche richieste (...)". Dunque la stazione appaltante può richiedere una particolare etichetta ecologica (es. Ecolabel, FSC, PEFC, Oeko-tex, ecc.) come mezzo di prova dei requisiti richiesti. Il comma 2 dell'art. 69 inoltre stabilisce che le stazioni appaltanti possano anche richiedere che i lavori, le forniture o i servizi soddisfino solo alcuni dei requisiti per l'etichettatura (e non necessariamente tutti) e che, infine, devono accettare etichettature equivalenti. In questo caso ricordiamo che l'operatore economico deve dimostrare l'equivalenza.

Se l'operatore economico non è in grado di dimostrare la conformità ai requisiti tramite l'etichettatura indicata dalla stazione appaltante né possiede un'etichettatura equivalente, il comma 3 dell'art. 69 stabilisce che debba dimostrare di non essere in grado di ottenere un'etichettatura entro i termini richiesti, per motivi ad esso non imputabili. Solo in questo caso "l'amministrazione aggiudicatrice accetta altri mezzi di prova, ivi compresa una documentazione tecnica del fabbricante, idonei a dimostrare che i lavori, le forniture o i servizi che l'operatore economico interessato deve prestare soddisfano i requisiti dell'etichettatura specifica o i requisiti specifici indicati dall'amministrazione aggiudicatrice".

Nei CAM, quando sono indicate delle etichettature specifiche come mezzo di prova, "o equivalente" significa che "se l'offerente non è in grado di presentare l'etichetta specifica o altra equivalente deve presentare la seguente documentazione tecnica del fabbricante, eventualmente con allegati rapporti di prova".

Nell'art. 82 (Rapporti di prova, certificazione e altri mezzi di prova), il Codice chiarisce inoltre che le amministrazioni aggiudicatrici possono esigere che gli operatori economici presentino, come mezzi di prova di conformità ai requisiti o ai criteri stabiliti nelle specifiche tecniche o ai criteri di aggiudicazione o nelle condizioni relative all'esecuzione dell'appalto, una relazione di prova o un certificato rilasciati da un organismo di valutazione della conformità (o da organismi di valutazione della conformità equivalenti). Al comma 2 poi il Codice ribadisce che le amministrazioni aggiudicatrici accettano altri mezzi di prova appropriati ivi compresa una documentazione tecnica del fabbricante, se l'operatore economico interessato non aveva accesso ai certificati o alle relazioni di prova di cui al comma 1, o non poteva ottenerli entro i termini richiesti, purché il mancato accesso non sia imputabile all'operatore economico interessato e purché questi dimostri che i lavori, le forniture o i servizi prestati soddisfano i requisiti o i criteri stabiliti nelle specifiche tecniche, i criteri di aggiudicazione o le condizioni relative all'esecuzione dell'appalto.

Per le verifiche dei requisiti dei prodotti forniti, oltre alle etichette ambientali, sono dunque tre le tipologie di documentazione che l'operatore economico deve produrre per comprovare la conformità ai requisiti richiesti:

- Certificati di conformità;
- Relazioni o rapporti di prova;
- Documentazione tecnica del fabbricante.

Il certificato di conformità è un documento o un insieme di documenti che assicurano la conformità di sistemi, processi, prodotti, servizi e persone ai requisiti fissati dalle norme e dagli standard internazionali ai quali le specifiche tecniche fanno riferimento ai sensi dell'art. 68 (Specifiche tecniche). Le certificazioni di conformità cui fa riferimento il Codice sono certificazioni "sotto accreditamento" ossia rilasciate da Organismi di valutazione della conformità accreditate a norma del Regolamento (CE) n. 765/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio ossia da Accredia, per quanto riguarda l'Italia.

Per i prodotti e servizi, gli organismi di valutazione della conformità rilasciano i certificati ai sensi delle norme ISO/IEC 17065. Le certificazioni di prodotti e servizi sono rilasciate in diversi settori merceologici e possono riguardare un bene, un servizio o un processo produttivo. La valutazione della conformità riguarda solo alcune caratteristiche dell'oggetto, in particolare quelle contenute nella norma o specifica tecnica di riferimento, relativamente al processo di fabbricazione del bene o di fornitura del servizio.

Le Relazioni o rapporti di prova sono i documenti che attestano l'avvenuta verifica e determinazione di una o più caratteristiche del prodotto secondo metodologie ben definite indicate nei CAM. Le prove sono effettuate da laboratori accreditati ai sensi della norma ISO/IEC 17025 e sono a sostegno di processi di produzione o di attività di valutazione della conformità. A seconda del settore merceologico, si parla di prove, misure, analisi. Il Rapporto di prova è un documento su cui sono registrati gli esiti analitici e le informazioni necessarie all'interpretazione dei risultati. È redatto in conformità alle prescrizioni della Norma UNI EN ISO 17025:2005 punto 5.10 (Presentazione dei risultati) e deve contenere i contenuti minimi previsti.

Documentazione tecnica del fabbricante: il Codice dei Contratti Pubblici ammette, alle condizioni di cui all'art. 82, che l'operatore economico possa produrre una Documentazione tecnica del fabbricante, in sostituzione dei mezzi di prova (etichette, certificati e rapporti di prova) indicati dalla stazione appaltante. Alcuni CAM, non essendoci norme tecniche per la valutazione di conformità di specifici requisiti ambientali, fanno ricorso alla Documentazione tecnica del fabbricante come mezzo di prova (direttamente e non come sostituto del certificato o del Rapporto di prova). Non esistendo norme tecniche per la produzione della Documentazione tecnica del fabbricante, l'amministrazione appaltante, al fine di ottenere le necessarie informazioni per valutare il possesso dei requisiti ambientali del prodotto offerto, può specificare i contenuti minimi della Documentazione tecnica del fabbricante. In alcuni casi nei CAM sono indicati i contenuti minimi della documentazione tecnica del fabbricante. Qualora non siano riportati nei CAM, la stazione appaltante dovrebbe indicarli nei documenti di gara onde evitare che gli operatori economici presentino documentazioni tecniche non sufficienti a dimostrare la conformità ai requisiti.

3.5 PROVE DEI MATERIALI

3.5.1 Certificato di qualità

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calci idrauliche, acciai, ecc...) prescritti nel presente documento, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi «Certificati di qualità» rilasciati da un Laboratorio ufficiale e comunque secondo quanto prescritto dalla Circolare ANAS n.° 14/1979.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale. I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

3.5.2 Accertamenti preventivi

Prima dell'inizio dei lavori comportanti l'impiego di materiali in quantità superiori a:

- 500 m3 per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi,
- 500 m3 per i conglomerati cementizi,
- 50 t. per i cementi e le calci,
- 5.000 m. per le barriere,

il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità. Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale di Legge.

3.5.3 Prove di controllo in fase esecutiva

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

L'impresa dovrà consentire le ordinarie operazioni di laboratorio in cantiere e collaborare quando necessario con mezzi e personale (fornire i mezzi di contrasto per le prove di piastra, fornire il personale per la campionatura di materiale, quali le terre, misti granulari, CLS ecc.) fermare le operazioni di rullatura e/ scavo di macchine operatrici attigue alle prove di densità in situ onde ad evitare vibrazioni.

Qualora dai test di prova i risultati non fossero conformi alle prescrizioni di capitolato l'onere per le maggiori lavorazioni richieste e le successive prove di laboratorio saranno ad escluso carico dell'impresa appaltatrice. In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali stradali saranno eseguite, a spese del soggetto competente, di norma, presso il Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano di Roma o presso altro Laboratorio ufficiale riconosciuto e di gradimento della committenza. I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Compartimentale previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

4 OPERE PROVVISORIALI (EVENTUALI)

4.1 FORMAZIONE DEL CANTIERE

4.1.1 *Normativa applicabile*

Nell'esecuzione dei lavori, anche se non espressamente richiamate, devono essere osservate le disposizioni delle seguenti norme:

- Legge 7 novembre 2000, n. 327 – Valutazione dei costi del lavoro e della sicurezza nelle gare di appalto.
- D.P.R. 3 luglio 2003, n. 222 - Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili, in attuazione dell'art. 31, comma 1, della legge 11 febbraio 1994, n. 109
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 - recante "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro", e ss.mm.ii..

In generale devono essere rispettate le prescrizioni del piano di sicurezza e di coordinamento, del piano operativo e le indicazioni impartite dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o del direttore dei lavori.

Per i dispositivi di protezione si rimanda alle seguenti norme:

- UNI EN 340 – Indumenti di protezione. Requisiti generali.
- UNI EN 341– Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi di discesa.
- UNI EN 352-1 – Protettori auricolari. Requisiti di sicurezza e prove. Cuffie.
- UNI EN 353-1 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo guidato su una linea di ancoraggio rigida.
- UNI EN 353-2 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo guidato su una linea di ancoraggio flessibile.
- UNI EN 354 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Cordini.
- UNI EN 355 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Assorbitori di energia.
- UNI EN 358 – Dispositivi individuali per il posizionamento sul lavoro e la prevenzione delle cadute dall'alto. Sistemi di posizionamento sul lavoro.
- UNI EN 360 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo retrattile.
- UNI EN 361 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Imbracature per il corpo.
- UNI EN 362 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Connettori.
- UNI EN 363 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Sistemi di arresto caduta.
- UNI EN 364 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Metodi di prova.

- UNI EN 365 – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Requisiti generali per le istruzioni per l'uso e la marcatura.
- UNI EN 367 – Indumenti di protezione. Protezione contro il calore e le fiamme. Metodo di prova: Determinazione della trasmissione di calore mediante esposizione a una fiamma.

4.1.2 Prescrizioni di carattere generale

L'appaltatore dovrà sottrarre alla viabilità il minor spazio possibile ed adottare i provvedimenti necessari a rendere sicuro il transito di veicoli e pedoni, nonché l'attività delle maestranze.

Fermi tutti gli obblighi e le responsabilità in materia di prevenzione degli infortuni, l'appaltatore risponde della solidità e stabilità delle armature di sostegno degli scavi ed è tenuto a rinnovare o rinforzare quelle parti delle opere provvisorie che risultassero deboli. L'efficienza delle armature dovrà essere verificata giornalmente. Per entrare ed uscire dalla fossa, si devono utilizzare apposite scale a pioli solidamente disposte, facendosi assoluto divieto di utilizzare gli sbatacchi.

L'appaltatore dovrà contornare, a suo esclusivo carico, tutti gli scavi mediante robusti parapetti, formati con tavole prive di chiodi sporgenti e di scheggiature, da mantenere idoneamente verniciate, ovvero con sbarramenti di altro tipo che garantiscano un'adeguata protezione. In vicinanza delle tranvie, le barriere devono essere tenute a distanza regolamentare, e comunque non inferiore a 80 cm dalle relative sedi.

In corrispondenza dei punti di passaggio dei veicoli e degli accessi alle proprietà private, si costruiranno sugli scavi solidi ponti provvisori muniti di robusti parapetti e – quando siano destinati al solo passaggio di pedoni – di cartelli regolamentari di divieto di transito per i veicoli, collocati alle due estremità. La costruzione, il noleggio e il disfaccimento di tali passaggi provvisori e delle loro pertinenze saranno compensati con gli appositi prezzi d'elenco.

Dovranno essere eseguite correttamente le operazioni di blindaggio. 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.

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

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di m 1,50, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 centimetri.

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

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

L'armatura a cassa chiusa di tipo metallico è trascinata, dalla macchina operatrice, dalla posizione di scavo da ritombare alla posizione di scavo da sostenere e salvaguardare.

Le armature in ferro si distinguono nelle seguenti due tipologie:

- armature con guide semplici o doppie in relazione alla profondità da raggiungere; le guide sono infisse nel terreno per mezzo di un escavatore, tra le quali vengono calati i pannelli d'armatura, dotati di una lama per l'infissione nel terreno e posizionati gli sbatocchi regolabili per la forzatura contro il terreno;
- armature monoblocco, preassemblate, eventualmente sovrapponibili, dotate di sbatocchi

4.1.3 Modalità di esecuzione

L'appaltatore dovrà provvedere all'impianto del cantiere non oltre il termine di 15 (quindici) giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori.

4.1.3.1 Recinzione di cantiere

Delimitazione con rete estrusa in polietilene ad alta densità HDPE, sottoposta in fase produttiva ad un processo di stiro in direzione longitudinale MD che conferisce elevata resistenza a trazione (1.600 kg/m) ed allungamento pari al 15%.

La maglia ha disegno ovoidale di dimensioni 85x30 mm. Il peso unitario è pari a 450 g/m².

Il materiale dovrà essere reso in cantiere in rotoli di lunghezza 30 m ed altezza 1,20 - 1,80 - 2,00 m e dovrà essere, controllato e testato prima dell'utilizzo.

4.1.3.2 Vigilanza di cantiere

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia del cantiere, nel rispetto dei provvedimenti antimafia, sia diurna che notturna e la custodia di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera esistenti nello stesso (siano essi di pertinenza dell'appaltatore, dell'amministrazione, o di altre ditte), nonché delle opere eseguite o in corso di esecuzione.

In caso di inosservanza si incorrerà nelle sanzioni previste dal comma 2 del citato art. 22 della legge n. 646/1982.

Tale vigilanza si intende estesa anche al periodo intercorrente tra l'ultimazione ed il collaudo provvisorio, salvo l'anticipata consegna delle opere all'amministrazione appaltante e per le sole opere consegnate.

Sono altresì a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia del cantiere nei periodi di sospensione dei lavori, purché non eccedenti un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi, e comunque quando non superino sei mesi complessivi.

Fermo restando l'obbligo della vigilanza nei periodi eccedenti i termini fissati in precedenza, ne verranno riconosciuti i maggiori oneri sempre che l'appaltatore non richieda ed ottenga di essere sciolto dal contratto.

4.1.3.3 Locali per gli uffici e le maestranze

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di locali uso ufficio (in muratura o prefabbricati) idoneamente rifiniti e forniti dei servizi necessari alla permanenza ed al lavoro di ufficio della direzione dei lavori. Tale ufficio deve essere adeguatamente protetto da dispositivi di allarme e anti-intrusione, climatizzato nonché dotato di strumenti (fax, fotocopiatrice, computer, software, ecc.). I locali saranno realizzati nel cantiere o in luogo prossimo, stabilito o accettato dalla direzione dei lavori, la quale disporrà anche il numero degli stessi e le attrezzature di dotazione. Saranno inoltre idoneamente allacciati alle normali utenze (luce, acqua, fognatura, telefono).

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di locali e strutture di servizio per gli operai, quali tettoie, ricoveri, spogliatoi prefabbricati o meno, e la fornitura di servizi igienico-sanitari in numero adeguato; le spese per gli allacciamenti provvisori, e relativi contributi e diritti, dei servizi di acqua, elettricità, gas, telefono e fognature necessari per il funzionamento del cantiere e l'esecuzione dei lavori, nonché le spese di utenza e consumo relative ai predetti servizi.

4.1.3.4 Attrezzature di pronto soccorso

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'approntamento di locali adatti ed attrezzi per pronto soccorso ed infermeria, dotati di tutti i medicinali, gli apparecchi e gli accessori normalmente occorrenti, con particolare riguardo a quelli necessari nei casi di infortunio.

4.1.3.5 Cartelli

Nello spazio per aggiornamento dei dati, devono essere indicate le sospensioni e le interruzioni intervenute nei lavori, le relative motivazioni, le previsioni di ripresa ed i nuovi tempi.

Tanto i cartelli che le armature di sostegno devono essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza meccanica agli agenti atmosferici e di decoroso aspetto e mantenuti in ottimo stato fino al collaudo dei lavori.

4.1.3.6 Oneri per pratiche amministrative

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per le pratiche presso amministrazioni ed enti per permessi, licenze, concessioni, autorizzazioni per opere di presidio, occupazioni temporanee di suoli pubblici o privati, apertura di cave di prestito, uso di discariche, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversamenti, cautelamenti, trasporti speciali nonché le spese ad esse relative per tasse, diritti, indennità, canoni, cauzioni, ecc.

In difetto rimane ad esclusivo carico dell'appaltatore ogni eventuale multa o contravvenzione nonché il risarcimento degli eventuali danni.

4.2 PONTEGGI ED OPERE PROVISIONALI

4.2.1 *Normativa applicabile*

Si intendono applicate le seguenti norme:

- UNI EN 39 – 12.77: "Tubi di acciaio per ponteggi di servizio. Prescrizioni e prove
- UNI EN 74 – 10.90: "Giunti, spinotti e basette per ponteggi di servizio e di sostegno costruiti con tubi di acciaio. Requisiti e metodi di prova".
- UNI HD 1000 – 06.90: "Ponteggi di servizio con elementi prefabbricati. Materiali, dimensioni, carichi di progetto e requisiti di sicurezza"
- UNI HD 1004 – 06.93: "Torri mobili da lavoro (ponteggi mobili) costituite da elementi prefabbricati. Materiali, componenti, dimensioni, carichi di progetto e requisiti di sicurezza"
- UNI HD 1039 – 09.91: "Tubi di acciaio per ponteggi di sostegno e di servizio. Requisiti, prove".
- "Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 - recante "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro." E ss.mm.ii..

In generale devono essere rispettate le prescrizioni del piano di sicurezza e di coordinamento, del piano operativo e le indicazioni impartite dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o del direttore dei lavori.

Per tutte le norme citate si intendono applicate le successive modifiche ed integrazioni.

4.2.2 *Prescrizioni di carattere generale*

Tutti i ponteggi, le sbatacchiature, le tamponature, le murature di rinforzo, i puntelli a sostegno ed a ritegno e le altre opere necessarie alla conservazione, anche provvisoria, del manufatto ed alla sicurezza ed incolumità degli addetti ai lavori, saranno eseguiti nel rispetto delle norme di sicurezza della buona tecnica costruttiva ed ubicati secondo quanto richiesto dalla D.L.

4.2.2.1 *Ponteggi mobili*

Comprendono: Il montaggio, il nolo per tutto il tempo necessario, lo smontaggio e trasporto, gli spostamenti, il manovratore e carburante dei ponti auto sollevanti, dei cestelli, della piattaforma telescopica articolata auto carrata e dei ponti mobili su ruote, delle relative recinzioni temporanee realizzate in materiali diversi e quant'altro necessario per rendere dette opere perfettamente conformi alla vigente normativa antinfortunistica e in particolare il montaggio e lo smontaggio delle recinzioni temporanee realizzate in materiali diversi durante tutta l'esecuzione dell'opera fino allo smontaggio dei baraccamenti di cantiere e dei materiali di risulta.

L'utilizzo eventuale dei ponteggi mobili ove non previsto in progetto, deve essere specificatamente autorizzato dalla Direzione dei lavori mediante Ordine di Servizio.

Devono intendersi altresì comprese nel corrispettivo a misura e quindi a carico dell'Impresa:

- gli oneri relativi agli adempimenti tecnico amministrativi per l'installazione di ponteggi e recinzioni (disegni dei ponteggi, eventuale progetto, occupazione suolo pubblico, denuncia di impianti di messa a terra ed eventuale protezione dalle scariche atmosferiche, piano di sicurezza, segnalazione notturna, etc.)
- l'eventuale tassa di occupazione del suolo pubblico ed il relativo deposito cauzionale.

4.2.3 Modalità di esecuzione

4.2.3.1 Parapetti

A livello strutturale e dimensionale il parapetto, realizzabile in forme e modi diversi, è una protezione verso il vuoto che serve ad impedire la caduta dall'alto. In senso generale, per parapetto si intende una barriera verticale eretta lungo i bordi esposti di una apertura nel suolo o nelle pareti, di un ripiano o di una piattaforma, avente lo scopo di impedire la caduta di persone. Le caratteristiche ed i requisiti di impiego delle varie tipologie di parapetto sono definite dal D. Lgs. 81/08 e le normative UNI citate all'interno del decreto.

È considerata equivalente ad un parapetto qualsiasi altra protezione, quale muro, parete piena di altro materiale, ringhiera, lastra, grigliato, balaustrata e simili, capace di realizzare condizioni di sicurezza contro la caduta verso i lati aperti non inferiori a quelle richieste ed indicate.

4.2.3.2 Andatoie e passerelle

Servono per accedere ai luoghi più diversi del cantiere, per superare dislivelli o vuoti, per approdare a piani di lavoro posti a quote diverse. Come nel caso delle altre opere provvisorie, vanno dimensionate, realizzate e mantenute a regola d'arte.

La norma impone una larghezza non minore a cm 60 quando sono destinate solo al transito dei lavoratori; per passare a m 1.20 nel caso del trasporto materiali.

La pendenza non deve superare il 50% (altezza pari a non più della metà della lunghezza) anche se il rapporto del 25% è assai più raccomandabile ai fini della sicurezza. Se la lunghezza supera i m 6-8 debbono essere interrotte da pianerottoli di riposo. Per impedire scivolamenti sulle tavole che compongono il piano di calpestio, vanno fissati listelli trasversali a distanza di passo d'uomo carico, vale a dire cm 40 circa. Andatoie e passerelle vanno sempre munite verso il vuoto di parapetto normale con tavola fermapiè (art. 29 D.P.R. 164).

4.2.3.3 Ponti su cavalletti

Possono essere utilizzati esclusivamente per lavori da eseguire al suolo o all'interno degli edifici, soprattutto per opere di muratura, intonacatura e simili. Se di altezza tale da non comportare il rischio di caduta dall'alto è consentito adoperarli senza parapetto. Per altezza si deve intendere quella di possibile caduta e non semplicemente quella del solo cavalletto. L'appaltatore, quindi, sarà tenuto a montare il parapetto anche nei ponti

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

su cavalletti di altezza inferiore a m 2 installati però in prossimità di un dislivello che renda l'altezza della possibile caduta superiore a questa misura.

Sarà tassativamente proibito:

- installarli sugli impalcati del ponteggio;
- realizzare un ponte con più ponti su cavalletti sovrapposti;
- far sostenere il peso delle tavole che compongono il piano di lavoro da appoggi di fortuna, quali pile di mattoni, sacchi di materiale, scale a pioli.

L'appoggio dei cavalletti deve sempre essere garantito da un pavimento o piano solido, compatto e livellato. I piedi dei cavalletti, per conferire maggiore stabilità all'insieme, devono essere irrigiditi con tiranti e diagonali e con quando altro è necessario. Per livellare gli appoggi si deve ricorrere a spessori in legno e non a mattoni o a blocchi di cemento.

La massima distanza consentita fra due cavalletti con tavole da m 4 di cm 30 x 5 è di m 3,60. Per la maggiore sicurezza l'appaltatore dovrà utilizzare in ogni modo un terzo elemento di sostegno centrale; quest'ultimo sarà obbligatorio ove si utilizzino tavole con sezioni inferiori. Senza il terzo cavalletto, infatti, le tavole vengono sollecitate al limite della resistenza.

4.2.3.4 Ponti a sbalzo (eventuali)

Nei casi in cui particolari esigenze non permettano l'impiego di un normale ponteggio con montanti poggiati al suolo, l'appaltatore potrà ricorrere all'uso dei cosiddetti ponti a sbalzo solo a condizione che la loro costruzione risponda a rigorosi criteri tecnici, garantendone la solidità, la stabilità e la sicurezza (art. 25 D.P.R. 164).

Per quelli realizzati in legno l'appaltatore utilizzerà i seguenti criteri costruttivi:

- intavolato compatto con parapetto pieno;
- larghezza non maggiore di cm 1,20;
- traversi di sostegno efficacemente ancorati a parti sicure e stabili dell'edificio, poggiati su strutture resistenti e rigidamente collegati fra loro per impedire qualsivoglia spostamento.

Per le mensole metalliche utilizzerà gli stessi principi di assoluta sicurezza, a condizione che gli elementi fissi portanti risultino applicati alla costruzione con bulloni passanti, trattenuti dalla parte interna da dadi e controdadi su piastra o da una chiavella, oppure con altri dispositivi che offrano piena garanzia di resistenza (art. 26 D.P.R. 164).

Per realizzare questo tipo di ponteggio a sbalzo l'appaltatore dovrà elaborare una specifica relazione di calcolo. L'appaltatore dovrà impedire il transito o lo stazionamento sotto i ponti a sbalzo oppure dovrà proteggerlo con l'adozione di misure o di cautele adeguate come, ad esempio, una robusta mantovana aggettante verso l'esterno all'altezza del solaio di copertura del piano terreno (art. 5 D.P.R. 164).

4.2.3.5 Puntelli

Sono organi strutturali destinati al sostegno provvisorio totale o parziale delle masse murarie fatiscenti. Potranno essere costruiti in legname, ferro e in calcestruzzo di cemento armato, con travi unici o multipli allo scopo di assolvere funzioni di sostegno e di ritegno.

Per produrre un'azione di sostegno, l'appaltatore, secondo le prescrizioni di progetto, adotterà la disposizione ad asse verticale semplice o doppia, mentre per quella di ritegno affiderà l'appoggio dei due ritti ad un traverso analogo a quello superiore allo scopo di fruire, nel consolidamento provvisorio, del contributo del muro. Nell'azione di ritegno dovrà adottare, in base alla necessità del caso, la disposizione ad asse inclinato o a testa aderente oppure orizzontale o lievemente inclinata.

La scelta del tipo di puntellamento da adottare sarà fatta secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto o ordinato dalla D.L.

Se la massa presidiata per il degrado causato dal dissesto e per anomalie locali non sarà stimata capace di offrire efficace contrasto all'azione localizzata delle teste, dovranno essere adottate tutte le precauzioni ritenute opportune dalla D.L.

Al piede del puntello sarà necessario creare una sede ampia capace di abbassare quanto più possibile i carichi unitari sul terreno al fine di rendere trascurabili le deformazioni.

Nei puntelli di legname verrà, quindi, disposta una platea costituita sia da travi di base che da correnti longitudinali e trasversali. In quelli di cemento armato verrà adottato un plinto disposto sulla muratura.

4.2.4 Criteri di misurazione

Le armature, puntellature, sbadacchiature, casseri, impalcature, ponteggi e tutte le opere provvisorie di qualunque genere, metalliche od in legname, comunque occorrenti per l'esecuzione di ogni genere di lavoro, dovranno essere realizzate in modo da impedire qualsiasi deformazione di esse e delle opere che debbono sostenere; l'esecuzione, gli spostamenti e lo smontaggio delle predette opere dovranno essere effettuati a cura e spese dell'Appaltatore. La misurazione verrà effettuata a mq di facciata da realizzare;

Il dimensionamento ed il calcolo statico delle opere provvisorie dovranno risultare da apposito progetto da eseguirsi a cura e spese dell'Appaltatore, che dovrà essere consegnato al Direttore dei Lavori prima dell'esecuzione, ciò in particolare per quanto riguarda ponteggi, sostegni provvisori, sbadacchiature.

4.2.5 Criteri di accettazione

L'Appaltatore, in ogni caso, rimane il solo responsabile dei danni alle persone, alle cose, alle proprietà pubbliche e private ed ai lavori per la mancanza od insufficienza delle opere provvisorie, alle quali dovrà provvedere di propria iniziativa ed adottando tutte le cautele necessarie.

Col procedere dei lavori l'Appaltatore potrà recuperare i materiali impiegati nelle opere provvisorie, procedendo, sotto la sua responsabilità, al disarmo di esse come sopra specificati.

Quei materiali che per qualunque causa od a giudizio del Direttore dei Lavori non potessero essere tolti d'opera senza menomare la buona riuscita dei lavori, o che andassero comunque perduti, dovranno essere abbandonati senza che per questo, se non altrimenti disposto, spetti all'Appaltatore alcun compenso.

Le stesse norme e responsabilità valgono per i macchinari, mezzi d'opera, attrezzi e simili, impiegati dall'Appaltatore per l'esecuzione dei lavori, o comunque esistenti in cantiere.

5 MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO E PRESCRIZIONI SPECIALI

I lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte con l'impiego di materiali della migliore qualità, di pieno gradimento della Direzione dei Lavori, ottemperando a tutte le istruzioni e prescrizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla stessa Direzione dei Lavori in modo che le opere corrispondano perfettamente a tutte le condizioni di progetto e di Capitolato Speciale d'Appalto.

In particolare, per le diverse categorie di lavoro, si prescrive quanto segue.

5.1 MOVIMENTI DI TERRA

5.1.1 Definizioni e classificazioni

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

- Diserbamento e scorticamento;
- Scavi;
- Rinterri;
- Rilevati.

Nei paragrafi seguenti sono definite le prescrizioni relative a ciascuna categoria di lavoro nonché le prescrizioni ed oneri di carattere generale ed i controlli da eseguire.

5.1.2 Prescrizioni tecniche particolari

5.1.2.1 Diserbamento e scorticamento

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi.

Lo scorticamento consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua.

Nella esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà attenersi a quanto segue:

- il diserbamento e lo scorticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato;
- tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito;

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

- Il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dalla D.L., previo ordine di servizio, potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica.

Rimane comunque categoricamente vietata la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati.

La larghezza dello scorticamento ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni che saranno date dalla D.L. in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scorticamento sarà stabilito di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano campagna e sarà ottenuto praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate anche con l'ausilio di prove di portanza.

5.1.2.2 Scavi

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata all'impianto di opere costituenti il nastro stradale e le sue pertinenze, quali:

- impianti di rilevati;
- impianti di opere d'arte;
- cunette, accessi, passaggi e rampe, etc.

Gli scavi si distinguono in:

- scavi di sbancamento;
- scavi di fondazione.

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici e, ove previsto, con l'impiego di esplosivi.

Nella esecuzione dei lavori di scavo l'Impresa dovrà scrupolosamente rispettare le prescrizioni assumendosene l'onere, e farsi carico degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo:

Profilare le scarpate degli scavi con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, la cui stabilità dovrà essere accertata con apposite verifiche geotecniche a carico dell'Impresa.

Rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo quote e pendenze di progetto.

Se il fondo degli scavi risultasse smosso, l'Impresa compatterà detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (Prova di compattazione AASHO modificata) (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).

Se negli scavi si superano i limiti assegnati dal progetto, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, ripristinare i volumi scavati in più, utilizzando materiali idonei.

Eseguire, ove previsto dai documenti di progetto e/o richiesto dalla D.L., scavi campione con prelievo di saggi e/o effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche (a totale carico dell'impresa).

Recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di scavo.

Provvedere, a proprie cure e spese, con qualsiasi sistema (paratie, palancolate, sbadacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti degli scavi, in accordo a quanto prescritto dai documenti di progetto, ed in conformità alle norme di sicurezza e compensate con i prezzi relativi (sicurezza).

Adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione, etc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrato di qualsiasi natura; inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o provvisoriamente deviate.

Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della D.L., prima di procedere a fasi di lavoro successive o ricoprimenti.

In caso di inosservanza la D.L. potrà richiedere all'Impresa di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso.

Nel caso di impiego di esplosivi, saranno a carico dell'Impresa:

- Il rispetto delle Leggi e normative vigenti, la richiesta e l'ottenimento dei permessi delle competenti Autorità.
- Polvere, micce, detonatori, tutto il materiale protettivo occorrente per il brillamento delle mine, compresa l'esecuzione di fori, fornelli, etc.
- Mezzi, materiali e personale qualificato occorrente, per l'esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme di sicurezza vigenti.
- Coordinamento nei tempi di esecuzione, in accordo al programma di costruzione e nel rispetto dei vincoli e delle soggezioni derivanti dalle altre attività in corso e dalle situazioni locali.

I materiali provenienti dagli scavi, in genere, dovranno essere reimpiegati nella formazione dei rilevati o di altre opere in terra.

Il reimpiego sarà subordinato all'esito di prove di idoneità, eseguite a cura dell'Impresa, e sotto il controllo della D.L..

I materiali ritenuti idonei dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Impresa, al reimpiego o, ove necessario, in aree di deposito e custoditi opportunamente.

Se necessario saranno trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti norme secondo necessità, ripresi e trasportati nelle zone di utilizzo.

I materiali, che, invece, risulteranno non idonei al reimpiego, dovranno essere trasportati, a cura e spesa dell'Impresa, a rifiuto nelle discariche indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della D.L. (ordine di servizio), fatte salve le vigenti norme di legge e le autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio e dell'ambiente.

L'Impresa, a sua cura e spesa, dovrà ottenere la disponibilità delle aree di discarica e/o di deposito, dei loro accessi, e dovrà provvedere alle relative indennità, nonché alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali di discarica secondo quanto previsto in progetto e/o prescritto dall'Ente Concedente la discarica.

Scavi di sbancamento

Sono così denominati i movimenti terra di grande entità eseguiti generalmente all'aperto senza particolari limitazioni sia fuori che in acqua, ovvero gli scavi non chiusi ed occorrenti per:

- ☐ apertura della sede stradale;
- ☐ apertura dei piazzali e delle opere accessorie;
- ☐ gradonature di ancoraggio dei rilevati su pendenze superiori al 20%;
- ☐ bonifica del piano di posa dei rilevati;
- ☐ spianamento del terreno;
- ☐ impianto di opere d'arte;
- ☐ taglio delle scarpate di trincee o rilevati;
- ☐ formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali;

Scavi di fondazione

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

Questo piano sarà determinato, a giudizio della D.L., o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia della accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della D.L., spinti alla necessaria profondità, fino al rinvenimento del terreno avente la capacità portante prevista in progetto.

I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali o disposti a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate; le pareti saranno verticali od a scarpa.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, ma in tal caso non saranno computati né il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza né il conseguente maggior volume di riempimento.

É vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la D.L. abbia verificato ed accettato i piani di fondazione.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiali idonei dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (S.O. alla G.U. 1/6/1988n. 127; Circ. Serv. Tecnico Centrale LL. PP. del 24/09/1988 n° 30483) e successivi aggiornamenti.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi.

Provvederà, a sua cura e spesa, a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse così al regolatore deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori; analogamente l'Impresa dovrà adempiere agli obblighi previsti dalle leggi (decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 e successivi aggiornamenti ed integrazioni, leggi regionali emanate in applicazione del citato decreto) in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché all'eventuale trattamento delle acque.

5.1.2.3 Rinterri

Per rinterri si intendono i lavori di:

- bonifica di zone di terreno non idoneo, al disotto del piano di posa di manufatti e rilevati, effettuata mediante sostituzione dei terreni esistenti con materiale idoneo;
- riempimento di scavi relativi a fondazioni, trincee, cunicoli, pozzetti, etc. eseguiti in presenza di manufatti;
- sistemazione superficiale eseguita con o senza apporto di materiale.

Rinterri

Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 (UNI-CNR 10006) opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7;

Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrate e cavi elettrici sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni).

In linea di massima i materiali da utilizzare in detti rinterri saranno specificati sui disegni costruttivi.

Sistemazione superficiale

La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 (UNI-CNR 10006), con spandimento a strati opportunamente compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta con energia AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto.

Il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7.

5.1.2.4 Rilevati (eventuali)

Con il termine "rilevati" sono definite tutte le opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali, nonché il piano d'imposta delle pavimentazioni.

Formazione del rilevato - Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali

Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavori:

- Rilevati stradali;
- Rilevati realizzati in terra rinforzata;

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme CNR 10006.

Rilevati stradali (eventuali)

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto e non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale (sottofondo). Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria.

Impiego di terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7.

Per l'ultimo strato di 30 cm dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A1-a e A3 (per le terre appartenenti al gruppo A3 vale quanto già detto in precedenza).

I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo, non essere di natura argillo-scistosa nonché alterabili o molto fragili.

L'impiego di rocce frantumate è ammesso nella restante parte del rilevato, se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime non eccedenti i 20 cm, nonché di soddisfare i requisiti già precedentemente richiamati.

Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato.

Il materiale a pezzatura grossa (compreso tra i 7,1 ed i 20 cm) deve essere di pezzatura disuniforme e non deve costituire più del 30% del volume del rilevato; in particolare dovrà essere realizzato un accurato intasamento dei vuoti, in modo da ottenere, per ogni strato, una massa ben assestata e compattata.

Nel caso si utilizzino rocce tufacee, gli scapoli dovranno essere frantumati completamente, con dimensioni massime di 10 cm.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una massa volumica del secco pari o superiore al 90% della massa volumica del secco massima individuata dalle prove di compattazione AASHO Mod. (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), e/o un modulo di deformabilità non minore di 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso

tra 0.05 e 0.15 N/mm²) (CNR 146 - 1992) , salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione, che dovrà presentare un grado di costipamento pari o superiore al 95% e salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate, in sede di progettazione, dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e della pavimentazione stradale in trincea, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 – 0,25 da N/mm² sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale sia in rilevato che in trincea;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 – 0,15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione stradale;
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 – 0,15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali che differenziali, e del loro decorso nel tempo.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli

Su ciascuna sezione trasversale i materiali impiegati per ciascuno strato dovranno essere dello stesso gruppo.

Nel caso di rilevati aventi notevole altezza, dovranno essere realizzate banchine di scarpata della larghezza di 2 m a quota idonea e comunque ad una distanza verticale dal ciglio del rilevato non superiore a 6 m.

Le scarpate dovranno avere pendenze non superiori a quelle previste in progetto ed indicate nei corrispondenti elaborati.

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di appoggio dei rilevati superiori ai 15 cm, l'Impresa sottoporrà alla D.L. un piano per il controllo dell'evoluzione dei cedimenti.

La posa in opera delle apparecchiature necessarie a tale scopo e il rilevamento dei cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'impresa in accordo con la D.L..

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

La costruzione del rilevato dovrà essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo da scontare, terminati i lavori, non sia superiore al 10% del cedimento teorico a fine consolidazione e comunque non superiore ai 5 cm.

Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà procedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (1% - 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

Nel caso di allargamento di un rilevato esistente, si dovrà ritagliare, con ogni cautela, a gradoni orizzontali il terreno costituente il corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, con la cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (altezza massima 50 cm) la stesa del corrispondente nuovo strato, di analoga altezza ed il suo costipamento, consentendo nel contempo l'eventuale viabilità del rilevato esistente. L'operazione di gradonatura sarà preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale a protezione del rilevato esistente, che sarà accantonato se ritenuto idoneo o portato a rifiuto se inutilizzabile.

Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della coltre vegetale superficiale, sarà accantonato se ritenuto idoneo e riutilizzato per la costruzione del nuovo rilevato, o portato a rifiuto se inutilizzabile.

Impiego di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7

Saranno impiegate terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7, solo se provenienti dagli scavi e previste nel progetto.

Il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati, soltanto al di sotto di 2,0 m dal piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale, previa predisposizione di uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.

Il grado di costipamento e la umidità con cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati dall'Impresa e sottoposti alla approvazione della Direzione Lavori, attraverso una opportuna campagna sperimentale.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm ed il materiale dovrà essere convenientemente disaggregato.

Impiego di terre appartenenti ai gruppi A4, A5, A6, A7

Per quanto riguarda le terre provenienti 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 (a calce e/o cemento), attraverso una opportuna campagna sperimentale.

I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione dei Lavori solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm.

Generalità

Fintanto che non siano state esaurite, per la formazione dei rilevati, tutte le disponibilità dei materiali idonei proveniente dagli scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria, le eventuali cave di prestito che l'Impresa volesse aprire, ad esempio per economia dei trasporti, saranno a suo totale carico. L'Impresa non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione dei rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi di trincea, opere d'arte ed annessi stradali, qualora, pur 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 precedentemente riportato, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Impresa potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione dei Lavori.

È fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali per la costruzione dei rilevati, alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali dal Centro Sperimentale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altri Laboratori ufficiali, sempre a spese dell'Impresa.

Solo dopo che vi sia stato l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato. L'accettazione della cava da parte della Direzione dei Lavori non esime l'Impresa 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'Impresa, 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 a quanto è prescritto dall'art. 202 del T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n. 1265 e delle 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.

COSTRUZIONE DEL RILEVATO (EVENTUALE)

Formazione dei piani di posa dei rilevati e della sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato (sottofondo).

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e della sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) (CNR 146 - 1992) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 – 0,25 N/mm² sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale (sottofondo) sia in rilevato sia in trincea;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 – 0,15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m al di sotto di quello della fondazione della pavimentazione stradale;
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 – 0,15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali, sia differenziali, e del loro decorso nel tempo.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate con prove rigorose che dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali a comportamento “instabile” (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) per i quali la determinazione del modulo di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature ecc.). Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sopra indicati sarà ottenuto compattando il fondo dello scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto.

A rullatura eseguita la massa volumica in sito dovrà risultare come segue:

- almeno pari al 90% della massa volumica massima AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), sul piano di posa dei rilevati;
- almeno pari al 95% della massa volumica massima AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.

Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura e non si pervenisse a valori del modulo di deformazione accettabili e compatibili con la funzionalità e la sicurezza del manufatto la Direzione Lavori, sentito il Progettista, potrà ordinare un intervento di bonifica di adeguato spessore, con l'impiego di materiali idonei adeguatamente miscelati e compattati.

Strato di transizione (Rilevato-Terreno)

Quando previsto in progetto, in relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato, allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato, verrà eseguita:

- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- la stesa di uno strato di geotessile “non tessuto”.

Strato granulare anticapillare

Lo strato dovrà avere uno spessore compreso tra 0,3-0,5 m; sarà composto di materiali aventi granulometria assortita da 2 a 50 mm, con passante al vaglio da 2 mm non superiore al 15% in peso e comunque con un passante al vaglio UNI 0,075 mm non superiore al 3%.

Il materiale dovrà risultare del tutto esente da componenti instabili (gelivi, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati.

Telo Geotessile “tessuto non tessuto”

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto in polipropilene.

Il geotessile dovrà essere del tipo “a filo continuo” prodotto per estrusione del polimero. Dovrà essere composto al 100% da polipropilene di prima scelta (con esclusione di fibre riciclate), agglomerato con la metodologia dell'agugliatura meccanica, al fine di evitare la termofusione dei fili costituenti la matrice del geotessile.

Non dovranno essere aggiunte, per la lavorazione, resine o altre sostanze collanti.

POLIPROPILENE

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – “Manutenzione viabilità di quartiere terraferma”
 nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
 Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

Massa volumica (g/cm ³)	0,90
Punto di rammollimento (K)	413
Punto di fusione (K)	443 ÷ 448
Punto di umidità % (al 65% di umidità relativa)	0,04
Resistenza a trazione (N/5 cm)	1900

Il geotessile dovrà essere imputrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si instaurano nel terreno, all'azione dei microrganismi ed essere antinquinante.

Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d'impiego.

Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare.

Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale.

I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

Stesa dei materiali

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%. In presenza di strati di rilevati rinforzati, o di muri di sostegno in genere, la pendenza trasversale sarà contrapposta ai manufatti.

Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore dello strato sciolto di ogni singolo strato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle modalità di compattazione e della finalità del rilevato.

Lo spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 o con rocce frantumate;
- 40 cm per rilevati in terra rinforzata;
- 30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7.

Per i rilevati eseguiti con la tecnica della terra rinforzata e in genere per quelli delimitati da opere di sostegno rigide o flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno.

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ($\pm 1,5\%$ circa) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHO Modificata (CNR 69 - 1978).

Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione; se inferiore, l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, una energia costipante tale da assicurare il raggiungimento del grado di costipamento prescritto e previsto per ogni singola categoria di lavoro.

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.

Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma. In presenza di paramenti flessibili e murature laterali, la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.

Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili non dovranno essere scaricate direttamente a ridosso delle murature, ma dovranno essere depositate in loro vicinanza e successivamente predisposte in opera con mezzi adatti, per la formazione degli strati da compattare.

Si dovrà inoltre evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di realizzazioni in muratura che non abbiano raggiunto le sufficienti caratteristiche di resistenza.

Nel caso di inadempienza delle prescrizioni precedenti sarà fatto obbligo all'appaltatore, ed a suo carico, di effettuare tutte le riparazioni e ricostruzioni necessarie per garantire la sicurezza e la funzionalità dell'opera.

Inoltre si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti della terra rinforzata o flessibili in genere.

A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

A ridosso delle murature dei manufatti la D.L. ha facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante miscelazione in sito del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.

Il cemento sarà del tipo normale ed in ragione di 25-50 kg/m³ di materiale compattato.

La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento in funzione della granulometria del materiale da impiegare.

La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della massa volumica del secco massima, ottenuta con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978), (CNR 22 - 1972), procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.

Tale stabilizzazione a cemento dei rilevati dovrà interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sarà a forma trapezia avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a $2,00\text{ m} + \frac{3}{2}h$ e l'altezza h coincidente con quella del rilevato.

Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di 30 cm di spessore, da stendere a cordoli orizzontali opportunamente costipati seguendo dappresso la costruzione del rilevato e ricavando gradoni di ancoraggio, salvo il caso che il rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso, nel quale detti gradoni non saranno necessari, e che sia tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso.

La semina dovrà essere eseguita con semi (di erbe ed arbusti tipo ginestra e simili), scelti in relazione al periodo di semina ed alle condizioni locali, si da ottenere i migliori risultati.

La semina dovrà essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

Si potrà provvedere all'inerbimento mediante sistemi alternativi ai precedenti, purché concordati con la Direzione Lavori.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'impresa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

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

Nel caso di sospensione della costruzione del rilevato, alla ripresa delle lavorazioni, la parte di rilevato già eseguita dovrà essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione in genere che vi si fosse insediata, dovrà inoltre essere aerata, praticandovi dei solchi per il collegamento dei nuovi materiali come quelli finora impiegati e dovranno essere ripetute le prove di controllo delle compattazioni e della deformabilità.

Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere solo del tipo A_6 e A_7 .

Restano ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

Condizioni climatiche

La costruzione di rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es.: pietrame). Nella esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto

della frazione coesiva si procederà, per il costipamento, mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.

Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

Dreni

Omissis

Dreni verticali prefabbricati

Omissis

Dreni in sabbia

Omissis

Dreni verticali prefabbricati - modalità esecutive -

Omissis

Dreni in sabbia - modalità esecutive -

Omissis

Rilevati Speciali - Sperimentali

Con il termine “rilevati speciali” sono definite tutte le opere realizzate con materiali naturali o artificiali, destinate a formare alcune parti del corpo stradale.

Si distinguono in:

- a) rilevati in terra stabilizzata/migliorata;
- b) rilevati con materiali riciclati.

Rilevati in terra stabilizzata/migliorata e consolidamento piano di appoggio (eventuali)

Terra stabilizzata a calce

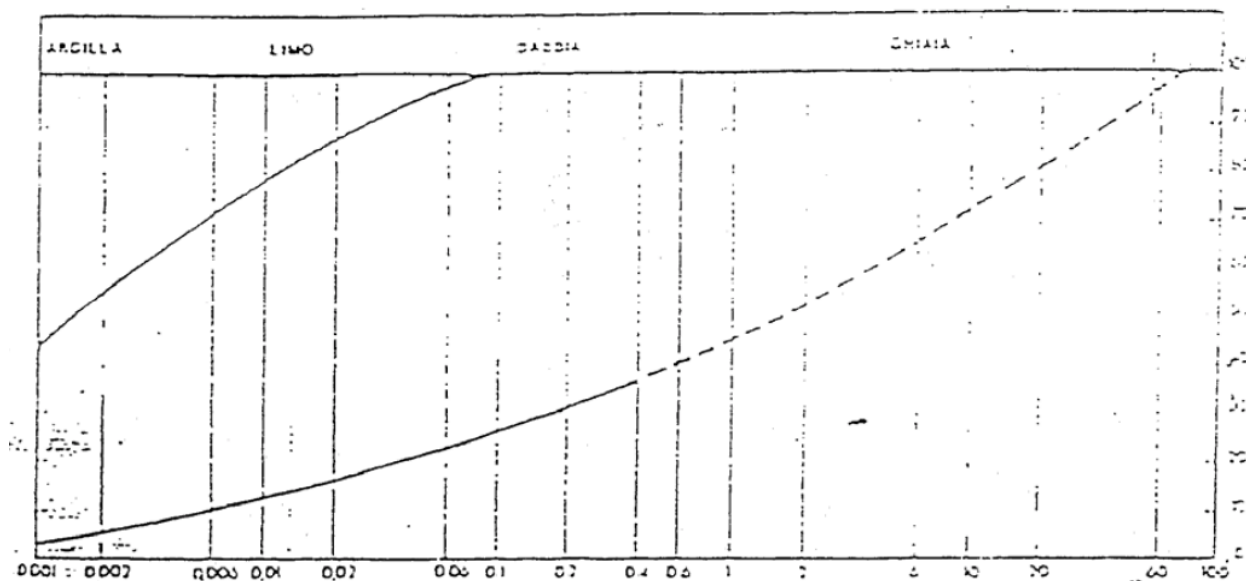
La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da terra, calce viva od idrata e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo (CNR 36 - 1973).

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a calce deve essere di tipo limo-argilloso ed avere indice di plasticità normalmente maggiore o uguale a 10.

Possono essere stabilizzate a calce anche terre ghiaioso-argillose, ghiaioso-limose, sabbioso-argillose e sabbioso-limose (tipo A2-6 e A2-7) qualora presentino una frazione di passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35%.

Possono essere trattate con calce anche le “vulcaniti vetrose” costituite da rocce pozzolaniche ricche di silice amorfa reattiva.

La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato (CNR 36 - 1973):



Il diametro massimo degli elementi viene definito in funzione dell'impiego della miscela (CNR n.36 - 1973).

Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

Inoltre le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

La calce idrata dovrà essere conforme alle norme per l'accettazione delle calci di cui alle disposizioni vigenti.

La quantità di acqua e di calce con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento ed eventualmente a prove di rottura a compressione, nonché a qualsiasi altra prova necessaria per una adeguata caratterizzazione (CNR 36/73).

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

Esso dovrà essere determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di calce, permettendo di definire come variano con la quantità di calce i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a

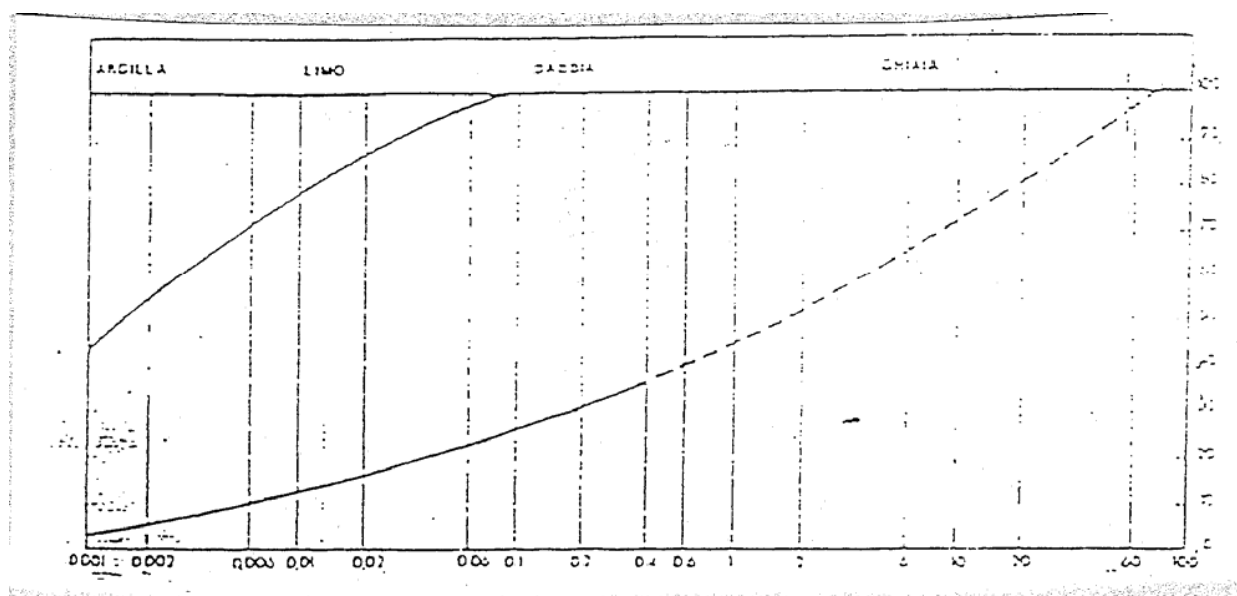
compressione. Noti questi valori, la D. L. definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in calce.
- il suo tenore in calce sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

Terra stabilizzata a cemento (eventuale)

La terra stabilizzata a cemento è una miscela composta da terra, cemento e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo. Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a cemento deve essere di tipo sabbioso, ghiaioso, sabbioso-limoso e/o argilloso, ghiaioso-limoso e/o argilloso e limoso, ed avere indice di plasticità normalmente minore di 15.

Possono essere trattati a cemento anche materiali friabili o profondamente alterati, purché riconducibili con un adeguato trattamento alle volute funzioni portanti. La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato:



Il diametro massimo degli elementi dovrà essere definito in funzione dell'impiego della miscela, preferibilmente dovrà essere inferiore ai 50 mm.

Il passante al setaccio 0,075 mm non deve superare il 50%.

Il tipo di cemento da impiegare dovrà essere del tipo Portland 32,5.

Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

Inoltre le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

La quantità di acqua e di cemento con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento e prove di rottura a compressione ed a qualsiasi altra prova che si ritenga necessaria.

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

Esso viene determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di cemento, permettendo di definire come variano con la quantità di cemento i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori, la D. L. definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in cemento.
- il suo tenore in cemento sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

Piano di appoggio del rilevato

Il trattamento in sito dei terreni di appoggio di rilevato, trattati con i suddetti leganti (calce o cemento) deve essere tale da garantire le caratteristiche di portanza previste dal progetto e comunque non inferiori a:

Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri:

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa, nell'intervallo di carico tra 0,15 – 0,25 N/mm², (CNR 146 - 1992);

Per altezza di rilevato oltre i 2 metri

il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0,05 – 0,15 N/mm² (CNR 146 - 1992);

Piano di appoggio della sovrastruttura (sottofondo)

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR all'umidità ottima (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico tra 0,15 – 0,25 N/mm²

Rilevati

I rilevati con materiali corretti, potranno essere eseguiti dietro ordine delle D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

Le caratteristiche di portanza delle terre stabilizzate con i leganti (calce o cemento), devono essere quelle previste dal progetto e comunque non inferiori a:

Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri:

il valore minimo prescritto per l'indice CBR (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa, nell'intervallo di carico compreso tra 0,15 – 0,25 N/mm² (CNR 146 - 1992);

Per altezza di rilevato oltre i 2 metri:

Omissis

Resistenza al gelo

Nel caso in cui la terra debba essere impiegata in zone in cui l'azione del gelo non è occasionale, si debbono porre in atto ulteriori indagini e provvedimenti suggeriti dalle condizioni locali d'impiego onde evitare l'ammaloramento del materiale in opera per effetto del gelo. Un aumento del dosaggio del legante può risultare utile a questo scopo.

Modalità di lavorazione

La stabilizzazione dei terreni con leganti implica il miglioramento delle caratteristiche della terra; i requisiti di idoneità della miscela ottenuta verranno accertate mediante prove di resistenza a compressione o prove di carico, e qualsiasi altra prova necessaria.

I procedimenti di riabilitazione o di stabilizzazione dei terreni argillosi con calce potranno avvenire con trattamento in sito (impianti mobili) oppure predisponendo le miscele da porre in opera in adeguati impianti fissi; comunque la miscela, una volta stesa, dovrà presentarsi uniformemente mescolata ed opportunamente umidificata secondo l'umidità ottima determinata mediante la relativa prova di laboratorio, e comunque non maggiore dell'1,5% dell'ottimo indicato dalla D.L..

La suddetta umidità dovrà essere determinata a miscela posta in opera e sarà determinata in sito mediante metodologie rapide definite dalla D. L..

Inoltre tale umidità dovrà essere mantenuta costante sino al termine delle operazioni di posa in opera.

Il singolo strato non dovrà avere spessore superiore ai 30 cm

Tutti i processi dovranno comunque essere preventivamente approvati dalla D.L. e dovranno essere realizzati dall'Impresa sotto le disposizioni della stessa D.L..

Il trattamento in sito, eseguito sotto il controllo e le direttive della D.L., dovrà prevedere le seguenti fasi operative:

- scarificazione ed eventuale polverizzazione con ripper di motolivellatrici o con lame scarificatrici ed erpici a disco;
- spandimento del cemento in polvere mediante adatte macchine spanditrici; tale spandimento dovrà essere effettuato esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa; si dovrà impedire a qualsiasi macchinario, eccetto quello necessario che verrà impiegato per la miscelazione, di attraversare la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante, fino a quando questo non sia stato miscelato con il terreno.
- Il quantitativo necessario al trattamento dell'intero strato, sarà distribuito in maniera uniforme sulla superficie ed in maniera da risultare soddisfacente al giudizio della D. L.;
- mescolazione con adeguati mescolatori ad albero orizzontale rotante. Il numero di passate dipende dalla natura del suolo e dal suo stato idrico. Si dovrà inoltre garantire un adeguato periodo di maturazione della miscela, da determinarsi di volta in volta a seconda della natura dei terreni.

L'Impresa dovrà garantire una adeguata polverizzazione della miscela, che si considera sufficiente quando l'80% del terreno, ad esclusione delle porzioni lapidee, attraversa il setaccio 4 UNI (apertura di 4,76 mm). Nel caso in cui le normali operazioni di mescolazione non dovessero garantire questo voluto grado di polverizzazione, l'Impresa dovrà procedere ad una preventiva polverizzazione della terra, affinché si raggiungano tali requisiti nella miscelazione dell'impasto.

- compattazione e finitura con rulli a "piedi di montone", che precedono i passaggi di rulli gommati pesanti e/o rulli lisci vibranti. La sagomatura finale dovrà essere operata mediante motolivellatrice.

La velocità di compattazione dovrà essere tale da far sì che il materiale in oggetto venga costipato prima dell'inizio della presa del legante.

Nella stabilizzazione a cemento, dopo il costipamento, si dovrà predisporre un adeguato strato di protezione per la maturazione, evitando di disturbare lo strato nella fase di presa per almeno 24 ore.

Le operazioni di trattamento e posa in opera della terra stabilizzata dovranno essere effettuate in condizioni climatiche tali da garantire il voluto contenuto di acqua determinato attraverso la campagna sperimentale preliminare, ed inoltre si richiede per la posa in opera una temperatura minima di 7 °C.

Al termine della giornata di lavoro, e comunque in corrispondenza delle interruzioni delle lavorazioni, si dovrà predisporre, in corrispondenza della parte terminale dello strato, una traversa al fine di far sì che anche porzione risulti soddisfacentemente costipata nonché livellata.

Il trattamento effettuato con adeguati impianti fissi o mobili dovrà essere approvato preventivamente dalla D.L., la quale potrà intervenire con opportune direttive, variazioni e/o modifiche durante la posa in opera dei materiali.

Rilevati con materiali riciclati da:

- ☐ rifiuti speciali da demolizione edile
- ☐ rifiuti speciali industriali - scorie.

Rifiuti speciali da demolizione edile (eventuali)

In alternativa ai materiali naturali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006 può essere previsto, nella costruzione di rilevati, l'impiego di inerti provenienti da recupero e riciclaggio di materiali edili e di scorie industriali.

I rilevati con materiali riciclati potranno essere eseguiti previa autorizzazione della D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.

E' comunque vietato l'utilizzo diretto dei materiali provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi ai sensi del D.P.R. 10-9-1982 n. 915 e seguenti, e del Decreto Legislativo n° 22 del 5/02/1997 e successive modifiche ed integrazioni.

L'uso di tali materiali è consentito previo loro trattamento in appositi impianti di riciclaggio autorizzati secondo la normativa di Legge vigente.

Gli impianti di riciclaggio dovranno essere costituiti da distinte sezioni di trattamento, attraverso fasi meccanicamente e tecnologicamente interconnesse di macinazione, vagliatura, selezione granulometrica e separazione dei materiali ferrosi, legnosi, e delle frazioni leggere, nonché delle residue impurità, per la selezione dei prodotti finali.

Gli impianti dovranno comunque essere dotati di adeguati dispositivi per la individuazione di materiali non idonei. Dovrà essere preventivamente fornita alla D.L. oltre all'indicazione dell'impianto o degli impianti di produzione, con la specifica delle caratteristiche delle modalità operative riferite sia alla costanza di qualità del prodotto, sia ai sistemi di tutela da inquinanti nocivi, una campionatura significativa del materiale prodotto e le eventuali certificazioni relative a prove sistematiche fatte eseguire su materiali.

Il materiale dovrà comunque rispondere alle specifiche tecniche di seguito riportate.

Il materiale fornito dovrà avere pezzatura non superiore a 71 mm. e dovrà rientrare nel fuso granulometrico di seguito riportato. Serie Crivelli e Setacci UNI	passante % in peso
<i>Crivello 71</i>	<i>100</i>
<i>Crivello 40</i>	<i>75-100</i>
<i>Crivello 25</i>	<i>60-87</i>
<i>Crivello 10</i>	<i>35-67</i>

Setaccio 2	15-40
Setaccio 0,04	7-22
Setaccio 0,075	2-15

I componenti lenticolari non dovranno essere (definite come in BU CNR n° 95/84) in quantità superiore al 30%;
Devono essere assenti sostanze organiche (UNI 7466/75 II parte) o contaminanti, ai sensi del
D.P.R. 10.9.1989 n° 915 pubblicato sulla G.U. n°343 del 15.12.82

Prove di prequalificazione del materiale:

- determinazione della percentuale di rigonfiamento, che dovrà essere, secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009), inferiore a 1%;
- prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;
- verifica della sensibilità al gelo (CNR 80/1988 Fasc. 4 art. 23 modificato), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A); sarà ritenuto idoneo il materiale con sensibilità al gelo $G \leq 30$.

Per la posa in opera si dovrà procedere alla determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante procedimento AASHO modificato (CNR 69 - 1978) e per la stesa del materiale si dovrà procedere per strati di spessore compreso fra 15 a 30 cm, secondo le indicazioni della D.L., costipati per mezzo di rulli vibranti di tipo pesante.

Il materiale dovrà essere scaricato in cumuli estesi e immediatamente sottoposto ad una prima umidificazione, per evitare la separazione delle parti a diversa granulometria, non essendo presente di norma la umidità naturale. L'umidità da raggiungersi non dovrà essere inferiore al 7-8 %.

Il materiale dovrà essere posto in opera mediante motolivellatore (Grader), o con altro mezzo idoneo, di adeguata potenza, in maniera da evitare comunque la separazione dei componenti di pezzatura diversa, e adeguatamente rullato a umidità ottimale.

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) (CNR 146 - 1992) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 – 0,25 N/mm² sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale in rilevato;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 – 0,15 N/mm², sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m, al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale;
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 – 0,15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.

Per i suddetti materiali valgono le stesse prescrizioni di grado di costipamento già specificato per le terre.

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

Rifiuti speciali industriali – scorie (eventuali)

Sempre in alternativa ai materiali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006 può essere previsto nella costruzione di rilevati l'impiego di materiali provenienti da scorie industriali - loppe d'altoforno, esclusivamente di nuova produzione e comunque non sottoposte a periodi di stoccaggio superiori ad un anno.

I rilevati con scorie industriali potranno essere eseguiti dietro ordine della D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.

Le caratteristiche dei rifiuti debbono essere rispondenti alle prescrizioni del Decreto Legislativo n° 22 del 5/02/1997 e successive modifiche ed integrazione e quindi corrispondenti a tutte le prescrizioni contenute nelle direttive CEE, sui rifiuti in genere (CEE 91/156) e sui rifiuti pericolosi (CEE 91/689).

In conformità dell'art. 4 del D.L. n°22 del 5/02/1997, viene favorito il reimpiego ed il riciclaggio di detti rifiuti previ accordi e convenzioni con i soggetti produttori interessati al reimpiego di dette materie, al fine di stabilire anche una positiva valutazione economica.

Tutti gli oneri inerenti alla gestione, sicurezza e garanzia della stabilità chimico-fisica del prodotto da utilizzare, rimangono a carico dell'imprenditore, così come tutti gli oneri e le incombenze derivanti dai permessi da richiedersi presso gli Enti preposti alla tutela dell'ambiente e del territorio.

Tali permessi sono rigorosamente prescritti, prima di procedere a qualsiasi utilizzazione ed impiego del materiale in esame.

É riservata alla Direzione Lavori, la facoltà di adottare la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando le scorie esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando per le fasce laterali di spessore costante dell'ordine dei 2,0 m terre tradizionali.

Il materiale per essere impiegato nella formazione di strati di rilevato dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- la curva granulometrica, dovrà presentare un passante al setaccio 0,075 mm, non superiore al 10 %, ed un coefficiente di disuniformità maggiore o uguale a 7;
- l'attività del materiale (caratterizzata dal coefficiente α) dovrà essere compresa tra 20 e 40; l'attività α risulta così definita:
- coefficiente calcolato dividendo per 1000 il prodotto della superficie specifica (cm^2/g), determinata con il permeabilmetro di Blain opportunamente adattato, per la friabilità intera come percentuale di elementi $< 80 \text{ .}\mu\text{m}$, ottenuti dopo opportuna frantumazione (Mode operatoir LCPC: Measure du coefficient α d'activé du latier granulé de heurt fornean - Dunoid - Paris 1970)
- il contenuto naturale di acqua (umidità), deve essere $< 15\%$.

Il materiale verrà posto in opera mediante l'impiego di motolivellatrice (grader) in strati di spessore compreso tra i 15 e i 30 cm.

Nell'eventualità di una parzializzazione del corpo del rilevato i materiali di contronucleo verranno posti in opera con strati aventi medesimo spessore di quelli realizzati con loppa. Quindi si procederà al costipamento dell'intero strato.

A compattazione avvenuta, tutti i materiali utilizzati per la realizzazione del singolo strato dovranno presentare una massa volumica non inferiore al 90% di quella massima individuata nelle prove di compattazione (CNR 69-1978), (CNR 22 - 1972).

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) (CNR 146 -1992) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 – 0,25 N/mm² sul piano di posa della fondazione
- della pavimentazione stradale in rilevato;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 – 0,15 N/mm² sui restanti strati del rilevato oltre 1,00 m al di sotto della pavimentazione stradale.

SPECIFICA DI CONTROLLO

Disposizioni generali

La seguente specifica si applica ai vari tipi di rilevato costituenti l'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Impresa, per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, terre, calci, cementi, ecc.) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire alla D.L., prima dell'impiego, i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio Ufficiale e comunque secondo quanto prescritto dalla Circ. ANAS n° 14/1979.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.

I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

La procedura delle prove di seguito specificata deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

La frequenza minima delle prove ufficiali sarà quella indicata nella allegata Tabella, la frequenza delle prove di cantiere sarà imposta dalle puntuali verifiche che il programma di impiego dei materiali, approvato preventivamente dalla D.L., vorrà accertare.

I materiali da impiegare a rilevato, sono caratterizzati e classificati secondo le Norme CNR-UNI 10006/63, e riportati nell'allegata Tabella.

La normativa di riferimento per esercitare i controlli conseguenti, sono indicati nel seguente prospetto:

CATEGORIE DI LAVORO E MATERIALI	CONTROLLI PREVISTI	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
MOVIMENTI DI TERRA		D.M. 11.03.1988 C.LL.PP. n.30483 del 24.09.1988
PIANI DI POSA DEI RILEVATI	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
PIANI DI POSA DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
FORMAZIONE DEI RILEVATI	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito Prova di carico su piastra CBR Impiego della calce	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.36 A VII

Prove di laboratorio

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

analisi granulometrica;

determinazione del contenuto naturale d'acqua;

determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;

prova di costipamento con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978); la caratterizzazione e frequenza delle prove è riportata in Tabella.

Prove di controllo in fase esecutiva

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, inviando i campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in luogo indicato dalla D.L. previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

La frequenza e le modalità delle prove sono riportate nella Tabella.

2.5.0.3 Prove di controllo sul piano di posa

Sul piano di posa del rilevato nonché nei tratti in trincea si dovrà procedere, prima dell'accettazione, al controllo delle caratteristiche di deformabilità, mediante prova di carico su piastra (CNR 146-1992) e dello stato di addensamento (massa volumica in sito, CNR 22 - 1972). La frequenza delle prove è stabilita in una prova ogni 2000 mq, e comunque almeno una per ogni corpo di rilevato o trincea.

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni "instabili", l'esecuzione di prove speciali (prove di carico previa saturazione, ecc.).

Il controllo dello strato anticapillare sarà effettuato con le stesse frequenze per i singoli strati del rilevato, e dovrà soddisfare alle specifiche riportate al punto "strato capillare".

Tabella: Frequenza delle prove (almeno 1 ogni m³___)

Tipo di prova	Rilevati Stradali				Terre Rinforzate	
	<i>Corpo del rilevato</i>		<i>Ultimo strato di cm 30</i>			
	primi 5000 m ³	successivi vi m ³	primi 5000 m ³	successivi vi m ³	primi 5000 m ³	successivi m ³
Classificazione CNR-UNI 10006/63	500	10000	500	2500	500	5000
Costipamento AASHO Mod. CNR	500	10000	500	2500	500	5000
Massa volumica in sito B.U. CNR n.22	250	5000	250	1000	250	1000
Prova di carico su piastra CNR 9 - 67	*	*	500	2000	1000	5000
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

Resistività	*	*	*	*	500	5000
pH	*	*	*	*	500	5000
Solfati e cloruri	*	*	*	*	5000	5000
* Su prescrizione delle Direzione Lavori ** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato						

Prospetto I - Classificazione delle terre												
Classificazione generale	Terre ghiaio - sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%						Terre limo - argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%				Torbe e terre organiche e palustri	
Gruppo	A 1		A 3	A 2			A 4	A 5	A 6	A 7		A 8
Sottogruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6
Analisi granulometrica Frazione passante allo staccio 2 UNI 2332 % 0,4 UNI 2332 % 0,075 UNI 2332 %	≤50 ≤30 ≤15	≤50 ≤25	>50 ≤10	— ≤35	— ≤35	— ≤35	— ≤35	— >35	— >35	— >35	— >35	— >35
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI2332 Limite liquido Indice di plasticità	— ≤6	N.P.	≤40 ≤10	>40 ≤10m ax	≤40 >10	>40 >10	≤40 ≤10	>40 ≤10	≤40 >10	>40 >10 (IP ≤ IL-30)	>40 >10 (IP > L-30)	

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
 nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
 Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

Indice di gruppo	0	0	0	≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grassa ,pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fine	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa		Limi poco compressibili	Limi poco compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili	Argille fortemente compressibili	Torbe 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				Da scartare come sottofondo	
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve		Media		Molto elevata		Media	Elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nulla		Nulla o lieve		Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato	
Permeabilità	Elevata		Media o scarsa				Scarsa o nulla			

Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabile	Aspri al tatto - Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla	Reagiscono alla prova di scuotimento* - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido	Non reagiscono alla prova di scuotimento* - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido	Fibrosi di color bruno o nero - Facilmente individuabili a vista
<p>* 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 comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che comparirà comprimendo il campione fra le dita.</p>						

Controllo dei materiali impiegati nel miglioramento e nella stabilizzazione a calce e/o cemento

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

Il trattamento a calce e/o cemento richiede particolare cura nelle varie fasi della lavorazione. In caso contrario gli esiti positivi riscontrati in laboratorio, potrebbero essere decisamente compromessi.

Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- ☐ analisi granulometrica (una almeno ogni 1.000 m3 di materiale);
- ☐ determinazione del contenuto naturale d'acqua (una ogni giorno);
- ☐ determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332 (una ogni giorno);

Sul materiale trattato, verranno effettuate le seguenti prove:

Polverizzazione del materiale trattato (una ogni 500 m2)

- ☐ CBR (dopo 7 giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua) (una ogni 500 m2)
- ☐ Prove in sito
- ☐ Le caratteristiche dei materiali posti in opera saranno inoltre accertate mediante le seguenti prove in sito:
- ☐ Massa volumica della terra in sito (una ogni 1000 m3)
- ☐ Prova di carico con piastra circolare (una ogni 1000 m3);

Prove di controllo sul piano di posa

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

Le prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati, sottoposto a stabilizzazione con calce e cemento, avranno la frequenza di una prova ogni 1000 m².

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali da demolizione edile

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio: determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU n° 69);

determinazione della percentuale di rigonfiamento secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009);

verifica della sensibilità al gelo (CNR BU n° 80/80), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A);

prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;

Sarà effettuata una prova ogni 500 m³ di materiale da porre in opera.

Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- ☐ Massa volumica della terra in sito;
- ☐ Prova di carico con piastra circolare;

Sarà effettuata una prova ogni 500 m³ di materiale posto in opera.

Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali industriali - scorie

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- ☐ determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU n° 69);
- ☐ determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità)
- ☐ analisi granulometrica;
- ☐ determinazione dell'attività;

La determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità) e del tenore di acqua, la granulometria e l'attività verranno determinate ogni 200 t di materiale.

Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

Massa volumica della terra in sito;

Prova di carico con piastra circolare;

Sarà effettuata una prova ogni 500 m³ di materiale posto in opera.

Telo Geotessile "tessuto non tessuto".

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto in polipropilene.

Il geotessile dovrà essere del tipo "a filo continuo", prodotto per estrusione del polimero.

Dovrà essere composto al 100% da polipropilene di prima scelta (con esclusione di fibre riciclate), agglomerato con la metodologia dell'agugliatura meccanica, al fine di evitare la termofusione dei fili costituenti la matrice del geotessile.

Non dovranno essere aggiunte, per la lavorazione, resine o altre sostanze collanti.

CARATTERISTICHE TECNICHE	POLIPROPILENE
Massa volumica (g/cm ³)	0,90
Punto di rammollimento (K)	413
Punto di fusione (K)	443 ÷ 448
Punto di umidità % (al 65% di umidità relativa)	0,04
Resistenza a trazione (N/5cm)	1900

Il geotessile dovrà essere imputrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si instaurano nel terreno, all'azione dei microrganismi ed essere antinquinante.

Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d'impiego.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8279/Parte 1, intendendosi per N l'unità elementare di un rotolo.

I prelievi dei campioni saranno eseguiti a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori; le prove dovranno essere effettuate presso Laboratori qualificati, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori.

La qualificazione del materiale sarà effettuata mediante le prove previste dalle norme UNI e dai B.U. del CNR n° 142/92, n° 143/92, n° 144/92 e n° 145/92, riportate nella seguente tabella:

Campionatura CARATTERISTICA	RIFERIMENTO
(per N deve intendersi il rotolo o la pezza)	UNI 8279/1
Peso, in g/m ²	UNI 5114
Spessore, in mm	UNI 8279/2
Resistenza a trazione su striscia di cm 5, in N	UNI 8639
Allungamento, in %	UNI 8639
Lacerazione, in N	UNI 8279/9
Resistenza alla perforazione con il metodo della sfera, MPa	UNI 8279/11
Punzonamento, in N	UNI 8279/14
Permeabilità radiale all'acqua, in cm/s	UNI 8279/13
Comportamento nei confronti di batteri e funghi	UNI 8986
Creep nullo al 25% del carico di rottura ed un allungamento sotto carico di esercizio pari al 2%-9%	
Diametro di filtrazione, espresso in micron, corrispondente a quello del 95% in peso degli elementi di terreno che hanno attraversato il geotessile, determinato mediante filtrazione idrodinamica	

Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i seguenti requisiti:

REQUISITO	VALORE DI RIFERIMENTO
peso (UNI 5114)	$\geq 300 \text{ g/m}^2$
resistenze a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639)	$> 19 \text{ kN}$
allungamento (UNI 8639)	$> 60\%$
lacerazione (UNI 8279/9)	$> 0,5 \text{ kN/m}$
punzonamento (UNI 8279/14)	$> 3,1 \text{ kN}$
permeabilità radiale all'acqua alla pressione di 0,002 MPa (UNI 8279/13)	$> 0,8 \text{ cm/s}$
dimensione della granulometria passante per filtrazione Idrodinamica, corrispondente a quella del 95% in peso degli elementi di terreno che attraversano il geotessile	$< 100 \mu\text{m}$

anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'impresa dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.

La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà richiedere ulteriori prove preliminari o prelevare in corso d'opera campioni di materiali da sottoporre a prove presso Laboratori qualificati. Il piano di stesa del geotessile

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

dovrà essere perfettamente regolare. Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale. I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

Controllo scavi

Nel corso dei lavori, al fine di verificare la rispondenza della effettiva situazione geotecnica-geomeccanica con le ipotesi progettuali, la D.L., in contraddittorio con l'impresa, dovrà effettuare la determinazione delle caratteristiche del terreno o roccia sul fronte di scavo.

a) Prove di laboratorio

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

Terre:

- ☐ analisi granulometrica;
- ☐ determinazione del contenuto naturale di acqua;
- ☐ determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità, nell'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- ☐ eventuale determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio.

Rocce:

- ☐ resistenza a compressione monoassiale;

In presenza di terreni dal comportamento intermedio tra quello di una roccia e quello di una terra, le suddette prove potranno essere integrate al fine di definire con maggior dettaglio la reale situazione geotecnica.

La frequenza delle prove dovrà essere effettuata come segue:

- ☐ ogni 500 m³ di materiale scavato e ogni 5 m di profondità dello scavo;
- ☐ in occasione di ogni cambiamento manifesto delle caratteristiche litologiche e/o geomeccaniche;
- ☐ ogni qualvolta richiesto dalla D.L..

Terre:

si dovrà rilevare l'effettivo sviluppo della stratificazione presente, mediante opportuno rilievo geologico-geotecnico che consenta di identificare le tipologie dei terreni interessati, con le opportune prove di identificazione.

Rocce:

si dovrà procedere al rilevamento geologico-geomeccanico, al fine di identificare la litologia presente e la classe geomeccanica corrispondente mediante l'impiego di opportune classificazioni.

Si dovranno effettuare tutte le prove necessarie allo scopo.

Si dovrà in ogni caso verificare la rispondenza delle pendenze e delle quote di progetto, con la frequenza necessaria al caso in esame.

Controllo dreni prefabbricati

Omissis

Controllo dreni in sabbia

Omissis

5.2 DEMOLIZIONI

5.2.1 Generalità

La demolizione dovrà essere eseguita con oculata e prudente opera di scomposizione, con rimozione delle parti elementari di cui ciascuna struttura è costituita procedendo nell'ordine inverso a quello seguito nella costruzione, sempre presidiando le masse con opportuni mezzi capaci di fronteggiare i mutamenti successivi subiti dall'equilibrio statico delle varie membrature, durante la demolizione.

La demolizione di opere in muratura, in calcestruzzo, ecc., sia parziale che completa, deve essere eseguita con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue strutture, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o danni collaterali.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della Stazione Appaltante.

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

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

Detti materiali restano tutti di proprietà della Stazione Appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'articolo 36 del D.M. 145/2000 Capitolato Generale d'Appalto con i prezzi indicati nell'elenco approvato.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni dovranno essere trasportati dall'Appaltatore fuori dal cantiere nei punti indicati o alle pubbliche discariche.

È obbligo dell'Appaltatore accertare con ogni mezzo e con la massima cura, nel suo complesso e nei particolari, la struttura di ogni elemento da demolire, disfare o rimuovere, onde conoscerne, con ogni completezza, la natura, lo stato di conservazione, le diverse tecniche costruttive, ecc., ed essere così in grado di affrontare, in ogni stadio dei lavori, tutte quelle evenienze che possano presentarsi nelle demolizioni, disfacimenti e rimozioni, anche se queste evenienze dipendano, ad esempio, da particolarità di costruzione, da modifiche apportate successivamente alla costruzione originaria, dallo stato di conservazione delle murature, conglomerati e malte, dallo stato di conservazione delle armature metalliche e loro collegamenti, dallo stato di conservazione dei legnami, da fatiscenza, da difetti costruttivi e statici, da contingenti condizioni di equilibrio, da possibilità di spinta dei terreni sulle strutture quando queste vengono scaricate, da cedimenti nei terreni di fondazione, da azioni reciproche tra le opere da demolire e quelle adiacenti, da danni causati da sisma, ecc., adottando di conseguenza e tempestivamente tutti i provvedimenti occorrenti per non alterare all'atto delle demolizioni, disfacimenti o rimozioni quelle particolari condizioni di equilibrio che le strutture presentassero sia nel loro complesso che nei loro vari elementi.

La zona interessata dai lavori dovrà essere delimitata con particolare cura, sia per quanto riguarda il pubblico transito che per quello degli addetti ai lavori.

In corrispondenza dei passaggi dovranno essere collocate opportune ed idonee opere per proteggere i passaggi stessi da eventuale caduta di materiali dall'alto; le predette protezioni dovranno essere adeguate alle necessità e conformi alle prescrizioni dei regolamenti comunali locali.

Qualora il materiale venga convogliato in basso per mezzo di canali, dovrà essere vietato l'accesso alla zona di sbocco quando sia in corso lo scarico: tale divieto dovrà risultare da appositi evidenti cartelli.

Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte le erogazioni agli impianti di elettricità, gas, acqua, ecc. esistenti nell'area dei lavori; a tal fine l'Appaltatore dovrà prendere direttamente accordi con le rispettive Società od Enti erogatori. Se necessario, i serbatoi e le tubazioni dovranno essere vuotati e dovrà essere effettuata la chiusura dell'attacco delle fognature.

Dovranno essere interrotte le erogazioni agli impianti suddetti anche nelle demolizioni parziali o di limitata estensione; ciò data la possibile presenza di conduttori e canalizzazioni incassati od interrati.

Le reti elettriche disposte per la esecuzione dei lavori dovranno essere bene individuabili ed idoneamente protette.

Tutti i vani di balconi, finestre, scale, ascensori, ecc., dovranno essere sbarrati al momento stesso in cui vengono tolti i parapetti o gli infissi.

Sulle zone di solai parzialmente demoliti dovranno essere disposte delle passerelle di tavole.

Tra i materiali di risulta dovranno sempre essere lasciati passaggi sufficientemente ampi, avendo cura che non vi sporgano parti pericolose di legno, ferro, ecc.; i chiodi lungo questi passaggi dovranno essere eliminati. I predetti passaggi dovranno essere tali che in ogni posizione di lavoro la via di fuga sia sempre facile ed evidente.

5.2.2 Murature e fabbricati (eventuali)

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

- Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori:
- scalpellatura a mano o meccanica;
- martello demolitore;
- agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7-0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

I materiali di risulta resteranno di proprietà dell'Impresa la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanarli e di trasportare a discarica quelli rifiutati.

5.2.3 Demolizione di pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso deve essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta; su parere della Direzione Lavori potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto (preriscaldamento leggero), purché non compromettano il legante esistente nella pavimentazione da demolire.

Le attrezzature tutte devono essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori; devono inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo a giudizio della Direzione Lavori per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati.

L'Appaltatore si deve scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dal progetto o prescritti dalla Direzione Lavori; non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Il rilievo degli spessori delle demolizioni deve essere effettuato in contraddittorio; lo spessore della demolizione deve essere mantenuto costante in tutti i punti e deve essere valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali deve essere eseguita con attrezzature approvate dalla Direzione Lavori munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa, mentre per spessori superiori a 15 cm si devono effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato.

Le pareti dei giunti longitudinali devono risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di sgretolature.

Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo devono, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore.

Solamente quando previsto in progetto e in casi eccezionali si potrà eseguire la demolizione della massicciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina escavatrice od analoga e, nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire o su opere d'arte devono essere riparati a cura e spese dell'Appaltatore.

5.2.4 Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali (eventuale)

La demolizione dell'intera sovrastruttura può anche essere eseguita con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori etc. a discrezione della Direzione Lavori ed a suo insindacabile giudizio.

Le pareti verticali dello scavo devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire devono essere riparati a cura e spese dell'Appaltatore.

L'Appaltatore è inoltre tenuto a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita nel caso che non si proceda alla stesa del misto granulometricamente stabilizzato.

5.2.5 Rimozioni

Per rimozione si intende:

- smontaggio di recinzione costituita da rete metallica e relativi montanti
- smontaggio di sicurvia di qualunque tipo, con montanti infissi in terra o in pavimentazione
- smontaggio di elementi puntuali quali segnaletica stradale verticale, paracarri, etc.

Nelle rimozioni sopra elencate sono compresi gli oneri per il trasporto del materiale di risulta fuori delle pertinenze stradali ed il trasporto dei materiali di recupero, che restano di proprietà della Stazione Appaltante, nei depositi che saranno indicati dalla Direzione Lavori.

5.3 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

5.3.1 Generalità

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette al D.M. 17 gennaio 2018 devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del fabbricante, secondo le procedure applicabili;
- qualificati sotto la responsabilità del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, nonché mediante eventuali prove di accettazione.

Per ogni materiale o prodotto identificato e qualificato mediante Marcatura CE è onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere copia della documentazione di marcatura CE e della Dichiarazione di Prestazione di cui al Capo II del Regolamento UE 305/2011, nonché – qualora ritenuto necessario, ai fini della verifica di quanto sopra - copia del certificato di costanza della prestazione del prodotto o di conformità del controllo della produzione in fabbrica, di cui al Capo IV ed Allegato V del Regolamento UE 305/2011, rilasciato da idoneo organismo notificato ai sensi del Capo VII dello stesso Regolamento (UE) 305/2011.

Per i prodotti non qualificati mediante la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità della documentazione di qualificazione o del Certificato di Valutazione Tecnica. I fabbricanti possono usare come Certificati di Valutazione Tecnica i Certificati di Idoneità tecnica all'impiego, già rilasciati dal Servizio Tecnico Centrale prima dell'entrata in vigore delle presenti norme tecniche, fino al termine della loro validità.

Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori, nell'ambito dell'accettazione dei materiali prima della loro installazione, verificare che tali prodotti corrispondano a quanto indicato nella documentazione di identificazione e

qualificazione, nonché accertare l'idoneità all'uso specifico del prodotto mediante verifica delle prestazioni dichiarate per il prodotto stesso nel rispetto dei requisiti stabiliti dalla normativa tecnica applicabile per l'uso specifico e dai documenti progettuali.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati ai sensi del Capo VII del Regolamento UE 305/2011;
- b) laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e s.m.i.;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, previo nulla osta del Servizio Tecnico Centrale.

5.4 ACCIAIO

5.4.1 Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. attuativo della legge 1086/71 (D.M. 17 gennaio 2018) e relative circolari esplicative.

È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

5.4.1 Forniture e documentazione di accompagnamento

Le nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (D.M. 17 gennaio 2018 paragrafo 11.3.1.5) e dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla "Dichiarazione di prestazione" di cui al Regolamento UE 305/2011, dalla prevista marcatura CE nonché dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito.

Il riferimento agli attestati comprovanti la qualificazione del prodotto deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un distributore devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal fabbricante e completati con il riferimento al documento di trasporto del distributore stesso.

Nel caso di fornitura in cantiere non proveniente da centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del fabbricante.

5.4.1 Le forme di controllo obbligatorie

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie (D.M. 17 gennaio 2018 paragrafo 11.3.1):

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione;
- di accettazione in cantiere.

A tale riguardo il Lotto di produzione si riferisce a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

5.4.2 La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso fabbricante, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, l'apposizione di targhe o cartellini, la sigillatura dei fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento, e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che, prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.), il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.

Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;

- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso. In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il laboratorio incaricato è tenuto ad informare di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

5.4.1 Unità marcata scorporata: ulteriori indicazioni

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.

In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dalla Direzione dei Lavori.

5.4.1 Conservazione della documentazione di accompagnamento

I produttori ed i successivi intermediari devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni. Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, il costruttore deve inoltre assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

5.4.2 Forniture e documentazione di accompagnamento

Le nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (D.M. 17 gennaio 2018 paragrafo 11.3.1.5) e dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla "Dichiarazione di prestazione" di cui al Regolamento UE 305/2011, dalla prevista marcatura CE nonché dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito.

Il riferimento agli attestati comprovanti la qualificazione del prodotto deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un distributore devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal fabbricante e completati con il riferimento al documento di trasporto del distributore stesso.

Nel caso di fornitura in cantiere non proveniente da centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del fabbricante.

5.4.1 Centri di trasformazione

Il Centro di trasformazione, 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, può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dalle norme vigenti.

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare la conformità a quanto indicato al punto 11.3.1.7 del D.M. 17 gennaio 2018 e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Gli atti di cui sopra sono consegnati al collaudatore che, tra l'altro, riporta nel Certificato di collaudo gli estremi del Centro di trasformazione che ha fornito il materiale lavorato.

5.4.2 Rintracciabilità dei prodotti

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'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.

5.4.3 Documentazione di accompagnamento e verifiche delle direzione lavori

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un centro di trasformazione devono essere accompagnati da idonea documentazione, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso e che consenta la completa tracciabilità del prodotto. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione", rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno di cui al D.M. 17 gennaio 2018, fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata;
- da dichiarazione contenente i riferimenti alla documentazione fornita dal fabbricante ai sensi del punto 11.3.1.5 del D.M. 17 gennaio 2018 in relazione ai prodotti utilizzati nell'ambito della specifica fornitura. Copia della documentazione fornita dal fabbricante e citata nella dichiarazione del centro di trasformazione, è consegnata al Direttore dei Lavori se richiesta.

5.5 STRUTTURE IN ACCIAIO

5.5.1 Generalità

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dal d.P.R. 380/2001 e s.m.i., dal D.M. 17 gennaio 2018, dalle circolari e relative norme vigenti.

I materiali e i prodotti devono rispondere ai requisiti indicati nel punto 11.3. del D.M. 17 gennaio 2018.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della Direzione dei Lavori:

- a) gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare;
- b) tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore.

Spessori limite

È vietato l'uso di profilati con spessore $t < 4$ mm.

Una deroga a tale norma, fino ad uno spessore $t = 3$ mm, è consentita per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali per esempio tubi chiusi alle estremità e profili zincati, od opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano elementi e profili sagomati a freddo.

Acciaio incrudito

Deve essere giustificato mediante specifica valutazione l'impiego di acciaio incrudito in ogni caso in cui si preveda la plasticizzazione del materiale (analisi plastica, azioni sismiche o eccezionali, ecc.) o prevalgano i fenomeni di fatica.

Giunti di tipo misto

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (ad esempio saldatura e bullonatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo, ovvero sia dimostrato, per via sperimentale o teorica, che la disposizione costruttiva è esente dal pericolo di collasso prematuro a catena.

Problematiche specifiche

Oltre alle norme del D.M. 17 gennaio 2018, in relazione a:

- Preparazione del materiale,
- Tolleranze degli elementi strutturali di fabbricazione e di montaggio,
- Impiego dei ferri piatti,
- Variazioni di sezione,
- Intersezioni,
- Collegamenti a taglio con bulloni normali e chiodi,
- Tolleranze foro – bullone. Interassi dei bulloni e dei chiodi. Distanze dai margini,
- Collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza,
- Collegamenti saldati,
- Collegamenti per contatto,

si può far riferimento a normative di comprovata validità.

Apparecchi di appoggio

La concezione strutturale deve prevedere facilità di sostituzione degli apparecchi di appoggio, nel caso in cui questi abbiano vita nominale più breve di quella della costruzione alla quale sono connessi.

Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento.

Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla norma UNI EN 10025-5) devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura.

Nel caso di parti inaccessibili, o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovrappessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati: possono essere invece zincati a caldo.

Controlli in Corso di Lavorazione

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

Identificazione e Rintracciabilità dei Prodotti Qualificati

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

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

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marchiata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marchiatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

Nel primo caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dalla Direzione dei Lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale.

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

Montaggio

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano sovrasollecitate o deformate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei Lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – “Manutenzione viabilità di quartiere terraferma”
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

Prove di Carico e Collaudo Statico

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori una accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Appaltatore, secondo le prescrizioni contenute nei decreti ministeriali vigenti e nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i.

5.5.2 Acciaio per calcestruzzo armato

Caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è esclusivamente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione dei Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al punto 11.3.1.7. del D.M. 17 gennaio 2018.

Tutti gli acciai per calcestruzzo armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o dentellature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte a garantire adeguata aderenza tra armature e conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti e la documentazione di accompagnamento vale quanto indicato nel D.M. 17 gennaio 2018.

Reti e tralicci elettrosalati

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosalati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare, nelle due direzioni, 330 mm.

I tralicci e le reti sono prodotti reticolari assemblati in stabilimento mediante elettrosaldature, eseguite da macchine automatiche in tutti i punti di intersezione.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C, gli elementi base devono avere diametro (d) che rispetta la limitazione: $6 \text{ mm} \leq d < 16 \text{ mm}$.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A, gli elementi base devono avere diametro (d) che rispetta la limitazione: $5 \text{ mm} \leq d < 10 \text{ mm}$.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati deve essere effettuata a partire da materiale di base qualificato. Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con quella dell'elemento base.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, deve essere apposta su ogni confezione di reti o tralicci un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del fabbricante delle reti e dei tralicci stessi.

Il Direttore dei Lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, verificherà la presenza della predetta etichettatura.

Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e secondo quanto disposto al punto 11.3.2.12 del D.M. 17 gennaio 2018 devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Essi devono essere eseguiti in ragione di 3 campioni ogni 30 t di acciaio impiegato della stessa classe proveniente dallo stesso stabilimento o Centro di trasformazione, anche se con forniture successive.

I campioni devono essere ricavati da barre di uno stesso diametro o della stessa tipologia (in termini di diametro e dimensioni) per reti e tralicci, e recare il marchio di provenienza.

Il prelievo dei campioni va effettuato alla presenza del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, 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 punto 11.3.1.7 del D.M. 17 gennaio 2018, 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.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

5.5.3 Acciaio per strutture metalliche e per strutture composte

Acciai laminati

Gli acciai laminati di uso generale per la realizzazione di strutture metalliche e per le strutture composte comprendono:

Prodotti lunghi

- laminati mercantili (angolari, L, T, piatti e altri prodotti di forma);
- travi ad ali parallele del tipo HE e IPE, travi IPN;
- laminati ad U

Prodotti piani

- lamiere e piatti;
- nastri

Profilati cavi

- tubi prodotti a caldo

Prodotti derivati

- travi saldate (ricavate da lamiere o da nastri a caldo);
- profilati a freddo (ricavati da nastri a caldo);
- tubi saldati (cilindrici o di forma ricavati da nastri a caldo);
- lamiere grecate (ricavate da nastri a caldo).

Acciaio per strutture saldate

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni indicate al punto 11.3.4.1 del D.M. 17 gennaio 2018, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili, di cui al punto 11.3.4.1 del citato decreto.

Acciaio per getti

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma UNI EN 10293.

Quando tali acciai debbano essere saldati, valgono le stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza similare.

Processo di saldatura

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063. 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 ISO 9606-1 da parte di un Ente terzo. Ad integrazione di quanto richiesto nella norma UNI EN ISO 9606-1, 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 ISO 14732.

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati mediante WPQR (qualifica di procedimento di saldatura) secondo la norma UNI EN ISO 15614-1.

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; 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.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011 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.

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 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 ISO 17635.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9712 almeno di secondo livello.

Bulloni e chiodi

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

- gambo, completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado di forma esagonale, avvitato nella parte filettata della vite;
- rondella (o rosetta) del tipo elastico o rigido.

In presenza di vibrazioni dovute a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado, possono essere applicate rondelle elastiche oppure dei controdati.

Bulloni "non a serraggio controllato"

Agli assiemi Vite/Dado/Rondella impiegati nelle giunzioni 'non precaricate' si applica quanto specificato al punto A del paragrafo 11.1 in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 15048-1.

In alternativa anche gli assiemi ad alta resistenza conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1 sono idonei per l'uso in giunzioni non precaricate.

Viti, dadi e rondelle, in acciaio, devono essere associate come nella seguente tabella

Tabella 1

Viti	Dadi	Rondelle	Riferimento
Classe di resistenza	Classe di resistenza	Durezza	
4.6	4; 5; 6 oppure 8	100 HV min.	UNI EN 15048-1
4.8			
5.6			

5.8	5; 6 oppure 8	100 HV min oppure 300 HV min.	
6.8	6 oppure 8		
8.8	8 oppure 10		
10.9	10 oppure 12		

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella sotto riportata.

Tabella 2

Classe	4.6	4.8	5.6	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	320	300	480	640	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	400	500	600	800	1000

Bulloni "a serraggio controllato"

Agli assiemi Vite/Dado/Rondella impiegati nelle giunzioni 'Precaricate' si applica quanto specificato al punto A del paragrafo 11.1 in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1.

Viti, dadi e rondelle, in acciaio, devono essere associate come nella seguente tabella

Sistema	Viti			Dadi			Rondelle	
	Classe	di	Riferimento	Classe	di	Riferimento	Durezza	Riferimento
HR	8.8		UNI EN	8		UNI EN	300-370 HV	UNI EN 14399 parti 5 e 6
	10.9		UNI EN	10		UNI EN		
	10.9		UNI EN	10		UNI EN		

Chiodi

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma UNI EN 10263 (parti 1 - 5).

Procedure di controllo su acciai da carpenteria

Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere, da eseguirsi presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, sono obbligatori per tutte le forniture di elementi e/o prodotti, qualunque sia la loro provenienza e la tipologia di qualificazione.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

Qualora la fornitura di elementi lavorati provenga da un Centro di trasformazione o da un fabbricante di elementi marcati CE dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione o il fabbricante sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalla norma, Il Direttore dei Lavori può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione o fabbricante 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 o del fabbricante 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.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

A seconda delle tipologie di materiali pervenute in cantiere il Direttore dei Lavori deve effettuare i seguenti controlli:

- Elementi di Carpenteria Metallica: 3 prove ogni 90 tonnellate;
- Lamiere gregate e profili formati a freddo: 3 prove ogni 15 tonnellate;
- Bulloni e chiodi: 3 campioni ogni 1500 pezzi impiegati;
- Giunzioni meccaniche: 3 campioni ogni 100 pezzi impiegati.

I controlli di accettazione devono essere effettuati prima della posa in opera degli elementi e/o dei prodotti.

I criteri di valutazione dei risultati dei controlli di accettazione devono essere adeguatamente stabiliti dal Direttore dei Lavori in relazione alle caratteristiche meccaniche dichiarate dal fabbricante nella documentazione di identificazione e qualificazione e previste dalle presenti norme o dalla documentazione di progetto per la specifica opera.

5.5.4 Acciaio del tipo COR-TEN

Caratteristiche di qualità e di impiego

L'acciaio di tipologia COR-TEN o (Weathering Steel) conforme alla norma UNI EN 10025-5 è un acciaio basso-legato ad alta resistenza e auto-passivante, definito "patinabile". Il nome Cor-Ten® deriva dalle iniziali dei termini inglesi CORrosion resistance (resistenza alla corrosione) e TENSile strength (resistenza a trazione) utilizzati per depositare il brevetto USA di questa lega negli anni '30 del '900.

Il prodotto indicato, secondo la norma UNI EN 10025-5 (Parte 5) "Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica", riporterà le seguenti sigle:

- S: indica che si tratta di acciaio per impieghi strutturali
- XXX: indicazione numerica del carico unitario di snervamento
- JX: indicazioni alfanumeriche relative alla resilienza
- W: indica che l'acciaio possiede una resistenza migliorata alla corrosione atmosferica
- P: indica la presenza di un tenore di fosforo maggiorato

Con la sua forte matericità, il suo caratteristico cromatismo e le sue elevate prestazioni, l'acciaio COR-TEN si contraddistingue per l'elevata resistenza, sia meccanica che alla corrosione, e le qualità estetiche date dall'ossidazione controllata.

La principale peculiarità dell'acciaio COR-TEN infatti è quella di autoprotgersi dalla corrosione elettrochimica mediante la formazione di una patina superficiale compatta passivante, costituita dagli ossidi dei suoi elementi di lega, tale da impedire il progressivo estendersi della corrosione; tale film varia di tonalità col passare del tempo assumendo una colorazione sempre più bruna.

Si potranno distinguere 3 tipologie di acciaio COR-TEN: **A, B, C**. In relazione alla diversa composizione chimica (vedi tabella) ed al differente spessore, i tre tipi di COR-TEN presenteranno differenti caratteristiche di resistenza alla corrosione atmosferica e di resistenza meccanica.

Il COR-TEN **A**, detto "al Fosforo", dovrà mostrare una resistenza alla corrosione atmosferica da 5 a 8 volte superiore a quella di un comune acciaio al carbonio. Tale tipologia si presterà per essere impiegato allo stato nudo e maggiormente per applicazioni architettoniche.

Il COR-TEN **B**, comunemente denominato "al Vanadio", dovrà essere caratterizzato da una composizione chimica che permetta di mantenere elevate caratteristiche meccaniche anche con spessori ridotti. La resistenza alla corrosione atmosferica dovrà essere di circa 4 volte superiore a quella di un comune acciaio al carbonio. Anch'esso potrà essere impiegato allo stato nudo e troverà vasta applicazione in tutte quelle costruzioni, anche complesse, in cui sono richieste particolari forme e strutture.

Il COR-TEN C, che per composizione potrebbe essere definito "al Manganese", presenterà una resistenza meccanica notevolmente superiore agli altri due tipi (A e B), pur conservando caratteristiche di resistenza alla corrosione atmosferica di circa 4 volte superiori a quelle degli acciai al carbonio. Ne sarà richiesto l'utilizzo specialmente in applicazioni per le quali è necessaria una resistenza meccanica molto elevata (strutture fortemente sollecitate).

Composizione chimica COR-TEN								
Classe	Carbonio %	Manganese %	Fosforo %	Zolfo %	Silicio %	Rame %	Cromo %	Nichel %
A	0,12	0,2-0,5	0,07-0,15	0,035	0,25-0,75	0,25-0,75	0,3-1,25	0,65
B	0,10-0,19	0,9-1,25	0,025	0,035	0,15-0,30	0,25-0,40	0,4-0,65	0,2-0,1
C	0,12-0,19	0,9-1,35	0,025	0,035	0,15-0,30	0,25-0,40	0,4-0,7	0,04-0,1

L'installazione in ambienti esterni con il susseguirsi di cicli wet/dry (bagnato/asciutto) è una delle condizioni necessarie per la formazione di una patina densa e ben aderente. In ambienti interni sarà necessaria la pre-ossidazione del materiale con la patina protettiva già formata artificialmente tramite processi di accelerazione.

La formazione del film superficiale passivante avviene infatti solo in presenza di determinate condizioni ambientali, quali:

- esposizione all'atmosfera;
- alternanza di cicli di bagnato-asciutto;
- assenza di ristagni e/o contatti permanenti con acqua;
- ambienti privi di cloruri o di acqua di mare;
- assenza di pitture o cere protettive.

Caratteristiche fisiche e meccaniche

Designazione (UNI EN 10027)	Carico unitario di snervamento - ReH (N/mm ²)						Tensione di rottura - Rm (N/mm ²)		
	Spessori nominali (mm)						Spessori nominali (mm)		
	< 16	16 - 40	40 - 63	63 - 80	80 - 100	100 -	< 3	3 - 100	100 - 150
S235J0(J2)WP	235	225	215	215	215	195	360-510	360-510	350-500
S355J0(J2)WP	355	345	-	-	-	-	510-680	470-630	-
S355J0(J2/K2)	355	345	335	325	315	295	510-680	470-630	450-600

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

Resilienza		
<i>min. 27 Joule</i>	<i>min. 40 Joule</i>	<i>Temp. °C</i>
JR	KR	20
J0	K0	0
J2	K2	-20
J3	K3	-30
J4	K4	-40

Gli elementi in acciaio COR-TEN da realizzare sono individuati quindi come di seguito:

I materiali dovranno essere conformi alle prescrizioni definite a livello nazionale dalla Norma UNI EN 10025-5

Caratteristiche fisico-tecniche dei materiali richiesti	
Designazione (UNI EN 10027)	<i>[es. S355J0WP]</i>
COR-TEN (tipo)	<i>[es. A]</i>
Modulo di elasticità	<i>19.600 - 21.000 Kg/mm²</i>
Snervamento Re (N/mm ²)	<i>[es. 355]</i>
Resistenza a trazione Rm (N/mm ²)	<i>[es. 510 - 680]</i>
Certificazioni	<i>[Marchio CE, ...]</i>

Prescrizioni operative

Nella messa in opera delle strutture in COR-TEN sarà necessario evitare i ristagni d'acqua e adottare soluzioni progettuali ed esecutive atte a limitarlo.

Al fine di evitare che la patina del COR-TEN vada a "colorare" superfici adiacenti di elementi complementari di diverso materiale sarà opportuno adottare soluzioni per minimizzare le macchie, come ad esempio predisponendo delle canalette per la raccolta dell'acqua meteorica di dilavamento e/o l'utilizzo di volumi di raccolta disposti in modo da deviare il flusso d'acqua oltre le parti interessate.

Si presterà particolare attenzione alla corrosione galvanica generata dall'accoppiamento con materiali più nobili come lo zinco.

Andranno impiegati fissaggi meccanici in acciaio patinabile o in acciaio inox.

Gli elementi di connessione come bulloni, viti, dadi, rondelle dovranno avere la stessa resistenza atmosferica o migliore del materiale base, onde evitare la formazione di celle galvaniche locali, con corrosione per contatto.

La sigillatura delle giunzioni sarà necessaria per prevenire l'infiltrazione dell'acqua, soprattutto per costruzioni strutturalmente importanti.

La piegatura del COR-TEN potrà essere effettuata anche a freddo fino a spessori di 12,5 millimetri purché si tengano presenti i minimi raggi di curvatura riportati nella seguente tabella:

Spessore (mm)	Raggio minimo di piegatura (s = spessore)		
	TIPO A	TIPO B	TIPO C
$\leq 1,5$	s	-	-
$> 1,5 - 6$	2s	2s	3,5s
$> 6 - 12,5$	3s	3s	3,5s

Per spessori superiori, o per piegature più severe, è prescritta la piegatura a caldo.

L'acciaio COR-TEN potrà essere saldato in tutti gli spessori e con tutti i più comuni metodi di saldatura. Se utilizzato allo stato "nudo" per impieghi architettonici sarà necessario che la saldatura sia effettuata in più di due passate, ed è prescritto che, per le ultime due, vengano utilizzati elettrodi al 2% o al 3% di Nichel in modo da ottenere cordoni di saldatura con una colorazione simile a quella del COR-TEN.

5.6 STRUTTURE IN LEGNO

5.6.1 Generalità

Le strutture lignee considerate sono quelle che assolvono ad una funzione di sostenimento e che coinvolgono la sicurezza delle persone, siano esse realizzate in legno massiccio (segato, squadrato o tondo) e/o legno lamellare (incollato) e/o pannelli derivati dal legno, assemblati mediante incollaggio o elementi di collegamento meccanici.

La produzione, fornitura e utilizzazione dei prodotti di legno e dei prodotti a base di legno per uso strutturale dovranno avvenire in applicazione di un sistema di assicurazione della qualità e di un sistema di rintracciabilità che copra la catena di distribuzione dal momento della prima classificazione e marcatura dei singoli componenti e/o semilavorati almeno fino al momento della prima messa in opera.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

5.6.2 Prodotti e componenti

Legno massiccio

La produzione di elementi strutturali di legno massiccio a sezione rettangolare dovrà risultare conforme alla norma europea armonizzata UNI EN 14081 e, secondo quanto specificato al punto A del § 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018, recare la Marcatura CE.

Qualora non sia applicabile la marcatura CE, i produttori di elementi di legno massiccio per uso strutturale, secondo quanto specificato al punto B del § 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018, devono essere qualificati così come specificato al § 11.7.10 dello stesso decreto.

Il legno massiccio per uso strutturale è un prodotto naturale, selezionato e classificato in dimensioni d'uso secondo la resistenza, elemento per elemento, sulla base delle normative applicabili.

I criteri di classificazione garantiscono all'elemento prestazioni meccaniche minime statisticamente determinate, senza necessità di ulteriori prove sperimentali e verifiche, definendone il profilo resistente, che raggruppa le proprietà fisico-meccaniche, necessarie per la progettazione strutturale.

La classificazione può avvenire assegnando all'elemento una Categoria, definita in relazione alla qualità dell'elemento stesso con riferimento alla specie legnosa e alla provenienza geografica, sulla base di specifiche prescrizioni normative. Al legname appartenente a una determinata categoria, specie e provenienza, si assegna uno specifico profilo resistente, armonizzato con le classi di resistenza proposte dalla UNI EN 338, utilizzando metodi di classificazione previsti nelle normative applicabili. Può farsi utile riferimento ai profili resistenti indicati nelle norme UNI 11035 parti 1, 2 e 3, per quanto applicabili.

In generale è possibile definire il profilo resistente di un elemento strutturale anche sulla base dei risultati documentati di prove sperimentali, in conformità a quanto disposto nella UNI EN 384.

Legno lamellare incollato e legno massiccio incollato

Gli elementi strutturali di legno lamellare incollato e legno massiccio incollato debbono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14080, e, secondo quanto specificato al punto A del paragrafo 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018, recare la marcatura CE.

Le singole tavole, per la composizione di legno lamellare, dovranno soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 14081-1 al fine di garantirne una corretta attribuzione ad una classe di resistenza. Per classi di resistenza delle singole tavole superiori a C30 si farà riferimento esclusivo ai metodi di classificazione a macchina.

Le singole lamelle vanno tutte individualmente classificate dal fabbricante come previsto al § 11.7.2 del citato decreto.

Altri prodotti derivati dal legno per uso strutturale

Per gli altri prodotti derivati dal legno per uso strutturale per i quali non è applicabile una norma europea armonizzata di cui al punto A del § 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018 o non è applicabile quanto specificato al punto B del medesimo § 11.1, si applica quanto riportato ai punti C del citato paragrafo 11.1.

Adesivi

Gli adesivi da impiegare per realizzare elementi di legno per usi non strutturali devono conformarsi alla classificazione della norma UNI EN 204.

Mentre gli adesivi da impiegare per realizzare elementi di legno per usi strutturali devono produrre unioni aventi resistenza e durabilità tali che l'integrità dell'incollaggio sia conservata, nella classe di servizio assegnata, durante tutta la vita prevista della struttura così come prescritto dalla norma UNI EN 301.

Adesivi per elementi incollati in stabilimento

Gli adesivi fenolici ed amminoplastici devono soddisfare le specifiche della norma UNI EN 301. Adesivi poliuretanici e isocianatici devono soddisfare i requisiti della UNI EN 15425.

Gli adesivi di natura chimica diversa devono soddisfare le specifiche della medesima norma e, in aggiunta, dimostrare un comportamento allo scorrimento viscoso non peggiore di quello di un adesivo fenolico od amminoplastico così come specificato nella norma UNI EN 301, tramite idonee prove comparative.

Adesivi per giunti realizzati in cantiere

Gli adesivi utilizzati in cantiere (per i quali non sono rispettate le prescrizioni di cui alla norma UNI EN 301) devono essere sottoposti a prove in conformità ad idoneo protocollo di prova, per dimostrare che la resistenza a taglio del giunto non sia minore di quella del legno, nelle medesime condizioni previste nel protocollo di prova.

Elementi meccanici di collegamento

Tutti gli elementi di collegamento (metallici e non metallici quali spinotti, chiodi, viti, piastre, ecc.) devono essere idonei a garantire le prestazioni previste dal D.M. 17 gennaio 2018 ed in particolare, in presenza di azioni sismiche, in modo tale che non si verifichino separazioni, dislocazioni, disassamenti come previsto al punto 7.7.5.2 del citato decreto.

Ai suddetti dispositivi meccanici, si applica quanto riportato ai punti A) o C) del § 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018.

Resistenza alla corrosione

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

I mezzi di unione metallici strutturali devono, di regola, essere intrinsecamente resistenti alla corrosione, oppure devono essere protetti contro la corrosione.

L'efficacia della protezione alla corrosione dovrà essere commisurata alle esigenze proprie della Classe di Servizio in cui opera la struttura.

5.6.3 Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione

Le strutture di legno devono essere costruite in modo tale da conformarsi ai principi ed alle considerazioni pratiche che sono alla base della loro progettazione.

I prodotti per le strutture devono essere applicati, usati o installati in modo tale da svolgere in modo adeguato le funzioni per le quali sono stati scelti e dimensionati.

La qualità della fabbricazione, preparazione e messa in opera dei prodotti deve conformarsi alle prescrizioni del progetto e del presente capitolato.

Le indicazioni qui esposte sono condizioni necessarie per l'applicabilità delle regole di progetto contenute nelle normative internazionali esistenti ed in particolare nell'Eurocodice 5.

In assenza di specifiche prescrizioni contenute nelle pertinenti norme di prodotto, al fine di limitare la variazione dell'umidità del materiale e dei suoi effetti sul comportamento strutturale, le condizioni di stoccaggio, montaggio e le fasi di carico parziali, devono essere definite in fase progettuale.

Per tutte le membrature per le quali sia significativo il problema della instabilità, lo scostamento dalla configurazione geometrica teorica non dovrà superare $1/500$ della distanza tra due vincoli successivi, nel caso di elementi lamellari incollati, e $1/300$ della medesima distanza, nel caso di elementi di legno massiccio.

Il legno, i componenti derivati dal legno e gli elementi strutturali non dovranno di regola essere esposti a condizioni atmosferiche più severe di quelle previste per la struttura finita e che comunque producano effetti che ne compromettano l'efficienza strutturale.

Prima della costruzione o comunque prima della messa in carico, il legno dovrà essere portato ad una umidità il più vicino possibile a quella appropriata alle condizioni ambientali in cui si troverà nell'opera finita.

Qualora si operi con elementi lignei per i quali assumano importanza trascurabile gli effetti del ritiro, o comunque della variazione della umidità, si potrà accettare durante la posa in opera una maggiore umidità del materiale, purché sia assicurata al legno la possibilità di un successivo asciugamento, fino a raggiungere l'umidità prevista in fase progettuale senza che ne venga compromessa l'efficienza strutturale.

I sistemi di collegamento non devono presentare distorsioni permanenti in opera.

Quando si tiene conto della resistenza dell'incollaggio delle unioni per il calcolo allo stato limite ultimo, si presuppone che la fabbricazione dei giunti sia soggetta ad un controllo di qualità che assicuri che l'affidabilità sia equivalente a quella dei materiali giuntati.

La fabbricazione di componenti incollati per uso strutturale dovrà avvenire in condizioni ambientali controllate.

Quando si tiene conto della rigidità dei piani di incollaggio soltanto per il progetto allo stato limite di esercizio, si presuppone l'applicazione di una ragionevole procedura di controllo di qualità che assicuri che solo una piccola percentuale dei piani di incollaggio cederà durante la vita della struttura.

Si dovranno seguire le istruzioni dei produttori di adesivi per quanto riguarda la miscelazione, le condizioni ambientali per l'applicazione e la presa, il contenuto di umidità degli elementi lignei e tutti quei fattori concernenti l'uso appropriato dell'adesivo.

Per gli adesivi che richiedono un periodo di maturazione dopo l'applicazione, prima di raggiungere la completa resistenza, si dovrà evitare l'applicazione di carichi ai giunti per il tempo necessario.

Nelle unioni con dispositivi meccanici si dovranno limitare smussi, fessure, nodi od altri difetti in modo tale da non ridurre la capacità portante dei giunti.

In assenza di altre specificazioni, i chiodi dovranno essere inseriti ad angolo retto rispetto alla fibratura e fino ad una profondità tale che le superfici delle teste dei chiodi siano a livello della superficie del legno.

La chiodatura incrociata dovrà essere effettuata con una distanza minima della testa del chiodo dal bordo caricato che dovrà essere almeno 10 d, essendo d il diametro del chiodo.

I fori per i bulloni possono avere un diametro massimo aumentato di 1 mm rispetto a quello del bullone stesso.

Sotto la testa e il dado si dovranno usare rondelle con il lato o il diametro di almeno 3 d e spessore di almeno 0,3 d (essendo d il diametro del bullone). Le rondelle dovranno appoggiare sul legno per tutta la loro superficie.

Bulloni e viti dovranno essere stretti in modo tale che gli elementi siano ben serrati e se necessario dovranno essere stretti ulteriormente quando il legno abbia raggiunto il suo contenuto di umidità di equilibrio. Il diametro minimo degli spinotti è 8 mm. Le tolleranze sul diametro dei perni sono di -0,1 mm e i fori predisposti negli elementi di legno non dovranno avere un diametro superiore a quello dei perni.

Al centro di ciascun connettore dovranno essere disposti un bullone od una vite. I connettori dovranno essere inseriti a forza nei relativi alloggiamenti.

Quando si usano connettori a piastra dentata, i denti dovranno essere pressati fino al completo inserimento nel legno. L'operazione di pressatura dovrà essere normalmente effettuata con speciali presse o con speciali bulloni di serraggio aventi rondelle sufficientemente grandi e rigide da evitare che il legno subisca danni.

Se il bullone resta quello usato per la pressatura, si dovrà controllare attentamente che esso non abbia subito danni durante il serraggio. In questo caso la rondella dovrà avere almeno la stessa dimensione del connettore e lo spessore dovrà essere almeno 0,1 volte il diametro o la lunghezza del lato.

I fori per le viti dovranno essere preparati come segue:

- a) il foro guida per il gambo dovrà avere lo stesso diametro del gambo e profondità pari alla lunghezza del gambo non filettato;
- b) il foro guida per la porzione filettata dovrà avere un diametro pari a circa il 50% del diametro del gambo;
- c) le viti dovranno essere avvitate, non spinte a martellate, nei fori predisposti.

L'assemblaggio dovrà essere effettuato in modo tale che non si verifichino tensioni non volute. Si dovranno sostituire gli elementi deformati, e fessurati o malamente inseriti nei giunti.

Si dovranno evitare stati di sovrasollecitazione negli elementi durante l'immagazzinamento, il trasporto e la messa in opera. Se la struttura è caricata o sostenuta in modo diverso da come sarà nell'opera finita, si dovrà dimostrare che questa è accettabile anche considerando che tali carichi possono avere effetti dinamici. Nel caso per esempio di telai ad arco, telai a portale, ecc., si dovranno accuratamente evitare distorsioni nel sollevamento dalla posizione orizzontale a quella verticale.

5.6.4 Controlli

La Direzione dei Lavori dovrà accertarsi che siano state effettuate verifiche di:

- controllo sul progetto;
- controllo sulla produzione e sull'esecuzione fuori e dentro il cantiere;
- controllo sulla struttura dopo il suo completamento.

Tutte le forniture di elementi in legno per uso strutturale devono riportare il marchio del produttore e essere accompagnate da una documentazione relativa alle caratteristiche tecniche del prodotto.

Controllo sul progetto

Il controllo sul progetto dovrà comprendere una verifica dei requisiti e delle condizioni assunte per il progetto.

Controllo sulla produzione e sull'esecuzione

Il controllo sulla produzione e sull'esecuzione dovrà comprendere documenti comprovanti:

- le prove preliminari, per esempio prove sull'adeguatezza dei materiali e dei metodi produttivi;
- controllo dei materiali e loro identificazione, per esempio:
- per il legno ed i materiali derivati dal legno: specie legnosa, classe, marchiatura, trattamenti e contenuto di umidità;

- per le costruzioni incollate: tipo di adesivo, procedimento produttivo, qualità dell'incollaggio;
- per i connettori: tipo, protezione anticorrosione;
- trasporto, luogo di immagazzinamento e trattamento dei materiali;
- controllo sulla esattezza delle dimensioni e della geometria;
- controllo sull'assemblaggio e sulla messa in opera;
- controllo sui particolari strutturali, per esempio:
- numero dei chiodi, bulloni, ecc.;
- dimensioni dei fori, corretta preforatura;
- interassi o distanze rispetto alla testata od ai bordi, fessurazioni.

Controllo della struttura dopo il suo completamento.

Un programma di controlli dovrà specificare i tipi di controllo da effettuare durante l'esercizio ove non sia adeguatamente assicurato sul lungo periodo il rispetto dei presupposti fondamentali del progetto.

Sono abilitati ad effettuare le prove ed i controlli, sia sui prodotti che sui cicli produttivi, i laboratori di cui all'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001 e s.m.i e gli organismi di prova abilitati in materia di prove e controlli sul legno.

5.6.5 Forniture e Documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di legno strutturale devono essere accompagnate da:

- una copia della documentazione di marcatura CE, secondo il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione applicabile al prodotto, oppure copia dell'attestato di qualificazione o del certificato di valutazione tecnica rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale;
- dichiarazione di prestazione di cui al Regolamento (UE) n.305/2011 oppure dichiarazione resa dal Legale Rappresentante dello stabilimento in cui vengono riportate le informazioni riguardanti le caratteristiche essenziali del prodotto ed in particolare: la classe di resistenza del materiale, l'euroclasse di reazione al fuoco e il codice identificativo dell'anno di produzione; sulla stessa dichiarazione deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto.

Nel caso di prodotti provenienti da un centro di lavorazione, oltre alla suddetta documentazione, le forniture devono essere accompagnate da:

- una copia dell'attestato di denuncia dell'attività del centro di lavorazione;
- dichiarazione del Direttore tecnico della produzione inerente la descrizione delle lavorazioni eseguite.

Per quanto non espressamente contemplato nel presente articolo, le modalità esecutive devono essere conformi alle indicazioni della normativa consolidata.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

La Direzione dei Lavori prima della messa in opera, è tenuta a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi a quanto sopra prescritto.

5.7 CALCESTRUZZI

5.7.1 Normativa di riferimento

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche emanate in applicazione all'art. 21 della legge n° 1086 del 05/11/1971 e delle norme di legge vigenti in merito a leganti, inerti, acqua di impasto ed additivi nonché delle relative Norme UNI.

In particolare le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di Legge e le Norme emanate in materia.

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

- della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n. 321 del 21.12.1971);
- della Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" (G.U. n. 76 del 21.03.1974);
- del D.M. 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" (G.U. n. 24 del 29.01.1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 34233 del 25.02.1991 (Circolare ANAS. n. 28/1991 del 18.06.1991).
- del D.M. 14 febbraio 1992 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (S.O. alla G.U. n. 65 del 18.03.1992);
- del D.M. 9 gennaio 1996 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (S.O. alla G.U. n. 19 del 05.02.1996);
- del D.M. 16 gennaio 1996 "Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" (S.O. alla G.U. n. 29 del 05.02.1996) e relative integrazioni, proroghe e istruzioni emanate con circolare del Ministero LL.PP. n° 65 del 10.04.1997 (S.O. alla G.U. n. 97 del 28.04.1997);
- della circolare del Ministero LL.PP. n° 156 del 04.07.1996 concernente "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche relative ai criteri generali e la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" (S.O. alla G.U. n. 217 del 16.09.1996);

- della circolare del Ministero LL.PP. n° 252 del 15.10.1996 concernente “Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” (S.O. alla G.U. n. 227 del 26.11.1996);
- dalle N.T.C. 2008 di cui al D.M. 14/01/2008 e s.m.i.;
- dalle N.T.C. 2018 di cui al D.M. 17/01/2018 e s.m.i..

Gli elaborati di progetto, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare.

L'Impresa sarà tenuta inoltre a presentare all'esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisori (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori, i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei calcoli statici delle opere comprese nell'appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio dei getti dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare di cui al punto precedente rilasciati da Laboratori Ufficiali ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

5.7.1 Valutazione preliminare calcestruzzo

L'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio ed acquisire idonea documentazione relativa ai componenti, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto.

Nel caso di forniture provenienti da impianto di produzione industrializzata con certificato di controllo della produzione in fabbrica, tale documentazione è costituita da quella di identificazione, qualificazione e controllo dei prodotti da fornire.

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di acquisire, prima dell'inizio della costruzione, la documentazione relativa alla valutazione preliminare delle prestazioni e di accettare le tipologie di calcestruzzo da fornire, con facoltà di far eseguire ulteriori prove preliminari.

Il Direttore dei Lavori ha comunque l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la corrispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo fornito rispetto a quelle stabilite dal progetto.

5.7.2 Classificazione dei conglomerati cementizi

Nella Tabella I, vengono riportati i tipi di conglomerato cementizio ed i loro campi di impiego, in via generale, salvo diverse indicazioni del Progettista.

Tabella I

TIPO DI CONGLOMERATO	IMPIEGO DEI CONGLOMERATI	Cementi Ammessi *	MASSIMO Rapporto A/C	CONSISTENZA UNI 9418 Abbassamento	Acqua Essudata UNI 7122	CLASSI Rck ****
I	impalcati in c.a. e c.a.p., pile e spalle di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia, ponticelli di luce superiore a 8.00 m, new jersey; -Barriere e parapetti	Pozzolánico, Altoforno, Portland **	0.45	≥ 16 cm ***	$\leq 0.1\%$	≥ 40 MPa
II	-Muri di sottoscarpa e controripa c.a, ponticelli di luce sino a 8.00 m; -Tombini scaturari; -Fondazioni armate (pali, plinti, diaframmi, ecc.) -Conglomerati cementizi per cunette, cordoli, pavimentazioni;	Pozzolánico, Altoforno, Portland **	0.50	≥ 16 cm	$\leq 0.1\%$	≥ 30 MPa
III	-Muri di sottoscarpa e controripa in conglomerato cementizio anche se debolmente armato (fino ad un massimo di 30 kg per m3); -Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinti, ecc.); -Rivestimenti di tubazioni (tombini tubolari, ecc.) Prismi per difese spondali;	Pozzolánico Altoforno, Portland **	0.55	≥ 16 cm	$\leq 0.2\%$	≥ 25 MPa

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – “Manutenzione viabilità di quartiere terraferma”
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

*in presenza di concentrazione di solfati e CO₂ aggressiva, il progettista dovrà indicare il cemento più opportuno allo scopo.

** ammesso alle condizioni del successivo punto 4.4.3.1.

***tranne che per particolari manufatti quali pareti sottili a vibrazione programmata, barriere New Jersey o simili che richiedono abbassamenti al cono minori.

****salvo richieste di resistenze maggiori definite nel progetto.

Le prescrizioni relative alla classe di conglomerato cementizio (resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di stagionatura espressa in MPa) sono da ritenersi come minime.

5.7.3 Impasti di calcestruzzo

Gli impasti di calcestruzzo dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato. L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività e devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2. L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008. L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto. Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali. Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206 ed UNI 11104. I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1. Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI EN 206.

5.7.4 Norme per il cemento armato normale

Nella esecuzione delle opere di cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto contenuto nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa vigente.

5.7.4.1 Armatura delle travi

Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata coerentemente con il modello a traliccio adottato per il taglio e quindi applicando la regola della traslazione della

risultante delle trazioni dovute al momento flettente, in funzione dell'angolo di inclinazione assunto per le bielle compresse di calcestruzzo.

Le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad $A_{st} = 1,5 b \text{ mm}^2 / \text{m}$ essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione. In ogni caso, almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

5.7.4.2 Armatura dei pilastri

pag.103 Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm e non potranno avere interassi maggiori di 300 mm. Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di 12 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di $\frac{1}{4}$ del diametro massimo delle barre longitudinali.

5.7.4.3 Copriferro e interferro

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo. Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature. Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati. I copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

5.7.4.4 Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione. La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di 20 volte il diametro della barra. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 4 volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali giunzioni sono qualificate secondo quanto indicato al punto 11.3.2.9 del D.M. 17 gennaio 2018.

Per barre di diametro $\varnothing > 32 \text{ mm}$ occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

Nell'assemblaggio o unione di due barre o elementi di armatura di acciaio per calcestruzzo armato possono essere usate giunzioni meccaniche mediante manicotti che garantiscano la continuità. Le giunzioni meccaniche possono essere progettate con riferimento a normative o documenti di comprovata validità. Tutti i progetti devono contenere la descrizione delle specifiche di esecuzione in funzione della particolarità dell'opera, del clima, della tecnologia costruttiva.

In particolare il documento progettuale deve contenere la descrizione dettagliata delle cautele da adottare per gli impasti, per la maturazione dei getti, per il disarmo e per la messa in opera degli elementi strutturali. Analoga attenzione dovrà essere posta nella progettazione delle armature per quanto riguarda: la definizione delle posizioni, le tolleranze di esecuzione e le modalità di piegatura. Si potrà a tal fine fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670 "Esecuzione di strutture di calcestruzzo".

5.7.5 Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e nelle norme tecniche vigenti (UNI EN 1991-1-6).

Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate in forza del d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e del D.M. 17 gennaio 2018.

Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera appaltata, saranno eseguiti in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato iscritto all'Albo, e che l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori entro il termine che gli verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che gli verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori. L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto. Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

5.7.6 Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi

5.7.6.1 Cemento

Per i manufatti in calcestruzzo armato, potranno essere impiegati unicamente cementi classe 32.5, 32.5 R, 42.5, 42.5 R, 52.5, 52.5 R che soddisfino i requisiti di accettazione previsti dalla Legge 26/05/1965 n° 595, dal DM 03/06/1968, nel Decreto del Ministero dell'Industria, il Commercio e l'Artigianato del 13/09/1993, nonché nel DM 09/03/1988 n°126, con l'esclusione del cemento alluminoso.

In caso di ambienti aggressivi chimicamente, il progettista dovrà indicare il cemento da utilizzare.

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che operino con sistemi di qualità certificati.

All'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla D.L. un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto e i cui requisiti soddisfino i requisiti chimici e fisici richiesti dalle norme di accettazione.

Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la D.L. possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte.

Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare la miscelazione fra tipi diversi.

I sili dovranno garantire la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica, ciascun silo dovrà contenere un cemento di un unico tipo, unica classe ed unico produttore chiaramente identificato da appositi contrassegni.

Se approvvigionato in sacchi, dovrà essere sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto e in ambiente chiuso.

É vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo.

5.7.6.2 *Inerti*

Gli inerti impiegati per il confezionamento del conglomerato cementizio potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava e dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste per la Classe A nella Norma UNI 8520 parte 2^a.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche.

Non dovranno contenere i minerali dannosi:

- ☐ pirite;
- ☐ marcasite;
- ☐ pirrotina;
- ☐ gesso;
- ☐ solfati solubili.

A cura dell'Impresa, sotto il controllo della D.L., dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN 932 parte 3) presso un laboratorio ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristoballite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla D.L. e dall'Impresa.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo.

Nella Tabella 2 sono riepilogate le principali prove cui devono essere sottoposti gli inerti.

Tali esami, dovranno essere effettuati prima dell'autorizzazione all'impiego, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava, ogni 8000 m³ di materiali impiegati e comunque almeno una volta all'anno, nonché ogni volta la Direzione Lavori lo riterrà necessario, salvo per quanto riguarda il contenuto di solfati e di cloruri che dovrà essere effettuato giornalmente.

Per quanto riguarda il coefficiente di forma degli inerti e la granulometria si dovrà verificare che soddisfino alle indicazioni riportate nel predetto punto, ogni 1000 m³ di materiale impiegato, nonché ogni volta che la D.L. lo riterrà necessario.

Tabella 2

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITÀ
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 UNI EN 1367-1	Perdita di massa $\leq 4\%$ dopo 20 cicli
Resistenza all'abrasione	Los Angeles	CNR 34 UNI EN 1097-2	Perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità delle soluzioni solfatiche	UNI EN 1367-2	Perdita di massa dopo 5 cicli $\leq 10\%$
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI EN 1744-1	$SO_3 \leq 0,05\%$
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI EN 933	$ES \geq 80$ $VB \leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{gr}$ di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI EN 932-3	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato: metodo chimico Potenziale attività delle miscele cemento aggregati: metodo del prisma di malta	UNI 8520 (parte 22)	UNI 8520 (parte 22 punto 4) UNI 8520 (parte 22 punto 5)
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN 1744-1	$Cl \leq 0,05\%$
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI EN 933-3	$C_f \geq 0,15$ ($D_{\max} = 32 \text{ mm}$) $C_f \geq 0,12$ ($D_{\max} = 64 \text{ mm}$)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla D.L. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8000 mc di aggregati impiegati.		

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI EN 933-3, minore di 0,15 (per un diametro massimo D_{\max} fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un diametro massimo D_{\max} fino a 64 mm).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà consentire di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, etc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, etc.).

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno tre pezzature, la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche appartenenti alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, appartenenti alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

5.7.6.3 Acqua di impasto

L'acqua di impasto dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con DM 17/01/2018 e s.m.i..

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti (Norma UNI EN 933-1) in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

Se l'acqua proviene da pozzo, le suddette analisi dovranno essere effettuate ogni 3.

5.7.6.4 Additivi e disarmanti

Le loro caratteristiche dovranno essere verificate sperimentalmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi, esibendo inoltre, certificati di prova di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti.

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

É vietato usare lubrificanti di varia natura e olii esausti come disarmanti.

Dovranno essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma UNI 8866, per i quali è stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito.

5.7.7 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica, nonché delle Norme Tecniche di cui al DM 17/01/2018 e s.m.i..

Lo studio, per ogni classe di conglomerato cementizio che figura nei calcoli statici delle opere, dovrà essere fornito almeno 30 giorni prima dell'inizio dei getti.

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

Tale studio, da eseguire presso un Laboratorio Ufficiale, dovrà comprovare la conformità del conglomerato cementizio e dei singoli componenti.

In particolare, nella relazione di qualificazione dovrà essere fatto esplicito riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione R_{ck}
- durabilità delle opere (UNI 8981),
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520),
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi,
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556)
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI EN 12350-7)
- ritiro idraulico (UNI 6555)
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087)
- impermeabilità (ISO DIS 7032)

Inoltre, si dovrà sottoporre all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- d) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella.

Le miscele verranno autorizzate qualora la resistenza a compressione media per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata a 28 giorni sui provini prelevati dagli impasti di prova all'impianto di confezionamento, non si discosti di $\pm 10\%$ dalla resistenza indicata nella relazione di qualificazione.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto previsto ai punti a), b), c) e f). I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori.

L'esame e la verifica, da parte della D.L. dei certificati dello studio preliminare, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla D.L., essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera.

Qualora eccezionalmente, si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI EN 206, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate. Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà comunque essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI EN 206.

5.7.8 Controlli in corso d'opera

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati, per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o all'impianto di confezionamento, ad eccezione delle determinazioni chimiche che dovranno essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale.

5.7.8.1 Granulometria degli inerti

Gli inerti oltre a soddisfare le prescrizioni precedentemente riportate dovranno appartenere a classi granulometricamente diverse e mescolati nelle percentuali richieste formando miscele granulometricamente costanti tali che l'impasto fresco ed indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, aria inglobata, permeabilità e ritiro.

La curva granulometrica dovrà, in relazione al dosaggio di cemento, garantire la massima compattezza al conglomerato cementizio.

Il diametro massimo dell'inerte dovrà essere scelto in funzione delle dimensioni dei copriferri ed interferri, delle caratteristiche geometriche delle cassaforme, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera.

I controlli saranno quelli riportati al punto Inerti.

5.7.8.2 Resistenza dei conglomerati cementizi

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste nel DM 17/01/2018 e s.m.i..

La Direzione dei Lavori ordinerà l'esecuzione delle prove sul numero di prelievi e provini previsti dalla normativa cogente.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la D.L. potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della R_{ck} inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine.

Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la R_{ck} è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata.

Nel caso che la R_{ck} non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

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

Nel caso in cui la D.L. richieda il prelievo di campioni da strutture già realizzate e stagionate questo prelievo, da eseguire in contraddittorio, potrà avvenire sia asportando un blocco informe dal quale ricavare successivamente i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare un numero adeguato di provini cilindrici mediante operazioni di taglio e verifica delle basi.

Sulle opere già eseguite potranno essere eseguite prove non distruttive, a mezzo di sclerometro od altre apparecchiature.

Con lo sclerometro le modalità di prova saranno le seguenti:

- nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione Lavori verrà fissata un'area non superiore a 0,1 m², su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta. Si determinerà la media aritmetica di tali valori.
- Verranno scartati i valori che differiscono più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala sclerometro.

- Tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo.
- Se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova sarà ritenuta non valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina.

Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice. La D.L. si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione.

Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture, secondo le metodologie precedentemente richiamate.

Le prove di compressione sulle carote o cubi dovranno essere eseguite esclusivamente presso Laboratori Ufficiali.

5.7.8.3 *Controllo della lavorabilità*

La lavorabilità del conglomerato cementizio fresco sarà valutata con la misura all'abbassamento al cono di Abrams (slump) in mm secondo la Norma UNI EN 12350, tale prova dovrà essere eseguita in concomitanza a ciascun prelievo di campioni.

La prova è da considerarsi significativa per abbassamenti compresi tra 20 e 240 mm.

Il conglomerato cementizio non dovrà presentarsi segregato e la quantità di acqua essudata, misurata secondo la Norma UNI 7122, dovrà essere nulla.

In alternativa, per abbassamenti inferiori ai 20 mm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

5.7.8.4 *Controllo del rapporto acqua/cemento*

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere valutato tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti che di quella assorbita dagli stessi (Norma UNI EN 1097-6, condizione di inerte "saturo a superficie asciutta", per la quale l'aggregato non cede e non assorbe acqua all'impasto).

Il suddetto rapporto, dovrà essere controllato secondo le indicazioni riportate nella Norma UNI 6393 (par. 5 e 6), e non dovrà discostarsi di ± 0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

Il rapporto a/c dovrà essere controllato anche in cantiere, almeno una volta alla settimana, tale rapporto non dovrà scostarsi più del ± 0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

5.7.8.5 Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio

L'omogeneità del conglomerato cementizio all'atto del getto, dovrà essere verificata vagliando ad umido due campioni, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadrata da 4 mm.

La percentuale in peso del materiale trattenuto nel vaglio dei due campioni non dovrà differire più del 10%, inoltre lo slump degli stessi prima della vagliatura non dovrà differire di più di 30 mm.

5.7.8.6 Controllo del contenuto di aria

La prova del contenuto di aria dovrà essere effettuata ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante.

Essa verrà eseguita con il metodo UNI EN 12350-7.

Tale contenuto dovrà essere determinato con le cadenze previste al punto 11.3.10 della Norma UNI 9858.

5.7.8.7 Controllo del contenuto di cemento

Tale controllo dovrà essere eseguito su conglomerato cementizio fresco, secondo quanto stabilito dalle Norme UNI 9416 - 98 e 6394 - 69.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta del luogo di esecuzione, in quanto tale prova deve essere eseguita su conglomerato cementizio fresco, entro 30 minuti dall'impasto.

5.7.9 Durabilità dei conglomerati cementizi

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati.

Il progettista, dovrà accertare mediante analisi opportune, la presenza e la concentrazione di agenti aggressivi, ed in caso di esito positivo indicare le eventuali prescrizioni che il conglomerato cementizio dovrà soddisfare al fine di evitare la conseguente degradazione.

In particolare, ai fini di preservare le armature da qualsiasi fenomeno di aggressione ambientale, il copriferro minimo da prevedere, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice della barra più vicina, non dovrà essere inferiore a 30 (trenta) mm e comunque come indicato dal progettista.

Tale prescrizione dovrà essere applicata anche a tutte le strutture prefabbricate e/o precomprese.

5.7.10 Tecnologia esecutiva delle opere

5.7.10.1 Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione, dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati.

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 al mese o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Il dispositivo di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

Si dovrà disporre all'impianto, nel caso di guasto dell'apparecchiatura automatica di carico dei componenti, di tabelle riportanti le pesate cumulative dei componenti per tutte le miscele approvate e per le diverse quantità miscelate in funzione della variazione di umidità della sabbia.

Gli inerti dovranno essere tassativamente ed accuratamente lavati in modo tale da eliminare materiali dannosi o polveri aderenti alla superficie.

La percentuale di umidità nelle sabbie non dovrà, di massima, superare l'8% in peso di materiale secco.

Gli inerti dovranno essere stoccati in quantità sufficiente a completare qualsiasi struttura che debba essere gettata senza interruzioni.

Il luogo di deposito dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire lo stoccaggio senza segregazione delle diverse pezzature che dovranno essere separate da appositi setti.

Gli aggregati verranno prelevati in modo tale da garantire la rotazione continua dei volumi stoccati.

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

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al punto 2.6.8.5.

Per quanto non specificato, vale la Norma UNI EN 206 ed il DM 17/01/2018 e s.m.i..

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, 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 è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa.

Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

La lavorabilità non potrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del conglomerato cementizio.

L'impiego di fluidificanti, aeranti, plastificanti, potrà essere autorizzato dalla D.L., anche se non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura possa scendere al di sotto di 278 K (5 °C), se l'impianto di betonaggio non è dotato di un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti o dell'acqua tale da garantire che la temperatura dell'impasto, al momento del getto sia superiore a 287 K (14 °C).

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

Nel luogo di produzione ed in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

5.7.10.2 Trasporto

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 ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

Lo scarico dei componenti nel tamburo delle autobetoniere dovrà avvenire in modo che una parte dell'acqua e di aggregato grosso venga scaricata prima del cemento e degli altri aggregati.

Le betoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare l'eventuale diminuzione di efficacia dovuta sia all'accumulo di conglomerato indurito o legante che per l'usura delle lame.

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

- data;
- classe di conglomerato;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi trasportati;
- l'ora di partenza dall'impianto di confezionamento;
- la struttura a cui è destinato.

L'Impresa dovrà esibire detta documentazione alla D.L..

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al punto 4.4.5.5 della presente sezione.

La lavorabilità dell'impasto sarà controllata, secondo quanto indicato nel punto 4.4.5.3, sia all'uscita dell'impianto di betonaggio o dalla bocca della betoniera, sia al termine dello scarico in opera, la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI EN 206, salvo l'uso di particolari additivi.

Se il conglomerato cementizio viene pompato, il valore dello "slump" dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa.

In ogni caso il tempo intercorrente tra il confezionamento all'impianto ed il getto non dovrà essere superiore ai 90 minuti.

É facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

5.7.10.3 Posa in opera

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, 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, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni 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; in tal senso l'impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

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'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di piastre vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale, saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm.

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

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malta fine di cemento;

- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato.

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.

L'altezza di caduta libera del conglomerato fresco non dovrà mai essere superiore a 100 cm misurati dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formatisi, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del conglomerato cementizio.

Per getti in pendenza, dovranno essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di conglomerato cementizio troppo sottili per essere vibrato efficacemente.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo Impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.

La massa volumica del conglomerato cementizio indurito, misurata secondo la Norma UNI EN 12350 su provini prelevati dalla struttura, non dovrà risultare inferiore al 97% della massa volumica della miscela fresca misurata nelle prove di qualificazione e/o di quella dichiarata nel mix design.

5.7.10.4 Riprese di getto

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive, e senza che l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

Nel caso ciò non fosse possibile, prima di effettuare la ripresa, la superficie di conglomerato cementizio indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata ed eventualmente scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza tra i getti successivi.

Tra le diverse riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

5.7.10.5 Posa in opera in climi freddi

Il clima si definisce freddo quando la temperatura risulta inferiore a 278 K (5 °C).

Valgono le prescrizioni riportate nel punto 4.4.7.1 della presente sezione.

Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore a 287 K (14 °C) e che non siano congelate o innestate le superfici di fondo o di contenimento del getto.

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

5.7.10.6 Posa in opera in climi caldi

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 306 K (33 °C), la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 298 K (25 °C), per getti massivi tale limite dovrà essere convenientemente abbassato.

Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato cementizio potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto.

Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa preventivamente autorizzati dalla D.L.

È tassativo l'obbligo di adottare adeguati sistemi di protezione delle superfici esposte.

Per i tempi di rimozione dei casseri si dovrà rispettare quanto previsto nella Norma UNI EN 206.

5.7.10.7 Stagionatura e disarmo

Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

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'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 d, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) 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'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

In particolare 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.

È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5-1,5 kg/m³.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera.

In casi particolari la D.L. potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

Maturazione accelerata con trattamenti termici

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa qualora siano state condotte indagini sperimentali sul trattamento termico che si intende adottare.

In particolare, si dovrà controllare che ad un aumento delle resistenze iniziali non corrisponda una resistenza finale minore di quella che si otterrebbe con maturazione naturale.

Dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K (30 °C);
- il gradiente di temperatura di riscaldamento e quello di raffreddamento non deve superare 15 K/h (°C/h), e dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo quarto punto;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (60 °C);
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 10 K (10 °C)
- Il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura, dovrà avvenire con apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo;
- la procedura di controllo di cui al punto precedente, dovrà essere rispettata anche per i conglomerati cementizi gettati in opera e maturati a vapore.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni, nonché della resistenza raggiunta al momento del taglio dei trefoli o fili aderenti, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termigrometriche della struttura secondo quanto indicato dalla Norma UNI EN 12390-2.

Disarmo

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

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

La rimozione dell'armatura di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto prescritto dal DM 09/01/1996.

Si dovrà controllare che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

La D.L. potrà prescrivere che le murature di calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione.

In tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio

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

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc).

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

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole classi di conglomerato.

Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura, l'elenco prezzi allegato a questo Capitolato prevederà espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butiadene), a struttura paraffinica (butile), a struttura complessa (silicone poliuretano, poliossipropilene, poliossicloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, potrà essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste,

una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

É tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.).

In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

Nell'esecuzione dei manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

Per la formazione dei fori l'Impresa avrà diritto al compenso previsto nella apposita voce dell'Elenco Prezzi, comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare il lavoro finito a regola d'arte.

Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle di ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere di interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti.

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

Armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nel DM 17/01/2018 e s.m.i..

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a quanto indicato dal progettista.

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 la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

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

È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

5.7.11 Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso

La documentazione da depositarsi ai sensi dei punti a), b), c), d) dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971 e s.m.i. dovrà dimostrare la completa rispondenza dei manufatti prefabbricati alle prescrizioni di cui alle presenti norme.

La relazione dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori.

A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme.

I certificati delle prove saranno conservati dal produttore, che opera con sistemi di qualità certificati.

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà inoltre essere accompagnata, anche da un certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal tecnico responsabile della produzione previsto al terzo comma.

Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP., e portare l'indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista.

In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti prefabbricati potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli.

Copia del certificato di origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 6 della legge 5 novembre 1971, n°1086 e s.m.i..

Il deposito ha validità triennale.

5.7.12 Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per

quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere 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 definitivo-esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'impresa 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 ed in parte isolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo o di sottosuolo.

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

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed 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 i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianza sulle facce in vista del getto.

La superficie esterna dei getti in conglomerato cementizio dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie od altro che ne pregiudichi l'uniformità e la compattezza e ciò sia ai fini della durabilità dell'opera che dell'aspetto estetico.

Per la ripresa dei getti dovranno essere adottati gli accorgimenti indicati al punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Le parti componenti i casseri dovranno risultare a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia. Nel caso di cassetatura a perdere, inglobata nell'opera, si dovrà verificare la sua funzionalità se è elemento portante e che non sia dannosa se è elemento accessorio.

I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Si dovrà far uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. Se verranno impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e, qualora

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

espressamente previsto nel progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata nel qual caso la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora sia prevista la realizzazione di conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'impiego dei disarmani dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore.

Acciaio per c.a. e c.a.p.

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dal DM 17/01/2018 e s.m.i..

Per gli opportuni controlli da parte della D.L., l'Impresa dovrà documentare di ogni partita di acciaio che entra in cantiere la provenienza, la qualità e il peso complessivo di tondini di uno stesso diametro.

Per l'acciaio controllato in stabilimento, l'Impresa dovrà produrre la documentazione prescritta dalle Norme in vigore, che certifichi gli avvenuti controlli e consentire alla D.L. di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto nel DM 17/01/2018 e s.m.i..

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato DM 17/01/2018 e s.m.i..

Rimane comunque salva la facoltà del D.L. di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Impresa.

Acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C controllato in stabilimento

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel DM 17/01/2018 e s.m.i..

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti saranno in barre del tipo B450C, controllate in stabilimento, di diametro compreso tra 4 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 35 cm.

Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel DM 17/01/2018 e s.m.i.. Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiama la normativa vigente.

Zincatura a caldo degli acciai

Quando previsto in progetto gli acciai in barre e le reti in barre di acciaio elettrosaldate dovranno essere zincate a caldo.

Qualità degli acciai da zincare a caldo

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03 - 0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15-0,25%.

Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI ENV 10080:1977 per gli acciai di qualità Fe B 400 S e Fe B 500 S.

Zincatura a caldo per immersione

Trattamento preliminare

Comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a 400 - 430 K.

Immersione in bagno di zinco

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI EN 1179:1997, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710-723 K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m² di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 µm ± 10%.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

Finitura ed aderenza del rivestimento

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere. Dovrà essere aderente alla barra in modo da non poter venire rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

Verifiche

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di t 25.

Oltre alle prove previste ai precedenti punti 25.1 e 25.2, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni della normativa vigente.

In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad una accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese. Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI 1460:1997.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a $610 \text{ g/m}^2 + 10\%$ la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a $610 \text{ g/m}^2 - 10\%$ la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI 5743/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.

Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata. In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;
- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma verrà applicata una penale al lotto che non possieda i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

Certificazioni

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, previste dalle Norme di cui al DM 09/1/96 dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove viene effettuato il trattamento di zincatura.

Lavorazione

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera.

Quando la zincatura viene effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bicomponente dello spessore di 80-100 micron.

5.7.13 Impermeabilizzazione di manufatti in conglomerato cementizio (eventuale)

Ove i disegni di progetto lo prevedano o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno si provvederà alla impermeabilizzazione dell'estradosso di manufatti in conglomerato cementizio, interrati e non, quali i volti delle gallerie artificiali, ponti e viadotti, sottovia ecc.

Tale impermeabilizzazione verrà effettuata mediante:

- guaine bituminose nel caso in cui i manufatti debbano essere interrati.
- con membrane elastiche quando il manufatto debba rimanere scoperto.

I materiali da impiegare dovranno possedere le seguenti caratteristiche: gli strati impermeabilizzanti, oltre che possedere permeabilità all'acqua praticamente nulla, devono essere progettati ed eseguiti in modo da avere:

- elevata resistenza meccanica, specie alla perforazione in relazione sia al traffico di cantiere che alle lavorazioni che seguiranno alla stesa dello strato impermeabilizzante;
- deformabilità, nel senso che il materiale dovrà seguire le deformazioni della struttura senza fessurarsi o distaccarsi dal supporto, mantenendo praticamente inalterate tutte le caratteristiche di impermeabilità e di resistenza meccanica;
- resistenza chimica alle sostanze che possono trovarsi in soluzione o sospensione nell'acqua di permeazione

In particolare dovrà tenersi conto della presenza in soluzione dei cloruri impiegati per uso antigelo;

- durabilità, nel senso che il materiale impermeabilizzante dovrà conservare le sue proprietà per una durata non inferiore a quella della pavimentazione, tenuto conto dell'eventuale effetto di fatica per la ripetizione dei carichi;
- compatibilità ed adesività sia nei riguardi dei materiali sottostanti sia di quelli sovrastanti (pavimentazione);
- altre caratteristiche che si richiedono sono quelle della facilità di posa in opera nelle più svariate condizioni climatiche e della possibilità di un'agevole riparazione locale.

Le suaccennate caratteristiche dell'impermeabilizzazione devono conservarsi inalterate:

- tra le temperature di esercizio che possono verificarsi nelle zone in cui il manufatto ricade e sempre, comunque, tra le temperature di -10° e $+60^{\circ}$ C;
- sotto l'azione degli sbalzi termici e sforzi meccanici che si possono verificare all'atto della stesa delle pavimentazioni o di altri strati superiori.

Dovranno prevedersi prove e controlli di qualità e possibili prove di efficienza.

a) Guaine bituminose

I materiali da usare e le modalità di messa in opera saranno i seguenti:

- pulizia delle superfici: sarà sufficiente una buona pulizia con aria compressa e l'esportazione delle asperità più grosse eventualmente presenti, sigillature e riprese dei calcestruzzi non saranno necessarie; le superfici dovranno avere una stagionatura di almeno 20 giorni ed essere asciutte;
- primer: sarà dello stesso tipo descritto in precedenza e potrà essere dato anche a spruzzo, ad esso seguirà la stesa di circa $0,5 \text{ Kg/m}^2$;
- tipo di guaina: sarà preformata, di spessore complessivo pari a 4 mm, l'armatura dovrà avere peso non inferiore a 250 g/m^2 e resistenza non inferiore a $1000\text{-}1200 \text{ N/5cm}$, ed una flessibilità a freddo a -10°C , i giunti tra le guaine dovranno avere sovrapposizioni di almeno 5 cm e dovranno essere accuratamente sigillati con la fiamma e spatola meccanica;
- resistenza a punzonamento della guaina o dell'armatura (modalità A_1 o G_A): non inferiore a 10 Kg;
- resistenza a trazione (modalità G_2L e G_2T): 8 Kg/cm .

La massima cura dovrà essere seguita nella sistemazione delle parti terminali della guaina in modo da impedire infiltrazioni d'acqua al di sotto del manto; la Direzione dei Lavori potrà richiedere l'uso di maggiori quantità di massa bituminosa da spandere sul primer per una fascia almeno di 1 metro in corrispondenza di questi punti, o altri accorgimenti analoghi per assicurare la tenuta.

Una certa attenzione dovrà essere osservata nella fase di rinterro, evitando di usare a diretto contatto della guaina rocce spigolose di grosse dimensioni.

b) Membrane elastiche

La posa in opera delle membrane verrà preceduta dalla preparazione delle superfici di calcestruzzo da progettare, consistente in una accurata pulizia con aria compressa delle superfici.

La stuccatura di lesioni o vespai e/o l'asportazione di creste di calcestruzzo sarà decisa di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Dopo aver posizionato a secco le singole membrane, curandone l'esatta sovrapposizione nei punti di giunzione, le stesse verranno riavvolte per procedere all'impregnazione del sottofondo con appositi adesivi. Le superfici da incollare comprenderanno l'intera superficie da coprire o parte di essa (zone delle sovrapposizioni, sommità del manufatto, punti in cui è possibile l'infiltrazione dell'acqua, ecc.) e la scelta verrà di volta in volta effettuata dalla Direzione dei Lavori.

Steso l'adesivo si srotoleranno le membrane esercitando sulle stesse la pressione necessaria per ottenere il collegamento al supporto.

Le giunzioni verranno sigillate mediante processo di vulcanizzazione da ottenersi con aria calda prodotta con appositi cannelli elettrici.

Le zone così saldate dovranno essere poi pressate con rullino. In alcuni casi (posizioni della giunzione critica nei confronti delle infiltrazioni) la Direzione Lavori potrà richiedere la doppia saldatura.

I risvolti finali delle membrane dovranno essere realizzati in modo da non permettere infiltrazioni di acqua; termineranno quindi o in scanalature da sigillare con mastici elastici, oppure verranno ricoperti con profili metallici non ossidabili da inchiodare al supporto.

Le caratteristiche delle membrane dovranno essere le seguenti:

- peso compreso tra 1 e 1,5 Kg/m²;
- resistenza alla trazione (ASTM - D 412) a temperatura ambiente, 70 Kg/m²;
- resistenza agli agenti ossidanti (ozono), 12 ore in atmosfera pari a 50 mg/m² senza formazione di microfessure o altre alterazioni.

5.8 RISANAMENTO ANTICORROSIVO DEL CALCESTRUZZO ARMATO DEGRADATO

La corrosione delle armature del cemento armato è una delle principali cause del degrado dei manufatti in calcestruzzo. Il trattamento di rialcalinizzazione ed il relativo ripristino deve essere eseguito con particolare cura e nel pieno rispetto delle istruzioni previste per l'impiego dei materiali.

5.8.1 *Analisi del fenomeno*

Prima di procedere al recupero è necessario conoscere a fondo le cause del degrado, mediante un'accurata analisi che non può essere solo superficiale.

Ripristini localizzati, limitati e superficiali di strutture in calcestruzzo degradate non interrompono il processo di degrado ma in alcuni casi lo possono acuire. L'obiettivo del risanamento è innanzitutto: impedire l'avanzamento della corrosione, ripristinare l'ambiente basico passivante per i ferri d'armatura, eliminare crepe e porosità superficiali, impedire la penetrazione dell'acqua nel conglomerato, creare una barriera alla carbonatazione ed infine restituire alla superficie la perfezione estetica.

L'analisi del degrado viene eseguita individuando la profondità della carbonatazione, il grado di solfatazione, lo spessore del copriferro, fessurazioni e cavità alveolari nascoste. Lo spessore del copriferro può essere valutato mediante scalpellatura, dove non sia già in evidenza a causa di distacchi per fenomeni di *spalling*. Utilizzando una soluzione di fenoftaleina all'1% in etanolo (indicatore acido-base) può essere individuata la profondità della carbonatazione grazie al viraggio dall'incolore al viola dovuto al passaggio da valori di pH 8,5 - 9 (cls carbonatato) a valori superiori.

5.8.2 Ripulitura e preparazione dei ferri

Con l'utilizzo di un demolitore e/o di una martellina manuale bisognerà scoprire tutti i ferri presenti sulla zona da trattare in modo da rimuovere il calcestruzzo deteriorato e asportare tutte le parti incoerenti e in fase di distacco. Andranno rimosse anche tracce di olii, disarmante, ruggine e sporco in genere.

Si procederà quindi alla preparazione delle armature con la ripulitura dalla ruggine con la tecnica della sabbiatura (se disponibile) ovvero con una spazzolatura energica della superficie dei ferri allo scopo di portare le armature allo stato di metallo bianco.

Si avrà cura di eliminare quegli elementi che in futuro possano costituire punti di penetrazione per acqua ed aria nella matrice cementizia.

5.8.3 Trattamento di ripristino

Il trattamento di ripristino si realizzerà in modo rispondente ai principi definiti nella UNI EN 1504-7 e UNI EN 1504-9 con i materiali riportati nel capitolo *Qualità dei Materiali e dei Componenti*.

La Direzione lavori verificherà il materiale presentato dall'impresa controllando scheda tecnica e modalità operative. Il sistema di trattamento dovrà essere interamente della stessa marca.

Il successivo trattamento passivante andrà eseguito immediatamente dopo la pulizia dei ferri a metallo bianco per evitare una nuova ossidazione dovuta a piogge o umidità ambientale.

Il risanamento del calcestruzzo dovrà essere realizzato con impiego esclusivo di malta strutturale premiscelata a stabilità volumica o a ritiro compensato, tissotropica, antiritiro, fibrorinforzata, ad elevata adesione al supporto, con totale inerzia all'aggressione acida e agli elettroliti. Il prodotto deve rispondere ai requisiti minimi richiesti dalla UNI EN 1504-3 per le malte strutturali di classe R4.

La posa in opera dovrà essere realizzata con personale specializzato e idoneo all'impiego delle tecnologie adottate per lo specifico lavoro. La malta dovrà essere quindi applicata a spruzzo (con macchina intonacatrice) o a cazzuola e finita a frattazzo per la complanatura finale e l'ottenimento di una superficie finale liscia e priva di microcavallature.

La malta utilizzata dovrà essere comprovata da idonea certificazione rilasciata da laboratori ufficiali.

La tipologia di malta impiegata dovrà possedere i requisiti principali di seguito riportati:

- alta aderenza al supporto di calcestruzzo;
- alta aderenza all'acciaio costituente l'armatura del calcestruzzo;
- assenza di ritiro (stabilità volumetrica o ritiro compensato) ottenuta mediante una espansione esplicata nella fase di primo indurimento;
- elevata tissotropia;
- facilità di preparazione del prodotto pronto all'uso;

- elevato modulo elastico a compressione (non inferiore a 26.000 MPa);
- elevata resistenza meccanica a compressione a 28 giorni di stagionatura (non inferiore a 60 MPa);
- elevata resistenza meccanica a flessione a 28 giorni di stagionatura (non inferiore a 9 MPa);
- elevata resistenza all'umidità;
- elevata resistenza ai solfati;
- presenza di cloruri al suo interno non superiori al 0,1%.

Le temperature durante la fase di applicazione della malta dovranno essere ottimali, ovvero tra i +15° C e +35° C e comunque non inferiori a + 5° C.

5.8.4 Applicazioni possibili:

- negli interventi di recupero, consolidamento e ripristino di opere in conglomerato cementizio armato;
- nei casi di lunghe sospensioni per la ripresa del getto, sui ferri di armatura di attesa di parti strutturali in conglomerato cementizio armato.

5.9 FONDAZIONI STRADALI E SOTTOFONDI

Al fine di valutare la portanza della pavimentazione stradale, sarà necessario effettuare delle prove di carico su piastra, rispettando i valori limite indicati nei paragrafi precedenti.

5.9.1 Strato di fondazione in misto granulometricamente stabilizzato con legante naturale

5.9.1.1 Descrizione

La fondazione è realizzata con misto granulare corretto granulometricamente, ovvero con misto granulare (miscela di varie pezzature di aggregato, reperibile in natura e di provenienza diversa), corretto con l'aggiunta o meno di legante naturale costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI. La correzione può avvenire mediante materiale naturale o proveniente da frantumazione.

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

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

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

5.9.1.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

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

1. L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 63 mm (o al crivello da 71 mm di apertura); non deve essere costituito da granuli di forma appiattita, allungata o lenticolare.
2. La granulometria deve essere compresa nel seguente fuso e deve avere andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

<i>Serie crivelli e setacci</i>	<i>Passante in peso</i>
<i>SERIE UNI 2332</i>	
Crivello 71	100
Crivello 40	75 - 100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Crivello 5	25 - 55
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0,4	7 - 22
Setaccio 0,075	2 - 10

<i>Serie crivelli e setacci</i>	<i>Passante in peso</i>
<i>SERIE UNI EN 13043</i>	
Crivello 63	100
Crivello 31.25	66 - 100
Crivello 16	47 - 80
Crivello 8	30 - 63
Crivello 4	21 - 50
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 1	11 - 32
Setaccio 0, 5	8 - 24
Setaccio 0, 25	6 - 18
Setaccio 0, 125	4 - 14
Setaccio 0, 063	2 - 10

3. Il rapporto tra il passante al setaccio 0,075 UNI 2332 ed il passante al setaccio 0,40 UNI 2332 deve essere inferiore a 2/3.

4. La perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, secondo la norma UNI EN 1097-2:1999 "Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Metodi per la determinazione della resistenza alla frammentazione", non deve essere superiore al 30%.
5. L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8:2000 "Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Valutazione dei fini - Prova dell'equivalente in sabbia", determinato sull'aggregato della miscela da utilizzare, deve essere compreso fra 40 e 65%. I limiti superiore e inferiore dell'equivalente in sabbia potranno essere variati dalla Direzione Lavori in funzione della provenienza e delle caratteristiche del materiale utilizzato. In particolare, per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 40%, se ritenuti idonei, la Direzione Lavori richiederà, in ogni caso, la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6). I suddetti controlli dovranno essere ripetuti sul materiale prelevato dopo costipamento in situ.
6. L'indice di portanza californiano CBR, secondo la normativa CNR-UNI 10009:1964, determinato dopo aver sottoposto il campione a quattro giorni di imbibizione in acqua, deve risultare non inferiore al 30%. L'indice C.B.R., inoltre, non dovrà scendere al di sotto del valore anzidetto per variazioni dell'umidità ottima di costipamento di $\pm 2\%$.
7. Qualora ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, l'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm), deve avere una sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma CNR B.U. n° 80 del 15 Novembre 1980, non superiore al 30%.
8. L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve avere un Limite Liquido, ai sensi della Norma CNR-UNI 10014:1964, non superiore al 25%; il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità).
9. Il modulo di deformazione Md dello strato deve essere quello inserito nel progetto della pavimentazione e viene determinato impiegando la metodologia indicata nella Norma CNR 146/92.

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

5.9.1.3 Studio della miscela in laboratorio

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di fondazione, l'Appaltatore dovrà preliminarmente eseguire uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi delle pezzature, necessari per la produzione di un misto stabilizzato in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sullo stabilizzato da utilizzare in fase di stesa. Dovrà essere inoltre contestualmente trasmessa alla Direzione Lavori una relazione circostanziata che illustri, in modo chiaro ed inequivocabile:

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
 nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
 Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

- tipologia e caratteristiche dei materiali che saranno utilizzati per la realizzazione dello strato di fondazione;
- luogo, modalità e tempi del loro approvvigionamento;
- luogo, modalità e tempi del loro impiego, trattamento e messa in opera;
- provvedimenti da porre in atto per garantire il mantenimento nel tempo dei loro requisiti fisici e meccanici, previsti nello studio preliminare e richiesti dal Capitolato;
- provvedimenti previsti in caso di variazione delle condizioni di cui ai punti precedenti.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del misto granulometricamente stabilizzato, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta degli aggregati lapidei nelle varie pezzature; dovranno essere indicate la natura e la provenienza dell'inerte, nonché, per ciascuna frazione e per lo stabilizzato che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1:1999 *"Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per stacciatura"*), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6:2002 *"Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua"*) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 2.7.1.2).

5.9.1.4 Modalità esecutive

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm., e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

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

Il piano di posa dovrà avere la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti.

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 e comunque dovrà essere oggetto di preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori.

Il costipamento dello strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova di costipamento, eseguita secondo la Norma CNR B.U. n° 69 del 30 Novembre 1978 con il procedimento AASHTO modificato.

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

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

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

in cui:

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

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

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

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

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 25 mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso, nella stessa formula, al termine x dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso del trattenuto al crivello UNI 25 mm).

5.9.1.5 Controllo dei requisiti di accettazione

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

Nel cantiere di stesa dovranno essere effettuati i seguenti controlli:

- a) verifica dell'idoneità delle attrezzature di stesa e rullatura;
- b) verifica della composizione e delle caratteristiche intrinseche del misto stabilizzato, secondo i requisiti di cui all'art.2.7.1.2;
- c) verifica delle caratteristiche fisico-meccaniche del materiale costipato e, in particolare, di:
 - c.1) *peso specifico in situ*, secondo la Norma CNR B.U. n° 22 del 3 Febbraio 1972, in relazione alla densità massima determinata con procedura AASHTO Modificato e secondo le indicazioni di cui al precedente art. 2.7.1.4;
 - c.2) *modulo di deformazione M_d* , determinato con prova di carico su piastra al primo ciclo di carico, nell'intervallo di pressione compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm², secondo la norma CNR B.U. n° 146 del 14 dicembre 1992; esso dovrà risultare non inferiore a 50 N/mm²;
 - c.3) *regolarità* dello strato: la superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.
- d) verifica dello spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

5.9.2 Strato di fondazione (sottobase) in misto cementato

5.9.2.1 Descrizione

Il misto cementato per fondazione (sottobase) sarà costituito da una miscela di inerti lapidei, impastata con cemento e acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume. Lo spessore finito dell'unico strato in cui il materiale dovrà essere messo in opera in un unico strato non inferiore a cm 20 e non superiore a cm 30.

5.9.2.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

5.9.2.2.1 Inerti

Saranno impiegati aggregati naturali e di frantumazione, anche costituiti da ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume, a condizione che la percentuale di frantumato complessiva sia superiore al 40% in peso, sul peso totale degli inerti. La Direzione Lavori potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato inferiori al limite stabilito, previa verifica che la miscela finale presenti comunque le resistenze a compressione e a trazione, a 7 giorni, prescritte nel seguito (a tal fine, si potrà modificare la composizione della miscela variando la percentuale delle sabbie presenti e/o la quantità di passante al setaccio da 0,075 mm).

Gli inerti avranno i seguenti requisiti:

1. Il materiale deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al crivello UNI 40 (o setaccio equivalente); non deve essere costituito da granuli di forma appiattita, allungata o lenticolare.
2. Granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme:

<i>Serie crivelli e setacci</i>	<i>Passante in peso</i>
SERIE UNI 2332	
Crivello 40	100
Crivello 30	80 - 100
Crivello 25	72 - 90
Crivello 10	40 - 55
Crivello 5	28 - 40
Setaccio 2	18 - 30
Setaccio 0,4	8 - 18
Setaccio 0,075	5 - 10

<i>Serie crivelli e setacci</i>	<i>Passante in peso</i>
SERIE UNI EN 13043	
Crivello 63	100
Crivello 31.25	80 - 100
Crivello 16	55 - 73
Crivello 8	34 - 48
Crivello 4	25 - 36
Setaccio 2	18 - 30
Setaccio 1	14 - 24
Setaccio 0,5	9 - 19
Setaccio 0,25	7 - 15

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

Setaccio 0, 125	5 –12
Setaccio 0, 063	4 - 10

3. Perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, secondo la norma UNI EN 1097-2:1999, non superiore al 30%:
4. Equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8:2000, compreso fra 30 e 60 %.
5. Qualora ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, l'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 4 mm) dovrà avere:
 - 5a) *sensibilità (non formattato per elenco, semplice testo) al gelo*, determinata secondo la Norma CNR B.U. n° 80 del 15 Novembre 1980, non superiore al 30%;
 - 5b) coefficiente di usura determinato con la *prova Micro-Deval*, secondo la Norma UNI EN 1097-1:2000 *"Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della resistenza all'usura (micro-Deval)"*, in presenza di acqua (MDU), non superiore al 25 %.
6. L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 4 mm) dovrà avere un Limite Liquido, ai sensi della Norma CNR-UNI 10014, non superiore al 25%; il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità).
7. Il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, rocce degradabili, rocce solfatiche, rocce reagenti con alcali del cemento, ai sensi della Norma CNR B.U. n° 104 del 27 Novembre 1984, nell'aggregato grosso deve essere inferiore all'1%.
8. Il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, rocce degradabili, solfatiche o reagenti con alcali del cemento, ai sensi della Norma CNR B.U. n° 104 del 27 Novembre 1984, nell'aggregato fino deve essere inferiore all'1%. Così deve essere inferiore all'1%, nello stesso aggregato, il contenuto in ione SO₄= e il contenuto di sostanze organiche.

5.9.2.2.2 Legante

Il cemento da impiegare, ai sensi del D.M. Industria, Commercio e Artigianato del 13 Settembre 1993, deve essere del tipo ENV 197-1 CEM I, II, III o IV, tipo 32,5 o 42,5, ma non può avere elevata resistenza iniziale (32,5R o 42,5 R). La percentuale di legante sarà compresa tra il 2,5 e il 3,5% in peso sul peso dell'inerte (secco).

5.9.2.2.3 Acqua

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materie organiche e da qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento, con una possibile variazione percentuale (in aumento o in diminuzione) di 2 punti per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

5.9.2.3 Studio della miscela in laboratorio

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di fondazione (sottobase), l'Appaltatore dovrà preliminarmente eseguire uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi delle pezzature, necessari per la produzione di un misto cementato in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul misto da utilizzare in fase di stesa.

Dovrà essere inoltre contestualmente trasmessa alla Direzione Lavori una relazione circostanziata che illustri, in modo chiaro ed inequivocabile:

1. tipologia e caratteristiche dei materiali che saranno utilizzati per la realizzazione dello strato di fondazione (sottobase), con particolar riguardo a inerte e legante;
2. luogo, modalità e tempi del loro approvvigionamento;
3. luogo, modalità e tempi del loro impiego, trattamento e messa in opera;
4. provvedimenti da porre in atto per garantire il mantenimento nel tempo dei loro requisiti fisici e meccanici, previsti nello studio preliminare e richiesti dal Capitolato;
5. provvedimenti previsti in caso di variazione delle condizioni di cui ai predetti punti 1 - 2 - 3.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del misto cementato, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del cemento e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature. Dovranno essere indicati: tipo, qualità e dosaggio del cemento; natura e provenienza dell'inerte; per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1:1999), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6:2002) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 2.7.2.2 1/2/3).

La quantità di acqua e di legante con cui effettuare l'impasto sarà preliminarmente determinata in laboratorio, per via sperimentale, mediante provini cilindrici su cui determinare la densità del secco, il carico di rottura a compressione, la resistenza a trazione indiretta, secondo la norma UNI EN 12390-6:2002

La prova di *resistenza a compressione* sarà eseguita su provini confezionati in stampi cilindrici di acciaio per prova C.B.R. (ai sensi della Norma CNR-UNI 10009), privi di disco spaziatore e dotati di collare di prolunga; negli stampi, il materiale sarà costipato in n° 5 strati, con n° 85 colpi per strato, con un'energia pari a quella prevista nella norma CNR B.U. n° 69 del 30 Novembre 1978 (Prova di costipamento di una terra) per il procedimento AASHTO Modificato. Onde consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato si dovrà aver cura che la miscela, a costipamento ultimato, ecceda di 1 cm circa rispetto all'altezza del cilindro; l'eccedenza verrà eliminata, previa rimozione del collare di prolunga e rasatura dello stampo, in modo che l'altezza del provino risulti essere pari a quella dello stampo C.B.R. medesimo.

Il confezionamento dei campioni sarà eseguito dosando gli inerti secondo la curva granulometrica di progetto, dopo aver eliminato la frazione trattenuta al crivello 25 UNI (o al setaccio corrispondente), preparando più impasti con percentuali di cemento diverse e, per ogni percentuale di cemento, con percentuali di acqua diverse. Con ogni impasto si confezioneranno almeno 4 provini, sui quali verrà calcolata la densità secca.

I provini dovranno essere conservati negli stampi in ambiente umido per le prime 24 ore dal confezionamento; saranno quindi estratti e fatti stagionare per 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90%) a temperatura di circa 20 °C. Per prove eseguite in cantiere la stagionatura sarà effettuata in sabbia umida.

I provini, dopo la stagionatura, saranno sottoposti a prova di rottura a compressione, condotta con l'applicazione di uno sforzo unitario crescente con continuità sino a rottura, in ragione di 1 N/mm²/s. La resistenza a compressione a 7 giorni, espressa come media su quattro provini, dovrà risultare compresa fra 4 e 7 N/mm²; qualora uno dei valori dovesse scostarsi dalla media di oltre il 20%, la media aritmetica sarà computata sui campioni rimanenti, a condizione che nessuno di questi manifesti un pari scostamento dalla media risultante. In quest'ultima circostanza, qualora fossero due i campioni con valori di resistenza a compressione che si scostano di oltre il 20% dalla media, la prova dovrà essere integralmente ripetuta.

La prova di *resistenza a trazione indiretta* (prova brasiliana) sarà eseguita su provini confezionati secondo le modalità previste per la prova di compressione.

Il carico dovrà essere applicato, collocando il provino con il proprio asse orizzontale e interponendo appositi listelli in compensato o cartone duro (di sezione minima di mm 15 x 4 e lunghezza maggiore dell'altezza del campione), mediante i piatti di una pressa che dovranno trasmettere un gradiente di tensione costante sino a rottura, in ragione di 0,05 N/mm²/s. La resistenza a trazione indiretta, determinata su almeno tre provini, dovrà risultare non inferiore a 0,25 N/mm².

Dall'indagine sperimentale eseguita con la *prova di compressione* e la *prova di trazione indiretta* dovranno essere scelti: curva granulometrica; contenuto di legante; contenuto d'acqua da utilizzare nel confezionamento della miscela; densità e resistenze di progetto da utilizzare come riferimento nelle prove di controllo.

5.9.2.4 Preparazione e controllo requisiti di accettazione in fase di confezionamento miscela

L'Appaltatore, dopo aver eseguito lo studio della miscela in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione Lavori la composizione da adottare e ad essa, una volta accettata, dovrà scrupolosamente attenersi per tutta la durata dei lavori.

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre distinti assortimenti ed il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m³ di miscela.

L'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri, da eseguirsi presso la centrale di miscelazione, subito prima della miscelazione.

Per quanto concerne la curva granulometrica dell'inerte, rispetto al valore percentuale del passante ai singoli vagli della curva granulometrica adottata, sarà ammessa una tolleranza di ± 5 punti dal crivello 40 al crivello 5 UNI e di ± 2 punti dal setaccio 2 UNI al setaccio 0,075 UNI, purché non vengano superati i limiti del fuso.

Per la quantità di cemento non sarà tollerato uno scostamento, dalla percentuale stabilita, superiore a $\pm 0,3$ punti.

5.9.2.5 Modalità esecutive

Il materiale verrà steso in un unico strato di spessore finito pari a quello prescritto dal progetto.

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente, dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

Il materiale pronto per la messa in opera e il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria, composizione e dosaggio dei componenti. Dovrà, inoltre, possedere le caratteristiche fisico-meccaniche di impiego di cui agli art.2.7.2.2 e 2.7.2.3, fatte salve le prescrizioni di cui all'art.2.7.2.4. Una volta in opera, esso dovrà presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato, in modo da non rivelare segregazione dei suoi componenti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Il costipamento e la finitura dello strato saranno effettuati con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato e comunque essa dovrà essere oggetto di preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori. In generale, il costipamento sarà realizzato con rulli lisci vibranti e rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati), comunque semoventi.

L'idoneità dell'attrezzatura e le modalità esecutive di posa e costipamento del misto cementato verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale, dove sarà utilizzata la miscela studiata per l'intervento specifico secondo la procedura di cui al precedente art.2.7.2.3.

Tutte le operazioni anzidette non dovranno essere eseguite quando le condizioni ambientali risulteranno tali da poter danneggiare la qualità dello strato.

La stesa della miscela non dovrà, di norma, essere eseguita con temperature dell'aria inferiori a 5 e superiori a 25 °C, né in presenza di pioggia. Potrà, tuttavia, essere consentita la stesa a temperature comprese fra i 25 e i 30 °C, a condizione che il misto cementato sia protetto da evaporazione durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); nella stessa circostanza, sarà necessario provvedere ad un'abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato prima della sua applicazione, al fine di prevenire un anomalo assorbimento dell'acqua di impasto da parte del sottofondo.

Le operazioni di costipamento del misto cementato e la successiva applicazione dello strato protettivo in emulsione bituminosa sulla superficie del medesimo, dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15 – 18 °C ed umidità relativa del 50 % circa. Temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è

opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15 %, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1-2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, da togliere al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale su tutto lo spessore dello strato.

Non saranno eseguiti altri giunti, all'infuori di quelli di ripresa.

Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore alle 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato finito a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa, ma solo e limitatamente ai mezzi gommati.

Strati eventualmente compromessi da improprie condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Appaltatore.

5.9.2.6 Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida (cationica) al 55% in ragione di 1-1,5 kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui esso potrà venire sottoposto; successivamente si provvederà allo spargimento di sabbia.

5.9.2.7 Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Il costipamento dello strato in misto cementato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 97% della densità massima del progetto.

Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno 1 prova per giornata lavorativa), prelevando il materiale durante la stesa, ovvero prima dell'indurimento.

La *densità* in sito si valuterà secondo le prescrizioni della Norma CNR B.U. n° 22 del 3 Febbraio 1972 (metodo del volumometro a sabbia o a membrana), avuto riguardo di correggere la misura in modo da eliminare il contributo degli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto mediante la metodologia analitica proposta all'art. 2.7.1.4, oppure attraverso una misura diretta, consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di

questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la successiva misurazione del volume.

Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15-20 giorni di stagionatura), su provini estratti tramite carotatrice; la densità secca verrà ricavata come rapporto tra il peso della carota, essiccata in stufa a 105-110 °C, ed il suo volume, ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino. In questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità del progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela che, per i rilievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate all'art.2.7.2.2.3.

Prove di *compressione* e di *trazione indiretta* saranno eseguite prelevando un numero minimo di 8 campioni (4 per la compressione, 4 per la trazione) per ogni 1500 m³ di materiale costipato e frazione eccedente. La preparazione dei provini per le singole determinazioni avverrà previa eliminazione, mediante vagliatura con crivello o setaccio, dell'inerte con dimensioni superiori a 25 mm.

La resistenza, a 7 giorni, a *compressione* e a *trazione indiretta*, determinata su provini confezionati prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo e stagionati secondo le indicazioni del precedente articolo, potrà discostarsi dai valori di riferimento preventivamente determinati in laboratorio con una tolleranza del 20 %, in aumento come in diminuzione, ma mai potrà essere inferiore ai minimi prescritti per lo studio di laboratorio (rispettivamente 4 N/mm² per la *resistenza a compressione*, 0,25 N/mm² per la *resistenza a trazione indiretta*).

Il *modulo di deformazione* M_d , determinato con prova di carico su piastra al primo ciclo di carico, nell'intervallo di pressione compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm², secondo la norma CNR B.U. n° 146 del 14 dicembre 1992, fra 3 e 12 ore dopo la compattazione del materiale, dovrà altresì risultare non inferiore a 100 N/mm².

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; tale scostamento non potrà essere che saltuario.

Qualora si dovesse rilevare un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non sarà consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere e riapplicare, a sua totale cura e spesa, lo strato per il suo intero spessore.

5.10 PALIFICAZIONI

Le palificazioni sono costituite da elementi strutturali di fondazione infissi o costruiti, in grado di trasmettere al sottosuolo le forze ed i carichi applicati dalle sovrastrutture.

Le palificazioni potranno essere composte da:

- pali di legno infissi;
- pali di calcestruzzo armato infissi;

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

- pali trivellati di calcestruzzo armato costruiti in opera.

I lavori saranno eseguiti in conformità, alla normativa vigente e a quella di seguito elencata:

- Ministero delle infrastrutture - Decreto 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni" (G.U. 20 febbraio 2018, n. 42);
- d.P.R. 380/2001 e s.m.i., art. 52;
- CNR «Istruzioni sulla pianificazione della manutenzione stradale»;
- Raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana sui pali di fondazione, dicembre 1984.

5.10.1 Pali infissi

a) Pali di legno

I pali di legno devono essere di essenza forte o resinosa secondo le previsioni di progetto o le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione dei Lavori. I pali dovranno essere scortecciati, ben diritti, di taglio fresco, congruati alla superficie ed esenti da carie.

La parte inferiore del palo sarà sagomata a punta e protetta da apposita puntazza in ferro di forma e peso adeguati agli sforzi indotti dall'infissione. La parte superiore del palo, sottoposta ai colpi di maglio, dovrà essere munita di anelli di ferro e cuffia che impedisca durante la battitura ogni rottura.

I pali, salvo diverse prescrizioni, verranno infissi verticalmente nella posizione stabilita dal progetto.

Ogni palo che si spezzasse durante l'infissione o deviasse, dovrà essere, su richiesta della Direzione dei Lavori, tagliato o divolto e sostituito con altro.

I pali dovranno essere battuti fino a rifiuto con maglio di peso adeguato.

Il rifiuto si intende raggiunto quando l'affondamento prodotto da un determinato numero di colpi del maglio, cadente sempre dalla stessa altezza, non supera il limite che il progettista avrà fissato in funzione del carico che il palo dovrà sopportare.

Le ultime volate dovranno essere sempre battute in presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore non potrà in alcun modo procedere alla recisione della testa del palo senza averne preventiva autorizzazione.

Al fine di consentire la verifica della portata di progetto, dovranno venire rilevati per ogni palo e trascritti su apposito registro, i seguenti elementi:

- profondità raggiunta;
- rifiuto;
- peso della cuffia o degli altri elementi di protezione;
- peso della massa battente;

- altezza di caduta del maglio;
- frequenza di colpi;
- energia d'urto;
- efficienza del battipalo.

A giudizio della Direzione dei Lavori la portata dei pali battuti potrà essere controllata mediante prove di carico dirette, da eseguire con le modalità e nel numero che sarà prescritto.

b) Pali di conglomerato cementizio armato.

I pali prefabbricati saranno centrifugati a sezione cava.

Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm² e dovrà essere esente da porosità o altri difetti.

Il cemento sarà pozzolanico e dovrà essere esente da porosità o altri difetti.

Il cemento sarà pozzolanico, ferrico pozzolanico o d'altoforno.

La Direzione dei Lavori potrà anche ordinare rivestimenti protettivi.

Il copriferro dovrà essere di almeno tre centimetri.

I pali dovranno essere muniti di robuste puntazze metalliche ancorate al conglomerato.

L'infissione verrà fatta con i sistemi ed accorgimenti previsti per i pali di legno.

I magli, se a caduta libera, dovranno essere di peso non inferiore a quello del palo da infiggere.

Allo scopo di evitare la rottura delle teste dei pali durante l'infissione, saranno applicate sopra di esse protezioni di legname entro cerchiature di ferro.

Lo spostamento planimetrico della posizione teorica dei pali non potrà superare 10 cm e l'inclinazione finale, rispetto all'asse teorico, non dovrà superare il 3%.

Per valori degli spostamenti superiori a quelli indicati, la Direzione dei Lavori potrà richiedere che i pali siano rimossi e sostituiti.

Per ogni palo dovranno venire rilevati e trascritti su apposito registro, i seguenti elementi:

- lunghezza;
- diametro esterno alla punta ed alla testa;
- diametro interno alla punta ed alla testa;
- profondità raggiunta;
- rifiuto;
- tipo di battipalo;
- peso del maglio;
- altezza di caduta del maglio;

- caratteristiche della cuffia;
- peso della cuffia;
- energia d'urto;
- efficienza del battipalo.

Occorrerà inoltre registrare il numero di colpi necessario all'affondamento del palo per ciascun tratto di 50 cm finché la resistenza alla penetrazione risulti minore di un colpo per ogni 1,5-2 cm, o per ciascun tratto di 10 cm quando la resistenza alla penetrazione superi i valori sopracitati.

Sul fusto del palo dovranno essere riportate delle tacche distanziate tra loro di un metro a partire dalla punta del palo onde poterne controllare la penetrazione progressiva.

Qualora durante l'infissione si verificassero scheggiature, lesioni di qualsiasi genere oppure deviazioni dell'asse, che a giudizio della Direzione dei Lavori non fossero tollerabili, il palo dovrà essere rimosso e sostituito.

5.10.2 Pali costruiti in opera

a) Pali speciali di conglomerato cementizio costruiti in opera

La preparazione dei fori destinati ad accogliere gli impasti dovrà essere effettuata senza alcuna asportazione di terreno mediante l'infissione del tubo-forma, secondo le migliori norme tecniche d'uso della fattispecie, preventivamente approvata dalla Direzione dei Lavori.

Per la tolleranza degli spostamenti rispetto alla posizione teorica dei pali e per tutte le modalità di infissione del tubo-forma e relativi rilevamenti, valgono le norme descritte precedentemente per i pali prefabbricati in calcestruzzo armato centrifugato.

Ultimata l'infissione del tubo-forma si procederà anzitutto alla formazione del bulbo di base in conglomerato cementizio mediante energico costipamento dell'impasto e successivamente alla confezione del fusto, sempre con conglomerato cementizio energicamente costipato.

Il costipamento del getto sarà effettuato con i procedimenti specifici per il tipo di palo adottato, procedimenti che, comunque, dovranno essere preventivamente concordati con la Direzione dei Lavori.

Il conglomerato cementizio impiegato sarà del tipo prescritto negli elaborati progettuali e dovrà risultare esente da porosità od altri difetti.

Il cemento sarà pozzolanico o d'altoforno.

L'introduzione del conglomerato nel tubo-forma dovrà avvenire in modo tale da ottenere un getto omogeneo e compatto, senza discontinuità o segregazione; l'estrazione del tubo-forma, dovrà essere effettuata gradualmente, seguendo man mano la immissione ed il costipamento del conglomerato cementizio ed adottando comunque tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità od inclusioni di materiali estranei nel corpo del palo.

Durante il getto dovrà essere tassativamente evitata l'introduzione di acqua all'interno del tubo, e si farà attenzione che il conglomerato cementizio non venga trascinato durante l'estrazione del tubo-forma; si avrà cura in particolare che l'estremità inferiore di detto tubo rimanga sempre almeno 100 cm sotto il livello raggiunto dal conglomerato.

Dovranno essere adottati inoltre tutti gli accorgimenti atti ad evitare la separazione dei componenti del conglomerato cementizio ed il suo dilavamento da falde freatiche, correnti subacquee, ecc. Quest'ultimo risultato potrà essere ottenuto mediante arricchimento della dose di cemento, oppure con l'adozione di particolari additivi o con altri accorgimenti da definire di volta in volta con la Direzione dei Lavori. Qualora i pali siano muniti di armatura metallica, i sistemi di getto e di costipamento dovranno essere, in ogni caso, tali da non danneggiare l'armatura né alterarne la posizione rispetto ai disegni di progetto.

Le gabbie d'armatura dovranno essere verificate, prima della posa in opera, dalla Direzione dei Lavori.

Il copriferro sarà di almeno 5 cm.

La profondità massima raggiunta da ogni palo sarà verificata prima del getto dalla Direzione dei Lavori e riportata su apposito registro giornaliero.

La Direzione dei Lavori effettuerà inoltre gli opportuni riscontri sul volume del conglomerato cementizio impiegato, che dovrà sempre risultare superiore al volume calcolato sul diametro esterno del tubo-forma usato per l'esecuzione del palo.

b) Pali trivellati di piccolo diametro di malta cementizia iniettata ed armatura metallica.

La perforazione, con asportazione del terreno, verrà eseguita con il sistema più adatto alle condizioni che di volta in volta si incontrano e che abbia avuto la preventiva approvazione da parte della Direzione dei Lavori.

Lo spostamento planimetrico della posizione teorica dei pali non dovrà superare 5 cm e l'inclinazione, rispetto all'asse teorico, non dovrà superare il 3%.

Per valori di scostamento superiori ai suddetti, la Direzione dei Lavori deciderà se scartare i pali che dovranno eventualmente essere rimossi e sostituiti.

Qualora si impieghi fango di perforazione per il sostegno delle pareti del foro, si procederà con le modalità stabilite per i diaframmi di calcestruzzo armato di cui al precedente articolo.

5.10.3 Disposizioni valide per ogni palificazione portante

a) Prove di carico.

I pali saranno sottoposti a prove di carico statico o a prove di ribattitura in relazione alle condizioni ed alle caratteristiche del suolo e in conformità al DM 17 gennaio 2018 e alle relative norme vigenti.

b) Controlli non distruttivi.

Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme, la Direzione dei Lavori potrà richiedere prove secondo il metodo dell'eco o carotaggi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità.

Per quanto non espressamente contemplato nel presente articolo, le modalità esecutive devono essere conformi alle indicazioni della normativa consolidata.

5.10.4 Prove sui pali

Tutte le prove sui pali sono a carico dell'impresa e dovranno essere eseguite da laboratori o strutture accettate dalla Direzione dei Lavori. Nell'esecuzione delle prove oltre a quanto prescritto nel presente capitolato e negli elaborati progettuali devono essere rispettate le vigenti norme.

Pali di prova

Prima dell'inizio della costruzione della palificata devono essere eseguiti pali pilota, nel numero indicato dalla Direzione lavori; l'ubicazione di tali pali deve essere stabilita dalla Direzione dei Lavori e risultare esattamente dai verbali che verranno redatti sulle prove eseguite.

Le prove di carico per la determinazione del carico limite del palo singolo devono essere spinte fino a valori del carico assiale tali da portare a rottura il complesso palo-terreno, o comunque tali da consentire di ricavare significativi diagrammi abbassamenti-carichi e abbassamenti-tempi.

Prove di collaudo statico

Per le prove di collaudo, i pali di prova vanno prescelti fra quelli costituenti l'intera palificata e indicati dalla Direzione dei Lavori o dal Collaudatore: il loro numero deve essere pari ad almeno l'1% del numero totale dei pali, con un minimo di due.

Le prove di collaudo dei pali di diametro inferiore a 80 cm devono essere spinte fino a 1,5 volte il carico ammissibile del palo singolo, con applicazione graduale del carico sul palo.

Ove previsto in progetto, l'Impresa è tenuta ad effettuare sui pali prove di carico orizzontale, prove estensimetriche, carotaggi sonici, ecc.; le prove di carico verticale di cui alle norme vigenti sono integralmente a carico dell'impresa, mentre per le prove di altro tipo sarà applicata la corrispondente voce dell'elenco dei prezzi unitari.

Ancoraggi - Micropali

Nella costruzione di ancoraggi e nell'esecuzione delle prove di carico per la determinazione del carico limite del singolo ancoraggio e delle prove di collaudo – al fine di controllare il comportamento degli ancoraggi eseguiti – devono essere osservate le specifiche norme geotecniche vigenti.

Le prove per la determinazione del carico limite del singolo ancoraggio devono essere spinte a valori del carico tali da portare a rottura il complesso ancoraggio-terreno.

La prova di collaudo consiste in un ciclo semplice di carico e scarico, sottoponendo l'ancoraggio ad una forza pari ad 1,3 volte la prevista forza di esercizio.

La tipologia di prove da eseguire (a rottura o di collaudo) ed eventuali modifiche da apportare ai carichi di prova, dovute a quanto riscontrato durante l'esecuzione dei micropali, saranno definite in cantiere dalla Direzione dei Lavori.

5.11 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO

5.11.1 Conglomerato bituminoso per strato di base

Descrizione

Lo strato di base in conglomerato bituminoso è costituito da un misto granulare, prevalentemente di frantumazione, composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043:2004 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico"), impastato a caldo con bitume tal quale per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma Norme UNI EN 12591:2002 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali"), previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

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

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

Caratteristiche dei materiali da impiegare

a) Materiali inerti

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1:1998 "Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati. Metodi di campionamento".

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per strato di base dovrà essere verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella norma UNI EN 13043:2004.

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà essere costituito almeno per il 70% da materiale frantumato e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- 1) perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2:1999, non superiore al 25%;
- 2) se richiesto dalla Direzione Lavori, sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma CNR B.U. n° 80 del 15 Novembre 1980, non superiore al 30%;
- 3) contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma CNR B.U. n° 104 del 27 Novembre 1984, inferiore all'1%;
- 4) spogliamento in acqua a 40 °C, secondo la Norma CNR B.U. n° 138 del 15 Ottobre 1992, non superiore al 5%.

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

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e naturali (la percentuale di queste ultime sarà prescritta, di volta in volta, dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento della prova Marshall, ma comunque non dovrà essere mai superiore al 30% in peso della miscela delle sabbie) e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- 1) Limite Liquido, ai sensi della Norma CNR-UNI 10014, non superiore al 25%; il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità);
- 2) contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma CNR B.U. n° 104 del 27 Novembre 1984, inferiore all'1%;
- 3) equivalente in sabbia, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8:2000, non inferiore al 50 %.

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

- essere completamente passanti al setaccio 0,18 mm della serie UNI 2332;
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,075 mm della serie UNI 2332 non inferiore a 90.

L'analisi granulometrica sull'additivo dovrà essere comunque eseguita per via umida, secondo l'art. 5 della Norma CNR B.U. n° 23 del 14 Dicembre 1971.

b) Legante

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme UNI EN 12591:2002 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali", per il bitume tal quale.

CARATTERISTICHE BITUMI SEMISOLIDI PER USI STRADALI

DETERMINAZIONE	Unità di misura	classe		
		5	6	7
Penetrazione a 25°C	dmm	40-60	50-70	70-100
Punto di rammollimento (palla- anello)	° C	48-56	46-54	43-51
Punto di rottura Fraass, massimo	°C	- 7	- 8	-10

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

viscosità a 60° C	Pa.s	175	145	90
penetrazione residua dopo R.T.F.O.T., min.	%	50	50	46
Punto di rammollimento dopo R.T.F.O.T., min.	°C	49	48	45
Solubilità in solv. organici, minima	%	99	99	99

Per la valutazione delle caratteristiche di accettazione si farà riferimento alle seguenti normative CNR ed eventualmente alle Normative Europee riportate fra parentesi ove recepite dall'UNI:

B.U. n° 24 del 29 Dicembre 1971, "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" (prova di penetrazione) [EN 1426];

B.U. n° 35 del 22 Novembre 1973, "Punto di rammollimento (metodo palla e anello)" [EN 1427];

B.U. n° 43 del 6 Giugno 1974, "Punto di rottura (metodo Fraass)" [EN12593];

B.U. n° 44 del 29 Ottobre 1974, "Metodo di prova: duttilità";

B.U. n° 48 del 24 Febbraio 1975, "Metodo di prova: solubilità in solventi organici" [EN 12592];

B.U. n° 50 del 17 Marzo 1976, "Metodo di prova: perdita per riscaldamento (volatilità)" [EN 12607-1].

c) Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci	Passante in peso
SERIE UNI EN 13043	
Crivello 63	100
Crivello 31.5	100
Crivello 16	55 - 78
Crivello 8	36 - 60
Crivello 4	25 - 48
Setaccio 2	18 - 38
Setaccio 0,5	8 - 21
Setaccio 0,25	5 - 16
Setaccio 0,063	4 - 8

Il tenore di bitume della classe 6 (pen. 50/70) dovrà essere compreso tra il 4.0% - 4.5% in peso, riferito al peso totale degli aggregati e la percentuale ottimale dovrà essere determinata attraverso studio Marshall delle miscele. Per gli strati di minor spessore finito dovranno essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore.

Il conglomerato dovrà avere i requisiti di seguito descritti.

1) Il valore della stabilità Marshall, secondo la Norma UNI EN 12697:2000 parte 34, determinata su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare superiore a 8 KN ed inferiore a 12 KN; inoltre, il valore della rigidità Marshall, dato dal rapporto fra Stabilità e Scorrimento determinati nel corso della medesima prova, dovrà essere superiore a 2.50 KN/mm ed inferiore a 4.0 KN/mm.

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

2) La percentuale di vuoti residui determinata sui provini Marshall dovrà risultare compresa fra 3% e 6%. Le misure di stabilità, rigidità e porosità saranno eseguite sui provini confezionati con il conglomerato bituminoso utilizzato per la realizzazione della pavimentazione.

Studio della miscela in laboratorio

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di base, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi necessari per la produzione di un conglomerato bituminoso in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul conglomerato da utilizzare in fase di stesa.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del conglomerato bituminoso, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del legante e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature. Dovranno essere indicati: tipo, qualità e dosaggio del bitume; natura e provenienza dell'inerte; per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1:1999), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6:2002) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 19.3.1.2.a/b/c).

Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante prova Marshall, da realizzare secondo le modalità descritte in precedenza; saranno misurati i parametri di stabilità, scorrimento, rigidità e porosità, in base ai quali sarà giustificata la formulazione ottimale della miscela.

La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettato dalla Direzione Lavori lo studio della miscela proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente, saranno tollerati scostamenti, rispetto allo studio di formulazione, pari a:

- $\pm 5\%$ sull'aggregato grosso;
- $\pm 2\%$ sull'aggregato fine;
- $\pm 1.5\%$ sulla quantità di filler;
- $\pm 0.25\%$ sulla quantità di bitume.

Formazione e confezione della miscela

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati di tipo discontinuo, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti in ogni loro parte. Gli impianti dovranno

comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

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

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

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

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

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

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

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante tra 150 e 180° C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

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

Posa in opera della miscela

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

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

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

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento. Le vibrofinitrici

dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

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

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

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

Procedendo alla stesa in più strati, questi dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Tra di essi dovrà essere interposta una mano di ancoraggio di emulsione bituminosa, spruzzata in ragione di almeno 500 g/m². Gli strati finiti dovranno avere uno spessore non inferiore a 8 cm, né superiore a 12 cm.

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

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

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

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

Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali

Alla formulazione definita a seguito di studio sperimentale e approvata dalla Direzione Lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente in fase di esecuzione dei lavori, comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Allo scopo, in corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni nonché in fasi successive la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali, presso Laboratorio qualificato e di propria insindacabile fiducia.

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 98% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa, né inferiore al 96% di quella determinata secondo la "ricetta ottimale" in fase di formulazione dell'impasto (art. 19.3.1.3). La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma CNR B.U. n° 40 del 30 Marzo 1973, su carote di 10 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove.

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

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

Non saranno consentiti scostamenti per lo spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 2,5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

5.11.2 Conglomerato bituminoso per strato di binder

Descrizione

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido a bassa viscosità, filler ed eventuali additivi; è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso riciclato preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN 13108-8. La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare, che può essere di qualsiasi provenienza, va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla direttiva CPR 305/2011 /CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

Nel caso di impiego del conglomerato bituminoso riciclato potranno essere utilizzati speciali Attivanti Chimici Funzionali (ACF) per rigenerare le caratteristiche di viscosità ed adesività possedute dal bitume invecchiato e soddisfare le prescrizioni finali richieste per la miscela.

Gli Attivanti Chimici Funzionali devono avere le caratteristiche chimico-fisiche descritte nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DEGLI ATTIVANTI DI RIGENERAZIONE (ACF)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Densità a 25 °C	ASTM D-1298	-	da 0,900 a 0,950
Punto di infiammabilità	ASTM D-92	°C	200

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma = 10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa*s	da 0,03 a 0,05
Solubilità in tricloroetilene (in peso)	ASTM D-2042	%	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	da 1,5 a 2,5
Contenuto di acqua (in volume)	ASTM D-95	%	1
Contenuto di azoto (in peso)	ASTM D-3228	%	da 0,8 a 1,0

La percentuale di impiego deve essere stabilita e validata con prove sulla miscela di conglomerato bituminoso.

Le caratteristiche e la quantità di utilizzo degli attivanti di rigenerazione dovranno essere riportate nello studio preliminare della miscela (mix design).

Il dosaggio sarà indicativamente dello 0,2% - 0,8% in peso rispetto al totale legante.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

d) Aggregati

Costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";

- direttiva Prodotti da Costruzione CPR 305/2011 CEE;
- ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico";
- norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati", per il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi.

L'aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 2 \text{ mm}$ e $D \leq 45 \text{ mm}$; non dovrà provenire da rocce scistose o degradate e dovrà essere costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie naturali o artificiali privi di elementi in fase di alterazione. I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Dimensione massima	UNI EN 933-1	Dmax	mm	20	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	GC	%		GC90-10
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 25	LA 25

Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1	F 1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	Cc	%	≥ 50	C 50/30
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	> 95	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 15	FI 15
Qualità dei fini	UNI EN 933-9	MBF	g/kg	≤ 10	MBF10
Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-1	MDE	-	≤ 20	MDE20

L'aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063$ mm e $D < 2$ mm con denominazione GF 85; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm con denominazione GA 90. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare oltre ai requisiti dell'Allegato ZA della UNI EN 13043, i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 16	f 16
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	> 70	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti. Qualunque sia la provenienza o la natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare oltre ai requisiti dell'Allegato ZA della UNI EN 13043, i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	V _{28/45}
Palla anello (filler/bitume = 1,5)	UNI EN 13179-1	Δ _{R&B}	%	> 8	Δ _{R&B/16}

Il possesso dei requisiti degli aggregati sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

e) Legante

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

Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicati nella tabella seguente:

DETERMINAZIONE	Unità di misura	Normativa	Tipo	
Penetrazione a 25°C	dmm	UNI EN 1426	50-70	70-100
Punto di rammollimento (palla- anello)	° C	UNI EN 1427	46-54	43-51
Punto di rottura Fraass, massimo	°C	UNI EN 12593	≤ - 8	≤ -10
Solubilità	%	UNI EN 12592	≥ 99	≥ 99
Penetrazione residua dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)	%	UNI EN 1426	≥ 50	≥ 46
Punto di rammollimento dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)	°C	UNI EN 1427	≥ 48	≥ 45
Incremento del punto di Rammollimento dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)	°C	UNI EN 1427	≤ 11	≤ 11

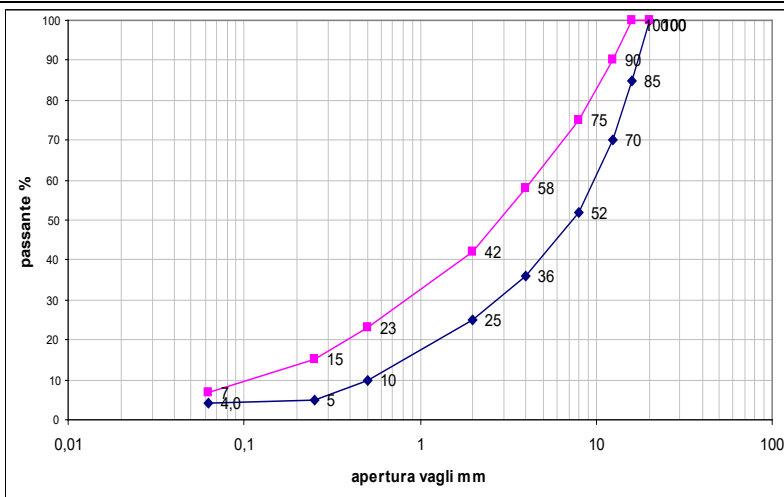
Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

f) Miscela

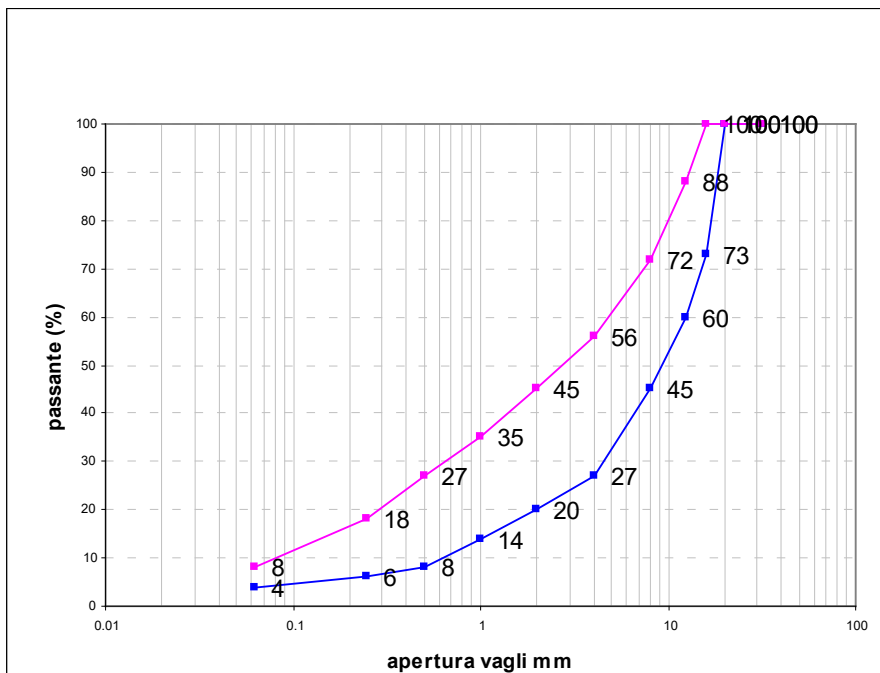
La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base più gruppo 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA (BINDER CB 16)		
APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)	
20	100	
16	85 - 100	
12,5	70 - 90	

8	52 - 75
4	36 - 58
2	25 - 42
0,5	10 - 23
0,25	5 - 15
0,063	4 - 7



COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA (BINDER CB 20)		
APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)	
20	100	
16	73 - 100	
12,5	60 - 88	
8	45-72	
4	27 -56	
2	20 - 45	
0,5	8 - 27	
0,25	6 - 18	
0,063	4 - 8	



La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥4,4	B _{min} 4,4

Il legante contenuto nella miscela include il legante del conglomerato riciclato ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.

In base al metodo prescelto, le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di binder dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) (Metodo Marshall)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Minima stabilità	UNI EN 12697-34	S_{min}	kN	>12	-
Quoziente (minimo)	UNI EN 12697-34	Q_{min}	kN/mm	>2,5	$Q_{min2,5}$
Quoziente (massimo)	UNI EN 12697-34	-	kN/mm	<4,0	-
Contenuto massimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{max}	%	<7	V_{max7}
Contenuto minimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{min}	%	>3	V_{min3}
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	$ITSR$	%	>75	$ITSR_{80}$
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	>0,7	-
<ul style="list-style-type: none"> i provini per le misure di stabilità, quoziente e percentuale dei vuoti residui riportate dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o all'atto della stesa e la temperatura di compattazione dovrà essere pari a 150°C ± 5°C; la determinazione della stabilità viene eseguita a 60°C su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia; il contenuto dei vuoti dovrà essere determinato in conformità alla norma UNI EN 13108-20. 					

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) (Metodo volumetrico)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	V10G _{min}	%	>10	V10G _{min9}
		V10G _{max}	%	<14	-
V _{min}		%	>3	V _{min3,0}	
V _{max}		%	<6	V _{max6}	
Vuoti a 180 rotazioni		V _{min}	%	>2	V _{min2,0}
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 3 000	S _{min2 800}

Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	>0,7	-
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>75	ITSR ₈₀

CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria):

- angolo di rotazione: 1,25° +0,02°;
- velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
- pressione verticale: kPa 600;
- diametro del provino: mm 150;
- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a N_{design}.

Nota: L'impresa è tenuta nello studio di formulazione della miscela a dichiarare il numero di rotazioni di progetto N_{design} tale da produrre la % di vuoti richiesta nelle presenti CSA.

Nello studio di formulazione, il valore della densità risultante dalla misurazione geometrica della pressa giratoria deve essere corretto mediante un coefficiente C= Pvol (geometrico)/Pvol(misurato)

I controlli, in opera, del materiale sciolto con pressa giratoria, verranno effettuati sulla base del numero di giri di progetto N_{design}

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) (Requisiti prestazionali)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f _{cmax}	µm/m/n	<0,8	f _{cmax0,8}
<ul style="list-style-type: none"> • Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione Marshall a 75 colpi per faccia o della compattazione volumetrica, con pressa giratoria a N_{design}. 					

Studio della miscela in laboratorio

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%

Legante (riferito alla miscela)	$\pm 0,3\%$
------------------------------------	-------------

Il legante contenuto nella miscela include il legante del conglomerato riciclato ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Confezione della miscela

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

Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purchè il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

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

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

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

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

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

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

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

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

Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione dello strato è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 60 B 4).

Il dosaggio del materiale da impiegare varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione. Nel caso di nuove costruzioni il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 Kg/mq; qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente o precedentemente fresata il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,50 Kg/mq.

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate nella tabella seguente:

PARAMETRO	METODO DI PROVA	VALORI	CLASSE (UNI EN 13808)
Polarità	UNI EN 1430	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40 (+/- 1%)	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60 (+/- 1%)	5
Indice di rottura	UNI EN 12850	70 - 130	4

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Posa in opera della miscela

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

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente asciutto, pulito, scevro di polveri e privo di residui di qualsiasi natura.

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

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 150°C. La temperatura ambiente esterna non dovrà mai essere inferiore ai 5 °C.

Nel caso in cui il tempo percorso tra impianto di produzione e stesa sia maggiore a 90 minuti sarà necessario verificare che la temperatura all'impianto e alla stesa rimanga entro i valori di seguito indicati:

LIMITI DELLA TEMPERATURA				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥ 150	≤ 180

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

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo dei rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Si avrà cura, inoltre, che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

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

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ. I prelievi di conglomerato bituminoso dalla sede stradale dovranno essere eseguiti in zone significative della pavimentazione, evitando campionature ai margini della strada o in prossimità dei giunti. Le prove devono essere eseguite da un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità secondo la norma UNI EN 13043.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione (se presente) e vengono inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante metodo volumetrico o metodo Marshall.

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Lo spessore dello strato verrà determinato (UNI EN 12697-29), per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni sezione) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 95
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio (Marshall o pressa giratoria a N_{design}) riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{max}	%	< 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27				

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa) verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	<4
Resistenza di attrito radente (PTV)*	UNI EN 13036-4	-	≥55
Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1	mm	≥0,5
Coefficiente di aderenza trasversale (CAT)*	CNR BU 147/92	-	≥0,55
*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare in un periodo di tempo compreso tra il sesto e il dodicesimo giorno di ultimazione della stesa.			

Qualora i valori di aderenza superficiale CAT e/o HS fossero inferiori alle soglie stabilite, fissati in 0,55 per CAT e 0,5 per HS, fino al raggiungimento di valori di CAT di 0,45 e di HS di 0,3 è prevista una penalizzazione del 15% sul prezzo dello strato bituminoso interessato. Al di sotto di tali valori l'Impresa dovrà provvedere alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato a proprie spese.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Stazione Appaltante, secondo le modalità descritte nei piani dei controlli minimi di seguito specificati. La Direzione Lavori ha la facoltà di effettuare ulteriori accertamenti sui requisiti dei materiali e delle lavorazioni.

CONTROLLI PERIODICI MATERIALI COSTITUENTI		
MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Aggregato lapideo	Impianto di produzione	A richiesta della Direzione Lavori
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI MISCELA		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Base, Binder, Usura	Impianto di produzione	Settimanale
Base, Binder, Usura	Pavimentazione	Giornaliera o: ogni 6.000 q (binder, base) ogni 10.000 q (usura)
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI SPESSORE		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Base, Binder, Usura	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia stesa

CONTROLLI PERIODICI CARATTERISTICHE SUPERFICIALI		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Pavimentazione	A campione

5.11.3 Conglomerato bituminoso per strati di usura

Descrizione

Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido a bassa viscosità, filler ed eventuali additivi. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il conglomerato per lo strato di usura può essere utilizzato anche per l'esecuzione di risagomature del piano stradale per strati con spessore inferiori a 5 cm.

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla direttiva CPR 305/2011 /CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

a) Aggregati

Costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- direttiva Prodotti da Costruzione CPR 305/2011 CEE;
- ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico";
- norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati", per il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi.

L'aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 2$ mm e $D \leq 45$ mm; non dovrà provenire da rocce scistose o degradate e dovrà essere costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie

naturali o artificiali privi di elementi in fase di alterazione. I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	14 (CB 14) 12 (CB 12)	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	G_c	%		G_{c90-10}
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 20	LA_{20}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1	F_1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C_c	%	≥ 70	$C_{70/10}$
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	> 95	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 15	FI_{15}
Qualità dei fini	UNI EN 933-9	MB_F	g/kg	≤ 10	MB_F10
Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-1	M_{DE}	-	≤ 20	M_{DE20}

L'aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063$ mm e $D < 2$ mm con denominazione GF 85; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm con denominazione GA 90.

Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare oltre ai requisiti dell'Allegato ZA della UNI EN 13043, i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 18	f_{18}
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	> 75	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti.

Qualunque sia la provenienza o la natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	V _{28/45}
Palla anello (filler/bitume=1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	> 8	$\Delta_{R\&B/16}$

Il possesso dei requisiti degli aggregati sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

b) Legante

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

Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicati nella tabella seguente:

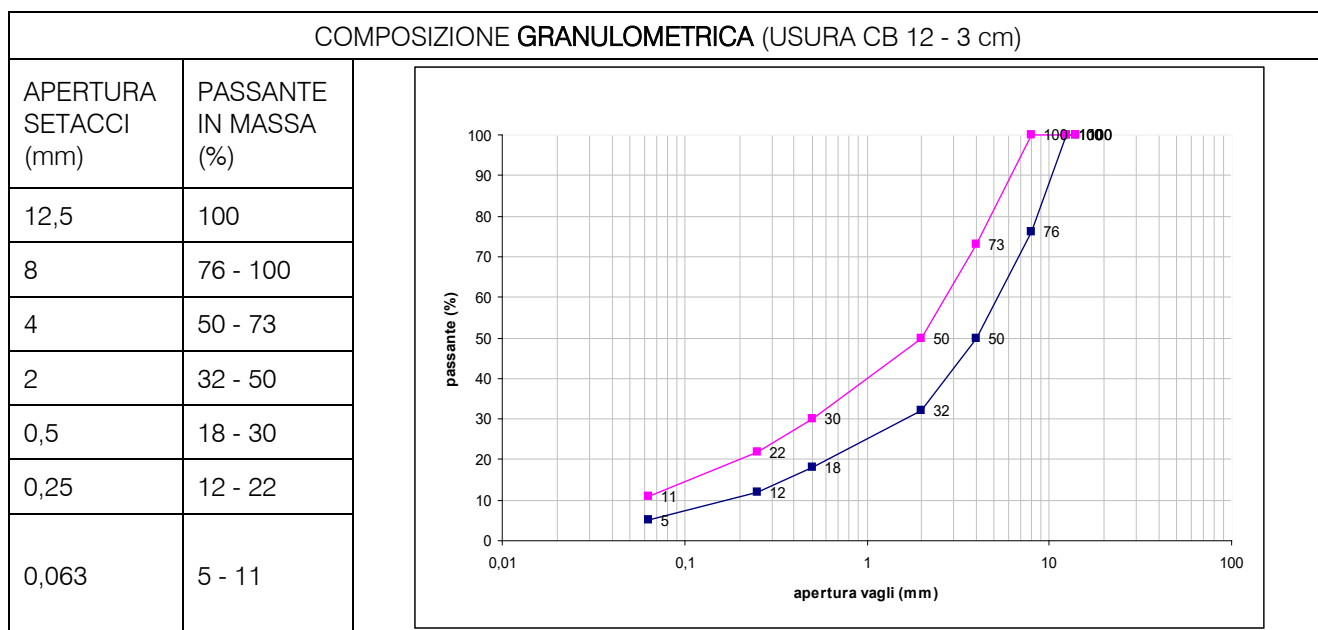
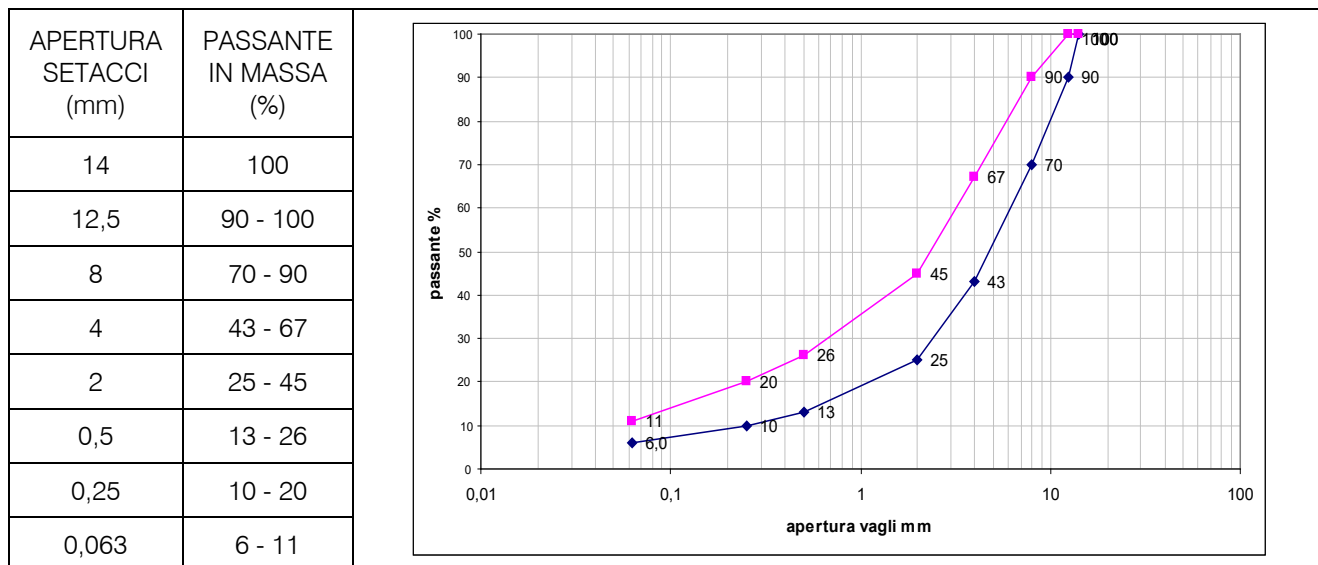
DETERMINAZIONE	Unità di misura	Normativa	Tipo	
Penetrazione a 25°C	dmm	UNI EN 1426	50-70	70-100
Punto di rammollimento (palla - anello)	° C	UNI EN 1427	46-54	43-51
Punto di rottura Fraass, massimo	°C	UNI EN 12593	≤ - 8	≤ -10
Solubilità	%	UNI EN 12592	≥ 99	≥ 99
Penetrazione residua dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)	%	UNI EN 1426	≥ 50	≥ 46
Punto di rammollimento dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)	°C	UNI EN 1427	≥ 48	≥ 45
Incremento del punto di Rammollimento dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)	°C	UNI EN 1427	≤ 11	≤ 11

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

c) Miscela

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base più gruppo 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

COMPOSIZIONE **GRANULOMETRICA** (USURA CB 14 - 4 cm)



La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥ 5,4	B _{min5,4}

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria. In base al metodo prescelto, le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di usura dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (Metodo Marshall)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Minima stabilità	UNI EN 12697-34	S_{min}	kN	$> 12,5$	$S_{min12,5}$
Quoziente (minimo)	UNI EN 12697-34	Q_{min}	kN/mm	> 3	Q_{min3}
Quoziente (massimo)	UNI EN 12697-34	-	kN/mm	< 5	-
Contenuto massimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{max}	%	< 6	V_{max6}
Contenuto minimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{min}	%	> 3	V_{min3}
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	$ITSR$	%	> 75	$ITSR_{80}$
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	$> 0,8$	-
<ul style="list-style-type: none"> i provini per le misure di stabilità, quoziente e percentuale dei vuoti residui riportate dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o all'atto della stesa e la temperatura di compattazione dovrà essere pari a 150°C \pm 5°C; la determinazione della stabilità viene eseguita a 60°C su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia; il contenuto dei vuoti dovrà essere determinato in conformità alla norma UNI EN 13108-20. 					

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (Metodo volumetrico)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	V10G _{min}	%	> 10	V10G _{min9}
		V10G _{max}	%	< 14	-
V _{min}		%	> 3	V _{min3,0}	
V _{max}		%	< 6	V _{max6}	
Vuoti a 180 rotazioni		V _{min}	%	> 2	V _{min2,0}
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 3 300	S _{min3 600}
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm²	> 0,8	-

Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	ITSR	%	> 75	ITSR ₈₀
<p>CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria):</p> <ul style="list-style-type: none"> angolo di rotazione: 1,25° + 0,02°; velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto; pressione verticale: kPa 600; diametro del provino: mm 150 o mm 100; i requisiti di resistenza e di rigidità saranno valutati su provini compattati a N_{design}. <p>Nota: L'impresa è tenuta nello studio di formulazione della miscela a dichiarare il numero di rotazioni di progetto N_{design} tale da produrre la % di vuoti richiesta nelle presenti CSA.</p> <p>Nello studio di formulazione, il valore della densità risultante dalla misurazione geometrica della pressa giratoria deve essere corretto mediante un coefficiente C= Pvol (geometrico)/Pvol(misurato)</p> <p><i>I controlli, in opera, del materiale sciolto con pressa giratoria, verranno effettuati sulla base del numero di giri di progetto N_{design}</i></p>					

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (Requisiti prestazionali)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f_{cmax}	$\mu m/m/n$	<1	f_{cmax1}
<i>In alternativa</i>					
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22	WTS_{AIR}	mm10 ³ cicli	<10	WTS_{AIR10}
<ul style="list-style-type: none"> Per evitare la duplicazione di specifiche ("eccesso di specifiche") non dovranno essere determinati entrambi i requisiti. Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione Marshall a 75 colpi per faccia o della compattazione volumetrica, con pressa giratoria a 180 giri. 					

Studio della miscela in laboratorio

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE

Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	$\pm 5\%$
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	$\pm 3\%$
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	$\pm 2\%$
Legante (riferito alla miscela)	$\pm 0,3\%$

Confezione della miscela

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

Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

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

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

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

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

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

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

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

Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione dello strato è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 60 B 4).

Il dosaggio del materiale da impiegare varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione. Nel caso di nuove costruzioni il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 Kg/mq; qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente o precedentemente fresata il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,50 Kg/mq.

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate nella tabella seguente:

PARAMETRO	METODO DI PROVA	VALORI	CLASSE (UNI EN 13808)
Polarità	UNI EN 1430	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40 (+/- 1%)	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60 (+/- 1%)	5
Indice di rottura	UNI EN 12850	70 - 130	4

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Posa in opera della miscela

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

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente asciutto, pulito, scevro di polveri e privo di residui di qualsiasi natura.

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

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a $150^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. La temperatura ambiente esterna non dovrà mai essere inferiore ai 5°C .

Nel caso in cui il tempo percorso tra impianto di produzione e stesa sia maggiore a 90 minuti sarà necessario verificare che la temperatura all'impianto e alla stesa rimanga entro i valori di seguito indicati:

LIMITI DELLA TEMPERATURA				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	$^{\circ}\text{C}$	$\geq 150 \pm 5^{\circ}\text{C}$	≤ 180

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

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo dei rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Si avrà cura, inoltre, che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

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

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ. I prelievi di conglomerato bituminoso dalla sede stradale dovranno essere eseguiti in zone significative della pavimentazione, evitando campionature ai margini della strada o in prossimità dei giunti. Le prove devono essere eseguite da un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità secondo la norma UNI EN 13043.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione (se presente) e vengono inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante metodo volumetrico o metodo Marshall.

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni sezione) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 96
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio (Marshall o pressa giratoria a 100 giri) riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{max}	%	< 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27				

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa) verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	< 4
Resistenza di attrito radente (PTV)*	UNI EN 13036-4	-	≥ 55
Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1	mm	≥ 0,5
Coefficiente di aderenza trasversale (CAT)*	CNR BU 147/92	-	≥ 0,55
*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare in un periodo di tempo compreso tra il sesto e il dodicesimo giorno di ultimazione della stesa.			

Qualora i valori di aderenza superficiale CAT e/o HS fossero inferiori alle soglie stabilite, fissati in 0,55 per CAT e 0,5 per HS, fino al raggiungimento di valori di CAT di 0,45 e di HS di 0,3 è prevista una penalizzazione del 15% sul prezzo dello strato bituminoso interessato. Al di sotto di tali valori l'Impresa dovrà provvedere alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato a proprie spese.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Stazione Appaltante, secondo le modalità descritte nei piani dei controlli minimi di seguito specificati. La Direzione Lavori ha la facoltà di effettuare ulteriori accertamenti sui requisiti dei materiali e delle lavorazioni.

CONTROLLI PERIODICI MATERIALI COSTITUENTI		
MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Aggregato lapideo	Impianto di produzione	A richiesta della Direzione Lavori
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI MISCELA		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Base, Binder, Usura	Impianto di produzione	Settimanale
Base, Binder, Usura	Pavimentazione	Giornaliera o: ogni 6.000 q (binder, base) ogni 10.000 q (usura)

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale
--------------------	------------------------	-------------

CONTROLLI PERIODICI SPESSORE		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Base, Binder, Usura	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia stesa

CONTROLLI PERIODICI CARATTERISTICHE SUPERFICIALI		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Pavimentazione	A campione

5.11.4 Conglom. bitum. per strati di usura confezionato con bitume modificato (eventuale)

Descrizione

Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato con polimeri, filler ed eventuali additivi. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla direttiva CPR 305/2011 /CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

a) Aggregati

Costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler. I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- direttiva Prodotti da Costruzione CPR 305/2011 CEE;
- ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico";
- norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati", per il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi.

L'aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 2 \text{ mm}$ e $D \leq 45 \text{ mm}$; non dovrà provenire da rocce scistose o degradate e dovrà essere costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie naturali o artificiali privi di elementi in fase di alterazione. I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	14 (CB 14) 12 (CB 12)	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	G_C	%		G_{C90-10}
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 20	LA_{20}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1	F_1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C_C	%	≥ 70	$C_{70/10}$
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	> 95	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 15	FI_{15}
Qualità dei fini	UNI EN 933-9	MB_F	g/kg	≤ 10	MB_F10
Resistenza all'usura dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-1	M_{DE}	-	≤ 20	M_{DE20}

L'aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063$ mm e $D < 2$ mm con denominazione GF 85; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm con denominazione GA 90. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare oltre ai requisiti dell'Allegato ZA della UNI EN 13043, i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 18	f 16
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	> 75	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asphaltica e ceneri volanti.

Qualunque sia la provenienza o la natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-

Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	$V_{28/45}$
Palla anello (filler/bitume=1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	> 8	$\Delta_{R\&B/16}$

Il possesso dei requisiti degli aggregati sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

b) Legante.

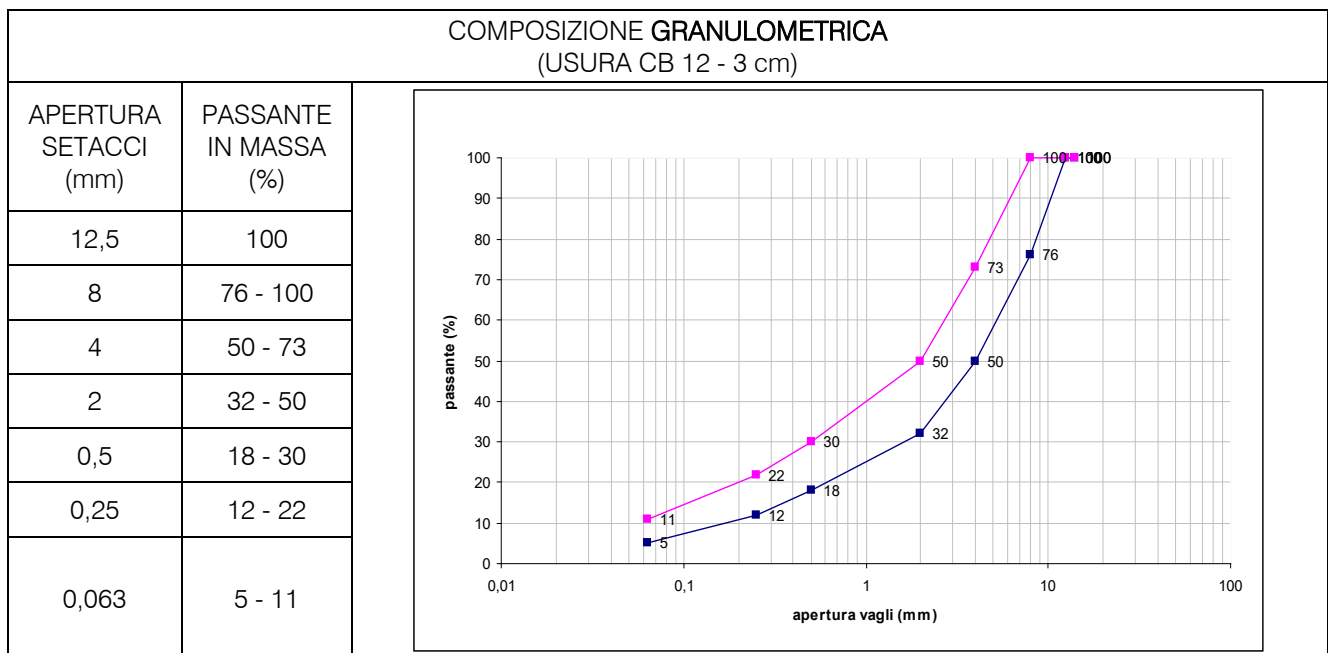
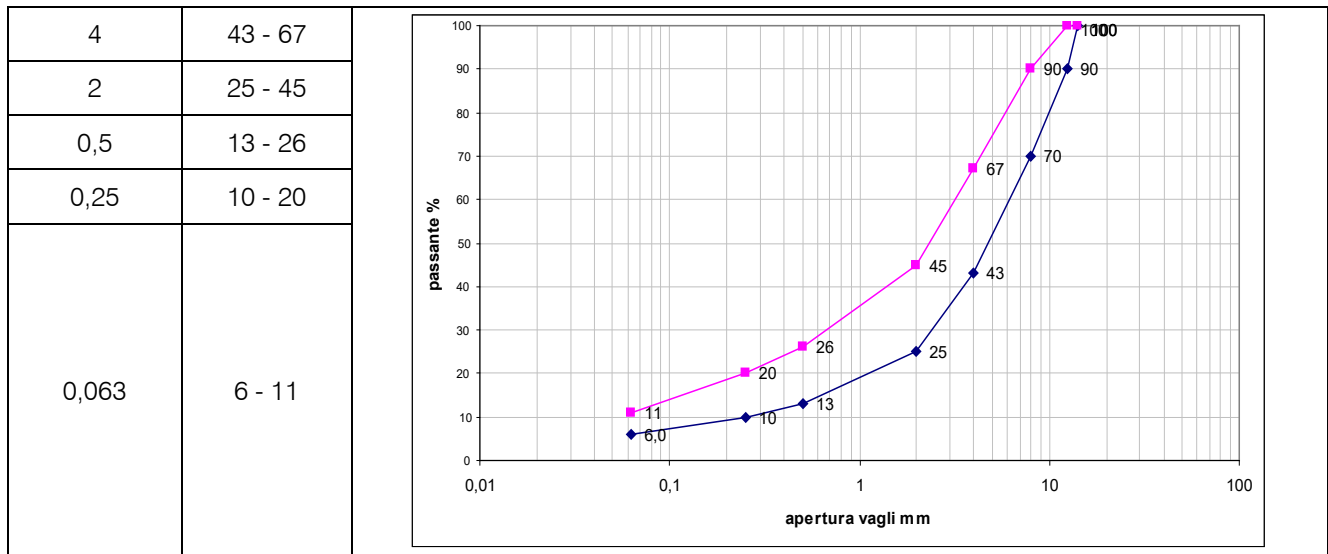
Il legante dovrà essere costituito da bitume modificato contenente polimeri elastomerici, conforme alla Norma UNI EN 14023, con le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE DI PROVA	U.M.	VALORE	NORMATIVA
Penetrazione a 25°C	dmm	50-70	UNI EN 1426
Punto di rammollimento (palla – anello)	°C	≥ 60	UNI EN 1427
Punto di rottura Fraass	°C	≤ -12	UNI EN 12593
Viscosità dinamica 160°C	Pa·s	$\geq 0,25$	UNI EN 13702-1
Ritorno elastico a 25°C	%	≥ 50	UNI EN 13398
Stabilità allo stoccaggio: <ul style="list-style-type: none"> Penetrazione punto di rammollimento 	(dmm) °C	≤ 5 $\leq 0,5$	UNI EN 13399
Penetrazione residua dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)	%	≥ 60	UNI EN 1426
Punto di rammollimento dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)	°C	≥ 58	UNI EN 1427
Incremento del punto di Rammollimento dopo R.T.F.O.T. (UNI EN 12607-1)	°C	≤ 5	UNI EN 1427

c) Miscela.

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base più gruppo 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA (USURA CB 14 - 4 cm)		
APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)	
14	100	
12,5	90 - 100	
8	70 - 90	



La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥ 5,4	B _{min5,4}

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.

In base al metodo prescelto, le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di usura dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (Metodo Marshall)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Minima stabilità	UNI EN 12697-34	S _{min}	kN	> 13	S _{min13}
Quoziente (minimo)	UNI EN 12697-34	Q _{min}	kN/mm	> 3	Q _{min3}
Quoziente (massimo)	UNI EN 12697-34	-	kN/mm	< 5	-
Contenuto massimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V _{max}	%	< 6	V _{max6}
Contenuto minimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V _{min}	%	> 3	V _{min3}
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	ITSR	%	> 75	ITSR ₈₀
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	> 0,8	-
<ul style="list-style-type: none"> i provini per le misure di stabilità, quoziente e percentuale dei vuoti residui riportate dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o all'atto della stesa e la temperatura di compattazione dovrà essere pari a 150°C ± 5°C; la determinazione della stabilità viene eseguita a 60°C su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia; il contenuto dei vuoti dovrà essere determinato in conformità alla norma UNI EN 13108-20. 					

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (Metodo volumetrico)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	V10G _{min}	%	> 10	V10G _{min9}
		V10G _{max}	%	< 14	-
V _{min}		%	> 3	V _{min3,0}	
V _{max}		%	< 6	V _{max6}	
Vuoti a N _{design} definito dall'Impresa nello studio di qualifica della miscela					

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

Vuoti a 180 rotazioni		V_{min}	%	> 2	$V_{min2,0}$
Modulo di rigidità	UNI EN 12697-26	S_{min}	MPa	$> 3\,300$	$S_{min3\,600}$
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	$> 0,8$	-
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	$ITSR$	%	> 75	$ITSR_{80}$

CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria):

- angolo di rotazione: 1,25° + 0,02°;
- velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
- pressione verticale: kPa 600;
- diametro del provino: mm 150 o mm 100;
- i requisiti di resistenza e di rigidità saranno valutati su provini compattati a N_{design} .

Nota: L'impresa è tenuta nello studio di formulazione della miscela a dichiarare il numero di rotazioni di progetto N_{design} tale da produrre la % di vuoti richiesta nelle presenti CSA.

Nello studio di formulazione, il valore della densità risultante dalla misurazione geometrica della pressa giratoria deve essere corretto mediante un coefficiente $C = P_{vol} (geometrico) / P_{vol} (misurato)$

I controlli, in opera, del materiale sciolto con pressa giratoria, verranno effettuati sulla base del numero di giri di progetto N_{design}

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (Requisiti prestazionali)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f_{cmax}	μm/m/n	< 1	f_{cmax1}
<i>In alternativa</i>					
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22	WTS_{AIR}	mm10 ³ cicl i	< 10	WTS_{AIR10}
<ul style="list-style-type: none"> • Per evitare la duplicazione di specifiche ("eccesso di specifiche") non dovranno essere determinati entrambi i requisiti. • Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione Marshall a 75 colpi per faccia o della compattazione volumetrica, con pressa giratoria a 180 giri. 					

Studio delle miscele in laboratorio

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

(MISCELA PER LO STRATO DI USURA)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	$\pm 5\%$
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	$\pm 3\%$
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	$\pm 2\%$
Legante (riferito alla miscela)	$\pm 0,3\%$

Formazione e confezione delle miscele

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

Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

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

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

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

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

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

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

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

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione dello strato è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 60 B 4).

Il dosaggio del materiale da impiegare varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione. Nel caso di nuove costruzioni il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 Kg/mq; qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente o precedentemente fresata il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,40 Kg/mq.

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate nella tabella seguente:

PARAMETRO	METODO DI PROVA	VALORI	CLASSE (UNI EN 13808)
Polarità	UNI EN 1430	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40 (+/- 1%)	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60 (+/- 1%)	5
Indice di rottura	UNI EN 12850	70 - 130	4

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Posa in opera della miscela

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

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente asciutto, pulito, scevro di polveri e privo di residui di qualsiasi natura.

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

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a $155^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. La temperatura ambiente esterna non dovrà mai essere inferiore ai 5°C .

Nel caso in cui il tempo percorso tra impianto di produzione e stesa sia maggiore a 90 minuti sarà necessario verificare che la temperatura all'impianto e alla stesa rimanga entro i valori di seguito indicati:

LIMITI DELLA TEMPERATURA				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	$^{\circ}\text{C}$	$\geq 155 \pm 5^{\circ}\text{C}$	≤ 180

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

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo dei rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Si avrà cura, inoltre, che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

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

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ. I prelievi di conglomerato bituminoso dalla sede stradale dovranno essere eseguiti in zone significative della pavimentazione, evitando campionature ai margini della strada o in prossimità dei giunti. Le prove devono essere eseguite da un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità secondo la norma UNI EN 13043.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione (se presente) e vengono inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante metodo volumetrico o metodo Marshall.

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni sezione) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA- (Grado di compattazione per confronto delle densità)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE	
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 96	
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio (Marshall o pressa giratoria a 100 giri) riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).				
ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{max}	%	< 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27				

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa) verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	<4
Resistenza di attrito radente (PTV)*	UNI EN 13036-4	-	≥55
Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1	mm	≥0,5
Coefficiente di aderenza trasversale (CAT)*	CNR BU 147/92	-	≥0,55
*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare in un periodo di tempo compreso tra il sesto e il dodicesimo giorno di ultimazione della stesa.			

Qualora i valori di aderenza superficiale CAT e/o HS fossero inferiori alle soglie stabilite, fissati in 0,55 per CAT e 0,5 per HS, fino al raggiungimento di valori di CAT di 0,45 e di HS di 0,3 è prevista una penalizzazione del 15% sul prezzo dello strato bituminoso interessato. Al di sotto di tali valori l'Impresa dovrà provvedere alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato a proprie spese.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Stazione Appaltante, secondo le modalità descritte nei piani dei controlli minimi di seguito specificati. La Direzione Lavori ha la facoltà di effettuare ulteriori accertamenti sui requisiti dei materiali e delle lavorazioni.

CONTROLLI PERIODICI MATERIALI COSTITUENTI		
MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Aggregato lapideo	Impianto di produzione	A richiesta della Direzione Lavori
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale

CONTROLLI PERIODICI MISCELA		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Impianto di produzione	Settimanale
Usura	Pavimentazione	Giornaliera o: ogni 6.000 q (binder, base) ogni 10.000 q (usura)

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – “Manutenzione viabilità di quartiere terraferma”
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	Settimanale
--------------------	------------------------	-------------

CONTROLLI PERIODICI SPESSORE		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia stesa

CONTROLLI PERIODICI CARATTERISTICHE SUPERFICIALI		
STRATO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Usura	Pavimentazione	A campione

5.12 CONGLOM. BITUMINOSI A CALDO CON RISPETTO DEI CRITERI CAM

5.12.1 Generalità

I conglomerati bituminosi per strati di base, binder e usura sono costituiti da una miscela di aggregati impastata a caldo in impianti automatici con leganti bituminosi semisolidi, posta in opera mediante macchine finitrici e costipata con rulli gommati con l'ausilio di rulli metallici. L'Impresa dovrà indicare per iscritto, a tempo opportuno e prima dell'inizio delle lavorazioni, le fonti di approvvigionamento di tutti i materiali nonché il tipo e la consistenza delle attrezzature di cantiere che verranno impiegate.

5.12.2 Strato di base

Descrizione

Lo strato di base è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato a bassa viscosità, filler ed eventuali additivi; è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso riciclato in percentuale massima del 30%. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Lo spessore dello strato è quello determinato dal Progettista e riportato negli elaborati di progetto.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di base deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

Caratteristiche degli aggregati lapidei

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

- Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 " Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

AGGREGATO GROSSO

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 2 \text{ mm}$ e $D \leq 45 \text{ mm}$; dovrà essere ottenuto da frantumazione di rocce dure e dovrà essere costituito da pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei.

AGGREGATO FINE

L'Aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063 \text{ mm}$ e $D < 2 \text{ mm}$ con denominazione GF 85; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei.

L'equivalente in sabbia determinato secondo la UNI EN 933-8 dovrà essere ≥ 70 .

AGGREGATO FILLER

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio $0,063 \text{ mm}$ e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti.

I materiali dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 1789-12) = N.P.;

Porosità del filler compattato secco (Ridgen) (UNI EN 1097-4) = da 28 a 45 % (V 28/45);

Palla anello (filler/bitume = 1,5) (UNI EN 13179-1) = $> 8\%$ (AR8,88/16).

Caratteristiche della miscela

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di base dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 ed UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

Conglomerato bituminoso per strato di base

COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA	
Setacci UNI (mm)	Passante totale in peso %
40	100

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

31,5	90-100
20	65-90
12,5	45-70
8	35-60
4	25-50
2	18-40
1	12-30
0,50	7-22
0,063	4-7

Il legante contenuto nella miscela include il legante del conglomerato riciclato ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo volumetrico mediante pressa giratoria.

Le caratteristiche della miscela dovranno in ogni caso essere tali da garantire il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e di compattezza, di seguito precisati:

- la stabilità Marshall dell'impasto, secondo la norma C.N.R. B.U. n.30, determinata su provini costipati con 75 colpi su ciascuna faccia (in conformità con quanto prescritto dalla norma C.N.R. n°178/1995 "Catalogo delle pavimentazioni stradali") e condizionati a 60°C, dovrà essere pari ad almeno 800 Kg;
- lo scorrimento Marshall dell'impasto, secondo la norma e nelle condizioni sopra indicate, dovrà risultare compreso fra mm. 2 e 5;
- il rapporto fra stabilità e scorrimento Marshall dovrà risultare pari almeno a 250 Kg/mm.

Caratteristiche dello strato

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni.

Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione Lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI BASE (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	U.M.	VALORE LIMITE

Grado di compattazione (per ogni campione)	UNI EN 12697- 6	%	≥95
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI BASE (Vuoti residui del campione prelevato in opera)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	U.M.	VALORE LIMITE
Vuoti residui (per ogni campione)	UNI EN 12697- 8	%	<9
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27			

Le caratteristiche superficiali dello saranno determinate ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI BASE			
REQUISITO	METODO DI PROVA	U.M.	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da 3.000 mm)	UNI EN 13036- 7	mm	<4

5.12.3 Strato di collegamento (binder) di tipo hard

Descrizione

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato di tipo hard, filler ed eventuali additivi; è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso riciclato in percentuale massima del 10%. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante. Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti. Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione bituminosa in conformità ai requisiti definiti nelle presenti Prescrizioni Tecniche.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di collegamento deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

Caratteristiche degli aggregati lapidei

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 " Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

AGGREGATO GROSSO

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 2$ mm e $D \leq 45$ mm; dovrà essere ottenuto da frantumazione di rocce dure e dovrà essere costituito da pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei.

AGGREGATO FINE

L'Aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063$ mm e $D < 2$ mm con denominazione GF 85; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. L'equivalente in sabbia determinato secondo la UNI EN 933-8 dovrà essere ≥ 70 .

AGGREGATO FILLER

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asphaltica e ceneri volanti.

I materiali dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 1789-12) = N.P.;
- Porosità del filler compattato secco (Ridgen) (UNI EN 1097-4) = da 28 a 45 % (V 28/45);
- Palla anello (filler/bitume = 1,5) (UNI EN 13179-1) = $> 8\%$ (AR&B8/16).

Caratteristiche della miscela

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 ed UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

Conglomerato bituminoso per strato di collegamento (binder)

COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA	
Setacci UNI (mm)	Passante totale in peso %
20	100
16	90-100
12,5	70-90

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
 nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
 Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

8	55-75
4	35-60
2	25-42
1	18-33
0,50	12-23
0,063	4-7

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella;

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE NELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Contenuto di legante (Riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39)	Bmin	≥ 5%	Bmins,o

Il legante contenuto nella miscela include il legante del conglomerato riciclato ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo volumetrico mediante pressa giratoria.

Le caratteristiche della miscela dovranno in ogni caso essere tali da garantire il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e di compattezza, di seguito precisati:

- la stabilità Marshall dell'impasto, secondo la norma C.N.R. B.U. n.30, determinata su provini costipati con 75 colpi su ciascuna faccia (in conformità con quanto prescritto dalla norma C.N.R. n°178/1995 "Catalogo delle pavimentazioni stradali") e condizionati a 60°C, dovrà essere pari ad almeno 1000 Kg;
- lo scorrimento Marshall dell'impasto, secondo la norma e nelle condizioni sopra indicate, dovrà risultare compreso fra mm. 2 e 4;
- il rapporto fra stabilità e scorrimento Marshall dovrà risultare pari almeno a 300 Kg/mm.

Caratteristiche dello strato

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni.

Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione Lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
 Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	U.M.	VALORE LIMITE
Grado di compattazione (per ogni campione)	UNI EN 12697- 6	%	≥95
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (Vuoti residui del campione prelevato in opera)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	U.M.	VALORE LIMITE
Vuoti residui (per ogni campione)	UNI EN 12697- 8	%	<9
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27			

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO			
REQUISITO	METODO DI PROVA	U.M.	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da 3.000 mm)	UNI EN 13036- 7	mm	<4
Resistenza di attrito radente (PTV) *	UNI EN 13036- 4	-	≥55
Coefficiente di aderenza trasversale (CAT) *	CNR BU 147/92	-	≥0,55
Magrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036- 1	mm	≥0,3
*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare.			

5.12.1 Strato di usura di tipo hard

Descrizione

Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato di tipo hard, filler ed eventuali additivi. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione bituminosa in conformità ai requisiti definiti nelle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

Caratteristiche degli aggregati lapidei

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 " Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

AGGREGATO GROSSO

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 2$ mm e $D \leq 45$ mm; dovrà essere ottenuto da frantumazione di rocce dure e dovrà essere costituito da pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei.

AGGREGATO FINE

L'Aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063$ mm e $D < 2$ mm con denominazione GF 85; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei.

L'equivalente in sabbia determinato secondo la UNI EN 933-8 dovrà essere ≥ 70 .

AGGREGATO FILLER

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asphaltica e ceneri volanti.

I materiali dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 1789-12) = N.P.;
- Porosità del filler compattato secco (Ridgen) (UNI EN 1097-4) = da 28 a 45 % (V 28/45);
- Palla anello (filler/bitume = 1,5) (UNI EN 13179-1) = $> 8\%$ (AR8,88/16).

Caratteristiche della miscela

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 ed UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

Conglomerato bituminoso per strato di usura

COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA	
Setacci UNI (mm)	Passante totale in peso %
14	100
12,5	90-100
8	70-90
4	45-70
2	25-45
1	20-35
0,50	13-26
0,063	6-11

Le caratteristiche della miscela dovranno in ogni caso essere tali da garantire il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e di compattezza, di seguito precisati:

- la stabilità Marshall dell'impasto, secondo la norma C.N.R. B.U. n.30, determinata su provini costipati con 75 colpi su ciascuna faccia (in conformità con quanto prescritto dalla norma C.N.R. n°178/1995 "Catalogo delle pavimentazioni stradali") e condizionati a 60°C, dovrà essere pari ad almeno 1.100 Kg;
- lo scorrimento Marshall dell'impasto, secondo la norma e nelle condizioni sopra indicate, dovrà risultare compreso fra mm 1,5 e 3,5;
- il rapporto fra stabilità e scorrimento Marshall dovrà risultare pari almeno a 350 Kg/mm.

Caratteristiche dello strato

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni.

Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione Lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	U.M.	VALORE LIMITE
Grado di compattazione	UNI EN 12697- 6	%	≥ 95
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	U.M.	VALORE LIMITE
Vuoti residui	UNI EN 12697- 8	%	< 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27			

Le caratteristiche superficiali dello strato di usura saranno determinate ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI USURA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	U.M.	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo)	UNI EN 13036- 7	mm	< 4
Resistenza di attrito radente (PTV)	UNI EN 13036- 4	-	≥ 55
Coefficiente di aderenza	CNR BU 147/92	-	$\geq 0,55$
Magrorugosità superficiale (HS)	UNI EN 13036- 1	mm	$\geq 0,3$

5.12.1 Mano di attacco

Per mano d'attacco si intende quell'applicazione di emulsione bituminosa eseguita prima o durante la stesa del conglomerato con lo scopo di migliorare e garantire l'adesione e l'effettivo ancoraggio tra gli strati della pavimentazione.

La mano d'attacco deve sempre essere effettuata anche nel caso in cui gli strati della pavimentazione siano posati senza interruzioni.

Salvo diverse disposizioni del Progettista, dovrà essere utilizzata emulsione bituminosa cationica (acida) a media rottura designata, in conformità alla norma UNI EN 13808, secondo la seguente dicitura: EC M 60 (emulsione cationica a media rottura con il 60% di bitume residuo).

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti.

La quantità di emulsione bituminosa normalmente da impiegare per la realizzazione della mano d'attacco deve essere di 0,50 kg/m² di emulsione. La superficie trattata dovrà risultare perfettamente coperta da uno strato omogeneo di prodotto, compresi i bordi verticali del cavo eventualmente fresato.

5.12.2 Ulteriori prescrizioni per conglomerati bituminosi

Confezionamento del conglomerato bituminoso

Il conglomerato bituminoso sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del legante bituminoso alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della mescolazione nonché il perfetto dosaggio sia del legante stesso che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli aggregati sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che ne possono compromettere la pulizia. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento dei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione e quella del legante dovranno rispettare i criteri CAM, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di legante impiegato.

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

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

Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati saranno impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione legante bituminoso-aggregato (agenti tensioattivi di adesività).

Esse saranno impiegate sempre negli strati di base e di collegamento mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate a cura della Direzione Lavori e a spese dell'Impresa avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate. La presenza degli agenti tensioattivi nel legante bituminoso verrà accertata mediante prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 3 ed il 6‰, riferito al peso del legante bituminoso.

I tipi, i dosaggi e le tecniche d'impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione Lavori.

L'immissione delle sostanze tensioattive nel legante bituminoso dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconvenienti alcuno per la sicurezza fisica degli operatori.

Per verificare che detto attivante l'adesione bitume - aggregato sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato la Direzione dei Lavori potrà prelevare, in contraddittorio con l'Impresa, un campione del bitume additivato, che dovrà essere provato, su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei, etc.) od artificiali (tipo ceramico, bauxite calcinata, "sinopal" od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione (di miscele di bitume aggregato), la quale sarà eseguita secondo le modalità della Norma A.S.T.M. - D 1664/80.

Potrà essere inoltre effettuata la prova di spogliamento della miscela di legante idrocarburico ed aggregati in presenza di acqua prevista dal Fascicolo C.N.R. B.U. n. 138 del 15.10.1992 per determinare l'attitudine dell'aggregato a legarsi in modo stabile al tipo di legante che verrà impiegato in opera.

In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidità e stabilità Marshall.

Inoltre dovranno essere effettuate le prove previste dal B.U. del C.N.R. fascicolo n. 149 in data 15.12.1992 per la valutazione dell'effetto di immersione in acqua della miscela di aggregati lapidei e leganti idrocarburici per determinare la riduzione ($\Delta\%$) del valore di resistenza meccanica a rottura e di rigonfiamento della stessa miscela in conseguenza di un prolungato periodo di immersione in acqua (facendo ricorso alla prova Marshall come da norma B.U. del C.N.R. n. 30/1973, ovvero alla prova di frazione indiretta "Brasiliana" prevista dalla norma B.U. del C.N.R. n. 134/1991).

Ai fini della sicurezza fisica degli operatori addetti alla stesa del conglomerato bituminoso (base, binder ed usura) l'autocarro o il veicolo sul quale è posta la cisterna dovrà avere il dispositivo per lo scarico dei gas combusti di tipo verticale al fine di evitare le dirette emissioni del gas di scarico sul retro. Inoltre dovranno essere osservate tutte le cautele e le prescrizioni previste dalla normativa vigente per la salvaguardia e la sicurezza della salute degli operatori suddetti.

Trasporto

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

L'ubicazione dell'impianto di mescolamento dovrà essere tale da consentire, in relazione alle distanze massime della posa in opera, il rispetto delle temperature prescritte per l'impasto e per la stesa.

Per impedire l'adesione dell'impasto al fondo ed alle pareti del cassone, questi potranno essere umettati con olio o gasolio, avendo però cura di asportare ogni eccesso di tali materiali onde evitare l'inquinamento dell'impasto.

Posa in opera

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici, dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali perfettamente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa, per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura, a cura e spese dell'Impresa.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore alle temperature di cui ai criteri CAM.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento dovrà essere realizzato solo con rulli gommati di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di t. 10 per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base, a discrezione della Direzione Lavori, potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

Al termine della compattazione gli strati di collegamento (binder) e di usura dovranno avere un peso di volume uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quello Marshall dello stesso giorno riscontrato nei controlli all'impianto e/o alla stesa.

Per lo strato di base dovrà essere raggiunto un peso di volume superiore al 98% di quello Marshall.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata al fine di ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m 4 posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente; sarà tollerato uno scostamento di mm 5.

Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza. Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato, per garantirne l'ancoraggio, dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa in ragione di Kg/mq 0,5.

Controllo dei materiali e della pavimentazione

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà far eseguire presso un laboratorio ufficiale le necessarie prove sperimentali sui campioni degli inerti e del legante, per la relativa accettazione; dovrà inoltre precisare la formulazione degli impasti bituminosi che intende impiegare, comprovando con certificati di laboratorio la rispondenza della composizione e delle caratteristiche degli impasti rispetto alle prescrizioni di capitolato e, in particolare, i risultati dello studio di ottimizzazione di ciascun impasto effettuato variando il tipo di additivo minerale - da scegliere, su proposta dell'Appaltatore e salvo approvazione della Direzione Lavori, fra quelli prescritti in Capitolato - e, per ogni tipo, variando la percentuale di bitume entro i limiti di Capitolato e secondo le modalità indicate nel metodo Marshall di progettazione degli impasti.

La Direzione Lavori si riserva di approvare la composizione ed i risultati della caratterizzazione esibiti, ovvero di richiedere la variazione di alcuni elementi e lo l'esecuzione di nuove prove di laboratorio. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati bituminosi in opera. Una volta approvata la composizione proposta, l'Appaltatore dovrà attenersi rigorosamente.

Per controllare in sede esecutiva che le norme tecniche stabilite nei precedenti articoli siano osservate e che i materiali abbiano le qualità e le caratteristiche prescritte e preventivamente accettate, la Direzione Lavori preleverà campioni dei materiali per le prove da effettuare presso Laboratori ufficialmente riconosciuti.

Quando i campioni vengono tratti dalla pavimentazione già ultimata o in corso di ultimazione, l'Impresa è tenuta a provvedere a sua cura e spese alla riparazione del manto eventualmente manomesso.

Le spese per le analisi dei materiali e dei campioni prelevati saranno disciplinate dall'art. 167, comma 7 del DPR. 207/2010.

Ad opera finita la pavimentazione dovrà presentarsi con una superficie ed un profilo perfettamente regolare ed uniforme. L'Impresa dovrà inoltre provvedere all'esatta profilatura dei bordi della nuova pavimentazione, al ricollocamento in opera dei segnalimiti eventualmente spostati, nonché alla raschiatura e pulizia di zanelle, cordoli, segnalimiti, ecc. imbrattati durante l'esecuzione dei lavori.

Lo spessore degli strati in conglomerato bituminoso costituenti la pavimentazione verrà verificato prelevando almeno 5 carote ubicate casualmente in contraddittorio tra Direzione Lavori e Impresa; la Direzione Lavori si riserva comunque di ordinare un maggiore numero di prelievi qualora lo ritenga opportuno.

Per ciascuna carota dovrà essere determinato lo spessore medio effettuando due misure diametralmente opposte; non si dovrà tenere conto di eventuali maggiori spessori rispetto a quelli di progetto o prescritti dalla Direzione Lavori.

Dalla media degli spessori medi delle carote prelevate da ciascuna tratta si ricaverà il valore dello spessore di ciascuno strato della pavimentazione.

Qualora tale valore non si discosti di oltre il 5% rispetto allo spessore di progetto lo strato verrà accettato, fatti salvi naturalmente gli effetti derivanti dalla verifica degli altri parametri.

Nel caso di scostamento superiore al 5% si applicheranno le seguenti decurtazioni sui prezzi di elenco della tratta interessata:

- scostamento $> 5\% < 10\%$: decurtazione 20%
- scostamento $> 10\% < 20\%$: decurtazione 35%.

Qualora lo scostamento fosse superiore al 20% l'Impresa, a sua totale cura e spese, dovrà provvedere alla fresatura ed al rifacimento dello strato per l'intera tratta interessata.

I materiali utilizzati devono soddisfare i requisiti di progetto sui CAM così come riportato in precedenza.

5.13 CORDOLI IN CALCESTRUZZO

I cordoli saranno realizzati direttamente in opera mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con $R_{ck} = 30$ MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa.

I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.

I cordoli a protezione della banchina in terra saranno eseguiti contemporaneamente alla pavimentazione dalla macchina finitrice, avranno sezione trapezoidale con basi di 8 e 5 cm ed altezza media di 4 cm, oppure con basi di 10 e 5 cm ed altezza media di 6 cm.

5.13.1 Cordoli realizzati in opera

Per questa tipologia, si dovrà procedere al prelievo di campioni di calcestruzzo con una frequenza e quantità, da soddisfare le indicazioni riportate ai punti 2.6.1, 2.6.7 e seguenti della sezione “calcestruzzi” del presente Capitolato.

5.13.2 Cordoli prefabbricati

Ogni partita dovrà essere accompagnata dai corrispondenti certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché la certificazione attestanti le dimensioni dell'elemento.

Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà comunque essere posta in opera, fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di 4 provini.

Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tali elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo magro, ed attestati, lasciando tra le teste contigue lo spazio di 0.5 cm, che verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg/m³ di sabbia.

5.14 PAVIMENTAZIONE IN MASSELLI AUTOBLOCCANTI

I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni a seconda del tipo di prodotto devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti.

I masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica; per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili si rinvia alla documentazione tecnica. Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento devono rispondere a quanto segue:

- essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superino le tolleranze dimensionali ammesse.
- Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;
- le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza $\pm 15 \%$ per il singolo massello e $\pm 10 \%$ sulle medie;
- la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15 % per il singolo massello e non più del 10 % per le medie;
- il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;

- il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza $\pm 5\%$ per un singolo elemento e $\pm 3\%$ per la media;
- la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm² per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm² per la media;

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

La posa avverrà previo la rimozione di pavimentazione esterna in masselli autobloccanti, compreso lo strato esistente di pietrischetto e regolarizzazione del piano di posa della fondazione esistente. Nella lavorazione si intende compresa anche la fornitura, posa e stesura di pietrischetto lavato di granulometria 2/5 mm per la realizzazione dello strato di posa di masselli autobloccanti. Il pietrischetto sarà fornito in cumuli, previo accordo con la squadra di posa dei masselli. Il quantitativo dovrà consentire di realizzare uno strato di posa dei masselli di spessore medio pari a 3 cm.

Requisiti inderogabili di caratterizzazione ed accettazione del pietrischetto per posa autobloccanti:

- coefficiente Los Angeles (L. A.), massimo: 25 / 30 % (CNR 34/ 73);
- rottura a compressione (su un campione di materiale integro non frantumato), minimo: 120 / 140 MPa;
- sensibilità al gelo < 30 % (CNR - UNI 80 / 80);
- indice di Plasticità: NP (CNR - UNI 10014).

Si intende altresì compresa nel prezzo la posa del massello, il ripristino ove necessario dell'intero pacchetto in analogia con l'esistente e ogni altro onere di dettaglio per dare il lavoro finito a regola d'arte.

5.15 PAVIMENTAZIONI E CORDOLATURE IN PORFIDO

5.15.1 Caratteristiche dei materiali

I prodotti devono rispondere a quanto segue:

- a) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto, come da norma UNI EN 12407 oppure avere origine del bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc. che riducano la resistenza o la funzione;
- b) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;
- c) delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):

- massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma UNI EN 13755 e UNI EN 14617-1;
 - coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma UNI EN 13755 e UNI EN 14617;
 - resistenza a compressione, misurata secondo la norma UNI EN 1926 e UNI EN 14617;
 - resistenza a flessione, misurata secondo la norma UNI EN 12372 e UNI EN 14617;
 - modulo di elasticità, misurato secondo la norma e UNI EN 14146;
 - resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del Regio Decreto 2234/39 e UNI EN 14617;
- d) per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto.

I valori dichiarati saranno accettati dalla Direzione dei Lavori anche in base ai criteri generali dell'articolo relativo ai materiali in genere ed in riferimento alle norme UNI EN 12057 e UNI EN 12058.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 14617 UNI EN 12407 - UNI EN 13755 - UNI EN 1926 - UNI EN 12372 - UNI EN 14146.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

5.15.2 Cubetti

Sono elementi solidi a forma pressoché cubica, ottenuti per spaccatura meccanica e il cui spigolo è variabile a seconda del tipo classificato. Essi vengono distinti, a seconda della lunghezza in cm di detto spigolo, nei seguenti assortimenti: 4/6 - 6/8 - 8/10 - 10/12 - 12/14 e 14/18. Ciascun assortimento dovrà comprendere solo elementi aventi spigoli di lunghezza compresa nei limiti sopraindicati, con le tolleranze sotto riportate. I vari spigoli del cubetto non dovranno essere necessariamente uguali e le varie facce spaccate non saranno necessariamente ortogonali fra loro. La superficie superiore del cubetto dovrà essere a piano naturale di cava e non dovrà presentare eccessiva ruvidità. Le quattro facce laterali sono ricavate a spacco e non segate e si presentano quindi con superficie più ruvida ed in leggera sottosquadra (massimo cm 1 1/2). La tolleranza permessa è di n. 7 elementi su 100 – scelti alla rinfusa sul deposito – ed essa riguarda differenze di misura in difetto o in eccesso (lati e altezza), difetti di lavorazione, eccessiva sottosquadra, lati segati, lassi orizzontali o mali verticali.

a) il tipo 4/6 dovrà avere un'altezza da 4 a 6 cm, la testa variante da 4 a 7 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 90 e i 100 kg;

b) il tipo 6/8 dovrà avere un'altezza da 5 1/2 a 8 cm, la testa variante da 6 a 9 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 130 e i 140 kg;

c) il tipo 8/10 dovrà avere un'altezza da 7 1/2 a 11 cm, la testa variante da 8 a 12 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 180 e i 190 kg;

d) il tipo 10/12 dovrà avere un'altezza da 10 a 13 cm, la testa variante da 10 a 14 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 220 e i 250 kg;

e) il tipo 12/14 dovrà avere un'altezza da 12 a 15 cm, la testa variante da 12 a 16 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 280 e i 300 kg;

f) il tipo 14/18 dovrà avere un'altezza da 14 a 20 cm, la testa variante da 14 a 20 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 330 e i 350 kg.

Per posa in opera di cubetti "A FILARI" si impiegano cubetti con testa quadrata, nelle dimensioni da cm 8x8 - 9x9 - 10x10 e di spessore a convenirsi, ma direttamente proporzionale al traffico che solleciterà il pavimento e in ogni caso non inferiore a 4 cm nell'altezza e con tolleranza in più o meno di 5 mm nei lati. Ogni assortimento dovrà comprendere cubetti di varie dimensioni entro i limiti che definiscono l'assortimento stesso. In esso sono consentiti – solo per posa ad arco o ventaglio – cubetti in forma trapezoidale od oblungi per un massimo del 10%. In tutti i casi l'altezza dei cubetti deve essere rispettata. Se i cubetti non devono essere posati a ventaglio o ad arco, ciò deve essere dichiarato al momento dell'ordine. La roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non dovrà contenere parti alterate. Sono da escludere le rocce che presentino piani di suddivisibilità capaci di determinare la rottura degli elementi dopo la posa in opera. I cubetti potranno essere forniti: sfusi, in casse, in sacchi.

5.15.3 Piastrelle (eventuali)

Per tutti i tipi e le lavorazioni la roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non dovrà contenere parti alterate. Sono da escludere le rocce che presentino piani di suddivisibilità capaci di determinare la rottura degli elementi dopo la posa in opera. Le piastrelle saranno fornite su palette.

A) PIASTRELLE A SPACCO REGOLARI

La superficie dovrà essere naturale di cava, le coste a spacco. Lo spessore potrà variare da 3 a 6 cm. Maggiori o minori spessori (1-3 o 5-8) potranno essere richiesti per impieghi particolari. Le piastrelle a spacco dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. È consentita una tolleranza in più o in meno nelle dimensioni, di 5 mm. Le coste dovranno essere ortogonali al piano o in leggera sottosquadra. Le larghezze di normale lavorazione sono: cm 10-15-20-25-30-35-40 e su richiesta altre misure. Le lunghezze sono "a correre" in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse. Il peso di 1 mq sarà compreso fra i 90/115 kg.

B) PIASTRELLE FRESATE

La superficie dovrà essere naturale di cava, lo spessore potrà variare da 3 a 6 cm. Le coste saranno fresate.

Spessori diversi potranno essere richiesti per impieghi particolari. Le piastrelle a coste fresate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano. Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a cm 50. Le lunghezze sono "a correre" in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse. Il peso di 1 mq sarà compreso fra i 90/115 kg.

C) PIASTRELLE SEMILUCIDATE CON COSTE FRESATE

La superficie dovrà essere semilucidata (al 60/70% piano lucido, al 40/30% piano cava). Le coste saranno fresate; lo spessore potrà variare da 3 a 6 cm. Le piastrelle semilucidate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti.

Le coste dovranno essere ortogonali al piano. Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a 50. Le lunghezze sono "a correre" in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse. Il peso di 1 mq sarà compreso fra i 90/115 Kg.

D) PIASTRELLE LUCIDATE CON COSTE FRESATE

La superficie dovrà essere ottenuta a taglio di sega con successiva lucidatura. Le coste saranno fresate; lo spessore sarà di 2 cm (spessori maggiori su richiesta). Le piastrelle lucidate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano. Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a 50. Le lunghezze sono "a correre" o in misura fissa. Il peso sarà di circa 50 kg a mq.

E) PIASTRELLE FIAMMATE CON COSTE FRESATE

La superficie dovrà essere ottenuta a taglio di sega con successiva fiammatura. Le coste saranno fresate; lo spessore sarà di 2 cm (spessori maggiori su richiesta). Le piastrelle fiammate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano. Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a 50. Le lunghezze sono "a correre" o in misura fissa. Il peso sarà di circa 50 kg a mq.

5.15.4 Lastre irregolari "Opus incertum" (eventuali)

Per tutti i tipi e le lavorazioni la roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non dovrà contenere parti alterate. Sono da escludere le rocce che presentino piani di suddivisibilità capaci di determinare la rottura degli elementi dopo la posa in opera. Il piano superiore delle lastre dovrà essere naturale di cava ed avrà contorni irregolari.

Le lastre vengono distinte in:

- a) tipo normale: la diagonale minima media dovrà essere di cm 20. Lo spessore delle lastre potrà variare da 2 a 5 cm. Il peso di 1 mq sarà di circa 85 kg;
- b) tipo sottile: la diagonale minima media dovrà essere di cm 20. Lo spessore potrà variare da 1 a 3 cm. Il peso di 1 mq sarà di circa 60 kg;
- c) tipo gigante: per pavimentazioni normali oppure per posa in terra a giunti larghi. La diagonale minima media dovrà essere di cm 40. Lo spessore potrà variare da 3 a 7 cm. Il peso di 1 mq sarà di circa 100 kg;
- d) tipo gigante sottile: la diagonale minima media dovrà essere di cm 40. Lo spessore potrà variare da 2 a 4 cm. Il peso di 1 mq sarà di circa 70/80 kg.

Sarà tollerata la percentuale di scarto, dovuta alle operazioni di carico, scarico e avvicinamento a piè d'opera.

Le lastre normali potranno essere fornite sfuse, tutte le altre su palette. In ogni caso la tolleranza di scarto per tutti i difetti descritti non potrà superare il 7% in peso (circa 100 kg su un bancale di 1.500 kg).

5.15.5 Binderi (eventuali)

Per contenimento e delimitazione delle pavimentazioni. La faccia superiore dovrà essere a piano naturale di cava. Le coste a spacco dovranno essere ortogonali al piano o a sottosquadra. Le dimensioni sono:

- a) larghezza cm 10 - lunghezza cm 15/40 - spessore cm 5/8 - peso kg 18 circa per ml
- b) larghezza cm 10 - lunghezza cm 15/40 - spessore cm 8/11 - peso kg 22 circa per ml
- c) larghezza cm 12 - lunghezza cm 15/40 - spessore cm 10/15 - peso kg 35 circa per ml.

Binderi giganti: per formazione di marciapiedi e aiuole o delimitazioni. Le coste a spacco dovranno essere ortogonali al piano o a sottosquadra. Le dimensioni sono:

- a) larghezza cm 12 - lunghezza cm 20/40 - spessore cm 15/20 - peso kg 60 circa per ml
- b) larghezza cm 14 - lunghezza cm 20/40 - spessore cm 15/20 - peso kg 70 circa per ml.

5.15.6 Cordoni (eventuali)

Per formazioni di marciapiedi e aiuole o delimitazioni.

a) CORDONI A SPACCO: dovranno avere le due facce, quella interna nascosta, e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (piano) a spacco di cava. L'altezza degli elementi potrà variare da 20 a 25 cm, la lunghezza dovrà avere un minimo di 40 cm. Le larghezze di normale lavorazione potranno variare come qui di seguito indicato:

- cm 5 x 20/25 peso per ml kg 25
- cm 6 x 20/25 peso per ml kg 35
- cm 7 x 20/25 peso per ml kg 40
- cm 8 x 20/25 peso per ml kg 45
- cm 10 x 20/25 peso per ml kg 65
- cm 12 x 20/25 peso per ml kg 85
- cm 15 x 20/25 peso per ml kg 110

b) CORDONI SEGATI E LAVORATI: dovranno avere le due facce, quella interna nascosta, e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (piano) fresato. Il lato superiore, inoltre, potrà essere scalpellato, bocciardato o fiammato. L'altezza degli elementi potrà variare da 20 a 25 cm, la lunghezza dovrà avere un minimo di 40 cm. Le teste, ortogonali al piano o a sottosquadra, potranno essere a spacco o segate. Le larghezze di normale lavorazione potranno variare come qui di seguito indicato:

- cm 5 x 20/25 peso per ml kg 25
- cm 6 x 20/25 peso per ml kg 35

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

- cm 7 x 20/25 peso per ml kg 40
- cm 8 x 20/25 peso per ml kg 45
- cm 10 x 20/25 peso per ml kg 65
- cm 12 x 20/25 peso per ml kg 85
- cm 15 x 20/25 peso per ml kg 110

c) CORDONI A PIANO DI CAVA: dovranno avere il piano superiore naturale di cava, la faccia esterna in vista segata per almeno 15 cm di altezza; la faccia interna segata o spaccata per almeno 5/6 cm. Dimensioni e peso come i cordoni già descritti.

5.15.7 Soglie carraie - plinti - bocche di lupo (eventuali)

Le soglie carraie dovranno essere a piano naturale di cava in larghezza da cm 42 o 52, lunghezze “a correre”; lo spessore potrà essere da 6 a 10 cm, la costa a spacco o fresata. I plinti saranno quadrati, in cm 40 x 40 oppure 50 x 50, lavorati esclusivamente alla bocciarda o fiammati. Le bocche di lupo saranno ricavate dai cordoni, con lavorazioni alla punta o alla bocciarda e secondo le misure richieste.

5.15.8 Smoller (eventuali)

Per pavimentazioni in forte pendenza e per rivestimenti. Gli smoller dovranno avere le due facce laterali a piano naturale di cava, la costa superiore in vista e le due testate ricavate a spacco. Le testate saranno sempre in sottosquadra.

Lo spessore potrà variare da 3 a 10 cm, la profondità da 8 a 13 cm, la lunghezza sarà “a correre”. Il peso sarà di kg 180/220 per mq.

5.15.9 Tranciato (eventuali)

Dovrà essere tranciato, di spessore da 7 a 14 cm o da 15 a 20 cm. La costa in vista dovrà essere a spacco e le due testate tranciate ortogonalmente alla stessa, o in sottosquadra. La profondità massima sarà di cm 14. Il peso sarà di circa 250 kg e rispettivamente di 300 kg per mq misurato in opera. Spessori o rientranze diverse potranno essere richieste per impieghi particolari.

5.15.10 Masselli (eventuali)

Il piano superiore dovrà essere naturale di cava; le coste a spacco oppure lavorate alla punta grossa; larghezze e lunghezze libere o su misura; spessori da 12 a 18 cm e da 18 a 30 cm. Potranno essere richieste eventuali lavorazioni particolari, con fori di ancoraggio, profondità fisse, coste alla punta fine.

5.15.11 Posa in opera

La posa in opera delle pavimentazioni dovrà essere effettuata secondo le indicazioni della Direzione Lavori, soprattutto con riferimento alla stratigrafia del pacchetto della pavimentazione.

5.15.11.1 Cubetti

La pavimentazione di cubetti di porfido dovrà poggiare su un sottofondo predisposto alle giuste quote e con le necessarie pendenze per lo smaltimento delle acque meteoriche. La quota del sottofondo dovrà essere sagomata uniformemente a meno di:

- cm 9/10 per il cubetto tipo 4/6
- cm 12/14 per il cubetto tipo 6/8
- cm 15/16 per il cubetto tipo 8/10
- cm 18/20 per il cubetto tipo 10/12
- cm 20/22 per il cubetto tipo 12/14
- cm 23/25 per il cubetto tipo 14/18

rispetto alla pavimentazione finita.

Dapprima si dovrà stendere sul precostituito sottofondo uno strato di sabbia di circa 6 cm, eventualmente premiscelata a secco con cemento (kg 10 circa per mq). I cubetti di porfido potranno essere posati ad “arco contrastante”, a “ventaglio”, a “cerchio”, a “coda di pavone”, o a “filari diritti”. I cubetti dovranno essere posti in opera perfettamente accostati gli uni agli altri in modo che i giunti risultino della larghezza massima da 1 a 2 cm a seconda del tipo. Verrà, quindi disposto uno strato di sabbia e cemento sufficiente a colmare le fughe dopo di che si provvederà alla bagnatura ed alla contemporanea battitura con adeguato vibratore meccanico. Nella fase finale di posa si procederà alla eventuale sostituzione di quei cubetti che si saranno rotti o deteriorati. Gli archi dovranno essere regolari e senza deformazioni. Le pendenze longitudinali o trasversali per lo smaltimento delle acque meteoriche dovranno essere al minimo dell'1%.

5.15.11.2 Sigillatura delle pavimentazioni

Indispensabile completamento di una pavimentazione in cubetti di porfido è la sigillatura dei giunti, che si potrà eseguire: a) con semplice sabbia: allo scopo di colmare i vani rimasti in corrispondenza dei giunti, tutta la superficie verrà ricoperta da uno strato di sabbia vagliata, che si dovrà far scorrere e penetrare in tutte le fughe, anche in più riprese e a distanza nel tempo, sino a completa chiusura; b) con boiaccia cementizia: si prepara un “beverone” in parti uguali di sabbia fine, di cemento e di acqua e si dovrà stendere lo stesso sul pavimento preventivamente inumidito in modo da penetrare completamente in ogni giuntura. Si dovrà lasciare riposare tale boiaccia fino a che la stessa abbia iniziato il processo di presa e, con getto d'acqua a pressione, si dovrà togliere la parte più grossa che ricopre la pavimentazione. Si dovrà, infine, procedere alla completa ed accurata pulizia del pavimento con 2 o 3 passaggi di segatura prima bagnata e poi asciutta. È essenziale che la sigillatura avvenga in tempi brevi, subito dopo la posa dei cubetti, possibilmente ancora in giornata; c) con bitume a caldo: in penetrazione 50/80 o 80/100 a seconda della latitudine e della esposizione, e che viene versato nelle fughe a mano, con l'ausilio di tazze a beccuccio o appositi imbuto, ripassato e cosparso di sabbia fine; d) con emulsione o conglomerati a freddo. Pulizia superficiale con sabbia e segatura; e) sono possibili altri tipi di sigillatura con materiali speciali purché collaudati e garantiti, per esempio resine poliuretatiche colate con apposita attrezzatura

nelle fughe riempite con frantumato in adatta granulometria. Altre procedure possono essere attivate con mastici di asfalto o con aggiunta di fibre d'acciaio o sintetiche.

5.15.11.3 Posa in opera di piastrelle regolari

Le pavimentazioni in piastrelle normali (3-6 cm) sono consigliate per percorsi pedonali o con traffico veicolare leggero. Per traffico veicolare intenso e pesante è consigliabile l'impiego di spessori da 5 a 8 cm. È raccomandata l'esecuzione accurata. Le piastrelle verranno poste in opera su un sottofondo che quasi sempre è un calcestruzzo e che sarà più basso del livello della superficie finita di almeno 10 cm. Sarà necessario infatti che la piastrella – di spessore variante fra i 3 e 6 cm – poggi su un letto di malta cementizia per almeno 4-5 cm e naturalmente dopo che ne sia stata bagnata la faccia inferiore con boiaccia cementizia. La malta dovrà essere un impasto di sabbia con cemento normale di tipo 325. Il cemento andrà dosato per quintali 2 1/2 per mc. Le piastrelle dovranno distare l'una dall'altra 1 1/2 - 2 cm e ciò per compensare il taglio non esatto del materiale fatto alla trancia che appunto consente in produzione una tolleranza nelle larghezze di più o meno 5 mm. Al più presto si procederà alla sigillatura versando nei giunti una boiaccia liquida e ricca di cemento (parti uguali fra sabbia fine e cemento) fino a che le congiunzioni siano completamente riempite o addirittura leggermente trasbordanti.

Quando la boiaccia avrà iniziato la presa acquistando una certa consistenza si dovranno ripulire le sbavature e livellare la stuccatura con cazzuola e spugnetta. Si può completare l'esecuzione con la "stilatura a ferro" dei giunti. È possibile, anche se meno preciso ed efficace, praticare la sigillatura dei giunti stendendo la boiaccia sull'intera superficie, facendola penetrare nelle giunture e lavandola con getto d'acqua e successivamente pulendola con due o tre passaggi di segatura. Le pendenze della pavimentazione in piastrelle, sia longitudinali che trasversali, dovranno essere di almeno l'1 1/2% per garantire lo smaltimento delle acque meteoriche. Le stesse piastrelle potranno essere posate ai bordi della strada a ridosso dei cordoni, a formazione di cunette, negli spessori 5-8 cm. Il sistema di posa sarà uguale a quanto detto sopra.

La posa in opera di piastrelle con giunti segati prevede gli stessi criteri sopra esposti salvo i giunti che potranno essere accostati senza fuga ma meglio con 5 mm di fuga sigillata a raso.

5.15.11.4 Posa in opera di lastre irregolari ad opera incerta

La posa sarà effettuata con gli stessi criteri e lo stesso sistema descritto al precedente articolo tenendo però conto che i bordi irregolari delle lastre non consentono una posa ravvicinata dei singoli elementi.

5.15.11.5 Posa in opera di cordoni e binderi

Dopo il tracciamento e la determinazione dei livelli si dovrà eseguire – ove necessario – lo scavo per la ricezione dei cordoni ed il versamento in esso di uno strato di calcestruzzo, dove verranno posati i cordoni in modo da risultare leggermente incastrati. In corrispondenza delle giunzioni si dovrà formare un ingrossamento del calcestruzzo in modo da rinforzare tale zona che presenterà la minor resistenza; si procederà, quindi, alla stuccatura e stilatura dei giunti con boiaccia cementizia molto grassa e tirata a cazzuola.

5.15.11.6 *Posa in opera di smoller*

Dovranno essere posti in opera a coltello per filari di spessore pressoché costante. La posa in opera potrà avvenire su letto di sabbia o la stessa premiscelata a secco con cemento (q.li 2 per mc circa) e in filari dritti ortogonali al senso di marcia della strada, oppure a spina di pesce. Si procederà, quindi, alla insabbiatura ed alla battitura con vibratore meccanico in presenza di acqua, e si riempiranno gli interstizi con sabbia eventualmente miscelata a secco con cemento. Si scoperà poi il pavimento per ottenere la perfetta intasatura e si procederà ad un rapido lavaggio a pioggia della superficie.

5.15.11.7 *Posa in opera degli altri elementi in porfido*

Per tutti gli altri elementi in porfido come gradini, alzate, copertine, sassi da muro, bugnato, soglie, masselli, ecc. si osserveranno le regole di posa in opera comuni ad altri analoghi tipi di pietre naturali e in ogni caso descritti nel già citato volume "La posa in opera del porfido".

5.15.11.8 *Riparazioni e ripristini*

Per l'esecuzione di riparazioni a vecchie pavimentazioni in porfido (scavi per fognature, tubazioni gas o cavi elettrici, ecc.) si procederà:

- a) al riempimento dello scavo, ma con la necessaria graduale costipazione;
- b) alla ricostruzione di un sottofondo analogo a quello esistente sul resto del pavimento, meglio ancora se più resistente, per opporsi ad eventuali cedimenti;
- c) alla rimessa in loco del porfido asportato all'atto dello scavo, previa pulitura dello stesso dalla sabbia o dalla malta che vi sia rimasta attaccata. Si sostituiranno gli elementi rotti o deteriorati o andati perduti;
- d) il resto delle operazioni di posa e sigillatura sarà del tutto analogo ad una nuova pavimentazione.

Nel caso di pavimentazioni in cubetti e per ottenere un soddisfacente risultato si dovrà procedere all'ulteriore demolizione del vecchio pavimento ai lati dello scavo, fino alla chiave dei rispettivi archi, ed alla quale si potranno meglio agganciare i nuovi cubetti.

5.16 BARRIERE DI SICUREZZA STRADALI

5.16.1 *Classificazione delle barriere di sicurezza stradale*

L'installazione delle barriere di sicurezza, oggetto della presente normativa, riguarda l'impianto relativo alle nuove costruzioni.

La normativa di riferimento risulta essere il D.M. n. 223 del 18/02/1992, il D.M. LL.PP. 15/10/1996, il D.M. LL.PP. 03/06/1998, il D.M. n. 2367 del 21/06/2004, la Direttiva n. 3065 del 25/08/2004, la Circolare ministeriale n. 62032 del 21/07/2010, la norma UNI EN 1317 nelle sue varie parti e ss.mm.ii..

A seconda della loro destinazione ed ubicazione le barriere ed i dispositivi di sicurezza si dividono nei seguenti tipi:

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

- a) barriere centrali da spartitraffico;
- b) barriere laterali, in rilevato o scavo;
- c) barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, etc.;
- d) barriere o dispositivi per punti singolari quali attenuatori d'urto, letti di arresto o simili, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, per ostacoli fissi, per zone terminali e/o di interscambio e simili.

5.16.2 Finalità delle barriere e dei dispositivi

Le barriere stradali di sicurezza e gli altri dispositivi di ritenuta stradali sono posti in opera essenzialmente al fine di realizzare accettabili condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi esterni, eventualmente presenti, garantendo entro certi limiti il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale. Le barriere devono quindi essere idonee, ad assorbire parte dell'energia di cui è dotato il veicolo in movimento, limitando contemporaneamente gli effetti d'urto sui passeggeri.

Sono pertanto dispositivi aventi lo scopo di realizzare il contenimento dei veicoli nella sede stradale riducendo al minimo i danni per gli occupanti del veicolo. Per ottenere queste finalità è necessario che l'urto con la barriera non provochi il rovesciamento del veicolo e che non gli imprima una decelerazione tale da provocare danni agli occupanti. Verrà assicurato il corretto contenimento se non ci sarà superamento o sfondamento della barriera nel suo complesso e se nessun elemento longitudinale principale della barriera si romperà completamente, nessuna parte importante della barriera si staccherà completamente o presenterà un pericolo improprio e nessun elemento della barriera penetrerà nell'abitacolo del veicolo. Il veicolo dovrà inoltre essere riportato su una traiettoria tale da non diventare esso stesso un pericolo per gli altri veicoli sopraggiungenti sulla stessa carreggiata. Ciò significa che lo stesso, quando si allontanerà dalla barriera dopo l'urto, dovrà farlo rimanendo in prossimità della stessa.

5.16.3 Operazioni preliminari di sicurezza

Nel caso di lavori di installazione in presenza di traffico occorrerà predisporre la segnaletica ed elementi stradali di presegnalazione, segnalazione, delimitazione, protezione ed avvertimento necessari, al fine di salvaguardare il personale addetto ai lavori e gli utenti in transito, nel rispetto delle norme di sicurezza.

Sia il personale addetto alla modifica della segnaletica, sia quello addetto ai lavori dovrà essere adeguatamente formato ed informato, dovrà essere munito di adeguato abbigliamento ad elevata visibilità oltre che di quanto altro previsto dallo specifico sito e dalle vigenti norme in materia di sicurezza.

Le barriere stradali, di forma e dimensione indicati in progetto, saranno eseguite ovvero installate, se approvvigionate come elementi prefabbricati, lungo il tracciato progettuale o nei luoghi che la Direzione Lavori designerà.

5.16.4 Individuazione delle zone da proteggere

La protezione dovrà:

- riguardare almeno i bordi di tutte le opere d'arte all'aperto quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna;
 - estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente escluso il rischio di conseguenze disastrose derivanti dalla fuoriuscita dei veicoli dalla carreggiata;
 - riguardare lo spartitraffico, ove presente;
 - comprendere il bordo stradale nelle sezioni in rilevato; la protezione risulterà necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata fosse inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipenderà dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (edifici da proteggere o simili);
 - riguardare gli ostacoli fissi che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, etc. e gli oggetti che in caso di urto potrebbero comportare pericolo per i non utenti della strada, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, etc.;
- Occorrerà proteggere i suddetti ostacoli ed oggetti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione e si trovino ad una distanza dal ciglio esterno della carreggiata inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza; tale distanza varia in funzione dei seguenti parametri: velocità di progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza della scarpata, pericolosità dell'ostacolo. Si riportano di seguito alcuni valori indicativi per la distanza di sicurezza:
- 3 ml per strada in rettilineo a livello di piano di campagna, $V = 70 \text{ km/h}$, TGM = 1000;
 - 10 ml per strada in rettilineo ed in rilevato con pendenza pari ad 1/4, $V = 110 \text{ km/h}$, TGM = 6000.

5.16.5 Conformità delle barriere e dei dispositivi

Ai fini della produzione ed accettazione delle barriere di sicurezza ed altri dispositivi, i loro materiali componenti dovranno avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione; i supporti parimenti dovranno essere conformi a quanto previsto nella predetta documentazione e riportato sul certificato di omologazione.

Tutte le barriere, sia del tipo prefabbricato prodotto fuori opera od in stabilimento, sia del tipo costruito in opera, dovranno essere realizzate con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichiarazione di conformità di produzione che nel caso di barriera con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale. Tale dichiarazione dovrà essere emessa dalla Ditta produttrice e sottoscritta dal suo Direttore Tecnico a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al "Certificato di omologazione". L'attrezzatura posta in opera inoltre dovrà essere identificabile con il nome del produttore e la sigla di omologazione (tipo e numero progressivo). Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità di

installazione nella quale il Direttore Tecnico dell'Appaltatore installatrice garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato di omologazione".

Queste dichiarazioni dovranno essere associate, a seconda dei casi, alle altre attestazioni, previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro.

5.16.6 Livelli di contenimento e severità degli impatti

Viene convenzionalmente definito, ai fini della classificazione delle barriere e degli altri dispositivi, "Livello di contenimento Lc" l'energia cinetica posseduta dal mezzo all'atto dell'impatto, calcolata con riferimento alla componente della velocità ortogonale alle barriere. Viene inoltre definito convenzionalmente, ai fini della classificazione della severità degli impatti, l'indice ASI (Indice di Severità dell'Accelerazione) che misura la severità dell'urto sugli occupanti delle autovetture considerati seduti con cinture di sicurezza allacciate.

5.16.7 Classificazione delle barriere e dei dispositivi di ritenuta speciali

A seconda del livello di contenimento le barriere risultano classificate in quattro fasce diverse (vedi tabella 1); per ciascuna classe è previsto il superamento di differenti tipologie di prove d'accettazione (vedi tabella 2). Quanto più gravosa è la prova d'urto a cui sottoporre la barriera, maggiore è il livello di contenimento della stessa.

Livelli di contenimento	Energia cinetica massima al contenimento (KJ)	Tipologia di prova d'accettazione
Contenimento a basso angolo d'impatto T1 T2 T3	6.2 21.5 36.6	TB21 TB22 TB41 e TB21
Contenimento normale N1 N2	43.3 81.9	TB31 TB32 e TB11
Contenimento più elevato H1 H2 H3	126.6 287.5 462.1	TB42 e TB11 TB51 e TB11 TB61 e TB11
Contenimento molto elevato H4a H4b	572.0 724.6	TB71 e TB11 TB81 e TB11

Tabella 1 - Classificazione delle barriere

Tipologia prove di accettazione	Velocità d'urto (Km/h)	Angolo d'urto (gradi)	Massa totale veicolo (kg)	Tipo di veicolo
TB11	100	20	900	autovettura
TB21	80	8	1300	autovettura
TB22	80	15	1300	autovettura
TB31	80	20	1500	autovettura
TB32	110	20	1500	autovettura
TB41	70	8	10000	autocarro

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

TB42	70	15	10000	autocarro
TB51	70	20	13000	autobus
TB61	80	20	16000	autocarro
TB71	65	20	30000	autocarro
TB81	65	20	38000	autoarticolato

Tabella 2 - Modalità di prova

La scelta del livello di prestazione delle barriere di sicurezza da installare è stata progettualmente determinata tenendo conto di fattori che hanno ricompreso la classe di traffico della strada, la loro posizione, la geometria, l'esistenza nelle adiacenze di una struttura vulnerabile o di una zona o di un oggetto potenzialmente pericolosi.

La barriera presenterà un comportamento idoneo se sarà conforme ai requisiti di seguito riportati:

- adeguate deformazioni del sistema (deflessione dinamica (D), larghezza operativa (W) e intrusione del veicolo (Vi));
- mantenimento dell'assetto verticale del veicolo durante e dopo l'impatto (sono ammessi fenomeni moderati di rollo, di beccheggio e d'imbardata);
- controllo della ridirezione dei veicoli: l'angolo di riinvio dovrà essere mantenuto al di sotto di una certa ampiezza;
- rispetto degli indici di severità all'urto prescritti (vedi tabella 3), in particolare, come funzione degli indici ASI e THIV.

Categorie di severità**	Valori degli indici	
A	*ASI $\leq 1,0$	*THIV ≤ 33 km/h
B	*ASI $\leq 1,4$	
C	*ASI $\leq 1,9$	

Tabella 3 - Livelli ammessi di severità d'urto

*(ASI (Acceleration Severity Index): indice misurante la severità del moto del veicolo durante l'urto per una persona seduta, con cinture di sicurezza allacciate - THIV (Theoretical Head Impact Velocity): velocità relativa tra la testa virtuale ipotizzata come ubicata ad una distanza x0 dal punto P ed il veicolo stesso al tempo t)

**Il livello di severità dell'urto A permette un maggiore livello di sicurezza per l'occupante di un veicolo che esce di strada rispetto al livello B, e il livello B maggiore rispetto al livello C.

Tutti i componenti del dispositivo dovranno presentare adeguata durabilità mantenendo i propri requisiti prestazionali nel tempo sotto l'influenza di tutte le azioni prevedibili.

Le barriere e tutti i dispositivi di ritenuta omologati ed installati su strada dovranno essere identificati attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 metri di installazione) o sul dispositivo, e riportante le informazioni previste nella norma UNI EN 1317-5.

I dispositivi di ritenuta stradale utilizzati ed installati saranno muniti di marcatura CE in conformità alla norma UNI EN 1317-5.

La stazione appaltante, oltre a tale documentazione, acquisirà in originale o in copia conforme i rapporti delle prove al vero (crash test), effettuate su prototipi rappresentativi del dispositivo di ritenuta stradale considerato ai sensi delle norme UNI EN 1317 e le modalità di esecuzione delle prove stesse.

Le barriere d) di cui all'art. 2.13.1 si impiegheranno per punti singolari, quali zone di approccio ad opere d'arte e terminali di barriere o simili. Gli attenuatori d'urto avranno lo scopo di ridurre, quando necessario, la severità dell'urto di un'autovettura contro gli ostacoli, compreso anche l'inizio delle barriere.

Il sistema, conforme ai requisiti ed alle prestazioni di cui alla norma UNI EN 1317-3, dovrà assorbire l'energia d'urto del veicolo rallentandone la corsa in caso di urto frontale o ridirigendolo nella corsia di marcia dopo impatto laterale. Potrà essere del tipo parallelo o non parallelo (o asimmetrico), a seconda delle indicazioni progettuali ovvero della Direzione Lavori e dovrà essere assemblato con componenti comuni, quindi facilmente sostituibili in caso di manutenzione a seguito di impatto.

Per essi sono definite due classi di contenimento TC1 e TC2:

- classe TC1: attenuatori che ammettono un livello di contenimento $L_c = 320 \text{ kJ}$;
- classe TC2: attenuatori che ammettono un livello di contenimento $L_c = 500 \text{ kJ}$.

Nell'ambito di queste classi un'ulteriore suddivisione è rappresentata dal comportamento del dispositivo nel caso di urto angolato rispetto alla linea di mezzzeria del dispositivo stesso:

- attenuatori Redirettivi (R): contengono e ridirigono i veicoli urtati;
- attenuatori Non Redirettivi (NR): contengono, ma non ridirigono i veicoli urtati.

5.16.8 Qualità dei materiali e prove

a) Qualità dei materiali

1. Caratteristiche dell'acciaio

L'acciaio impiegato per le barriere dovrà essere esente da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra per qualità, spessori e finiture. La qualità dovrà essere di tipo UNI EN 10025 - S275 JR (ex Fe 430 B UNI 7070), ad eccezione dei nastri a tre onde che dovranno essere costruiti con acciaio di qualità UNI EN 10025 - S235 JR (ex Fe 360 B UNI 7070). L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303: 1994 - Classe 1.

2. Tolleranze dimensionali

Nella costruzione dei profilati di acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e tolleranze previste dalle norme UNI 7344/85. Per le tolleranze di spessore, la Stazione Appaltante riterrà validi i valori riportati nella tabella seguente.

Spessore nominale dei manufatti	Tolleranze accettabili (in difetto)
Fino a 3.50 mm	- 0.05 mm
3.50 ÷ 7.00 mm	- 0.10 mm
Oltre 7.00 mm	- 0.15 mm

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
 nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
 Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

3. Unioni bullonate

La bulloneria impiegata dovrà essere della classe 8.8 UNI 3740.

4. Unioni saldate

I collegamenti tra elementi metallici da effettuarsi mediante saldatura dovranno essere del tipo a penetrazione ed effettuati nel rispetto dell'articolo 2.5 delle norme CNR UNI 10011/88.

In particolare l'Appaltatore, qualora non espressamente descritto nei disegni di progetto, dovrà rispettare le Norme sopra richiamate, tenendo presente di volta in volta, le caratteristiche generali e particolari delle saldature stesse, ivi compresi, qualità e spessori dei materiali, procedimenti, tipi di giunto e classi di saldatura.

5. Zincatura

Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie, secondo le norme CNR-CEI num. 7-6 / VII 1968.

Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono riportate nella tabella seguente.

CLASSE	DESCRIZIONE DEI MATERIALI (mm) (nominali)	Massa minima dello strato di zinco per unità di superficie (g/mq)		Spessore dello strato di zinco per unità di superficie (μm)	
		Media sui campioni esaminati	Minima su campione singolo	Media sui campioni esaminati	Minima su campione singolo
B	Nastri e lamiere anche precedentemente saldati e oggetti in acciaio aventi 3.00 mm o più di spessore	600	550	86	78
C	Nastri e lamiere anche precedentemente saldati e oggetti in acciaio con spessore inferiore a 3.00 mm	400	350	57	50
D	Minuteria metallica, come ganci, viti, dadi, rondelle, piastrine, tirafondi e bulloneria in genere	400	350	57	50

Lo zinco impiegato per i rivestimenti dovrà essere di qualità Zn 99.95 UNI 2013/74.

6. Caratteristiche della rete e dei fili metallici.

La rete sarà realizzata con fili di acciaio crudo UNI 3598/54, con resistenza minima unitaria di rottura di 55 kg/mm² mentre i fili di legatura in acciaio dolce sempre del tipo UNI 3598/54.

La rete e i fili saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante) delle Norme UNI 7245/73. In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 gr/m².

Il rivestimento protettivo della rete e dei fili sarà costituito da zinco di qualità Zn 99.95 UNI 2013/74, oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio.

In questo caso la percentuale di alluminio presente nella lega non dovrà superare il 5%.

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

b) Prove sui materiali

1. Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e bulloneria

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme UNI EN 10025. Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti. La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI 3740, mentre la Direzione Lavori provvederà a verificare in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore il serraggio dei dadi con chiave dinamometria tarata a 10 daNm.

Le caratteristiche delle unioni saldate saranno controllate in conformità alle Norme previste dal Decreto M.LL.PP. del 14/02/1992 e ss.mm.ii.. In particolare verrà effettuato preventivamente un controllo visivo in cantiere da parte dei responsabili della Direzione Lavori, mirato ad individuare eventuali presenze di anomalie sui cordoni, come porosità, inclusioni o cricche.

In questo caso il materiale dovrà essere sostituito con altro rispondente a quanto richiesto.

Sarà inoltre effettuata una verifica in laboratorio, che prevede il controllo manuale mediante ultrasuoni secondo le Norme UNI 8387/84, oppure un controllo mediante liquidi penetranti secondo le Norme UNI 7679/77.

2. Prove relative alle caratteristiche dei rivestimenti anticorrosivi

Le caratteristiche del rivestimento di zinco dei profilati a freddo saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR - CEI num. 7-6/VII 1968 descritte di seguito:

- determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica.
- determinazione della massa dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741-5742/66).
- determinazione dello spessore dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741-5742/66).
- determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco (concordante con le Norme UNI 5743/66).
- determinazione della aderenza dello strato di zinco.

La rete sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva di 28 cicli in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa, secondo le Norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1.0S (un litro di SO₂ per un volume totale della camera di 300 lt, corrispondente ad una concentrazione dello 0.33%.

I relativi provini verranno depositi nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima di 28 cicli.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 ore, suddiviso in due parti: nella prima parte, della durata di 8 ore, i campioni verranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo composto da H₂O + SO₂; nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo e sottoposti ad aerazione.

Il materiale sarà ritenuto accettabile qualora al termine della prova della durata di 28 cicli i campioni non abbiano subito alcuna entità di ossidazione aderente e/o permanente.

5.16.9 Accettazione dei materiali

L'accettazione di tutti i materiali sarà regolata dalle norme descritte nel precedente articolo "Qualità dei materiali - Prove". L'Appaltatore dovrà ottemperare a quanto previsto nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici num. 2357 del 16/05/96 e ss.mm.ii.. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dalla qualità dei materiali stessi. Per ogni partita di materiale impiegato, l'Appaltatore dovrà presentare un attestato di qualità dell'acciaio rilasciato dalla ferriera di provenienza e sottoscritto dal legale rappresentante dell'Appaltatore.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati alle attestazioni nonché la regolarità delle lavorazioni.

La qualità dei materiali verrà verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno, almeno una volta nel corso dell'appalto.

Di norma le campionature verranno eseguite con la cadenza descritta di seguito tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti di barriera o di protezione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore.

Per partite di quantità inferiore ai minimi sotto riportati, in assenza di specifiche indicazioni progettuali, le campionature verranno eseguite a discrezione della Direzione Lavori.

1. Prove relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria
 Barriere di sicurezza: - un prelievo per ogni 1.000 ml di impianto
 Protezione su opere d'arte: - un prelievo per ogni 500 ml di impianto
2. Prove relative alle caratteristiche dei rivestimenti anticorrosivi (zincatura)
 Barriere di sicurezza: - un prelievo per ogni 500 ml di impianto
 Protezione su opere d'arte: - un prelievo per ogni 500 ml di impianto

Le campionature dovranno essere inviate, a cura e spese dell'Appaltatore, al laboratorio autorizzato indicato dalla Stazione Appaltante.

Per irregolarità relative alla qualità dell'acciaio, spessori e dimensioni dei materiali e quanto altro possa concorrere anche in modo parziale a compromettere la resistenza strutturale degli impianti, l'Appaltatore sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.

Per irregolarità relative alle caratteristiche delle protezioni anticorrosive dei materiali metallici, che comunque non concorra a compromettere la resistenza degli impianti, si procederà all'applicazione delle penali di cui alla tabella seguente.

Variazione percentuale di quantità o qualità anticorrosiva in meno, rispetto al richiesto	Sanzione percentuale a applicarsi sul prezzo/i relativo all'opera non a norma
Fino al 10% in meno	10%
Dal 10% al 20% in meno	15%
Oltre il 20% in meno	Sostituzione dei materiali in difetto

I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

5.16.10 Prove e documentazione

L'appaltatore dovrà assicurare, a proprie spese, la preventiva esecuzione di tutte le prove necessarie per definire le effettive prestazioni del terreno presente nel sito di impianto; ciò allo scopo di evitare che la capacità di contenimento dei mezzi in svio sia inferiore a quella di prova. Ciò includerà le necessarie delle prove di caratterizzazione del terreno eseguite secondo l'UNI/TR 11785 e la redazione e consegna della relativa relazione esplicativa.

Prima dell'esecuzione e con congruo anticipo, l'appaltatore dovrà fornire alla direzione lavori la seguente documentazione:

- manuali d'installazione e schede tecniche (per barriere stradali e/o terminali speciali/attenuatori d'urto);
- rapporto/i di prova per urto con veicoli leggeri (per barriere stradali e/o terminali speciali/attenuatori d'urto);
- rapporto/i di prova per urto con veicoli pesanti (per barriere stradali);
- marcatura CE (per barriere stradali/attenuatori d'urto);
- dichiarazione di prestazione (per terminali speciali).

A seguito dell'installazione l'appaltatore dovrà consegnare alla direzione lavori:

- il certificato di corretto montaggio ed installazione dei dispositivi di sicurezza stradali a firma del produttore (ex D.P.R. 207/10 art. 79 c. 17 - ora art. 18 c. 22, Allegato II.12 del D. Lgs. 36/2023);
- la dichiarazione da parte dell'installatore relativa alla corretta posa (D.M. 2367/04 del 21/06/2004 - art. 5);
- a seguito di sopralluogo congiunto tra D.LL., impresa affidataria ed installatore: certificato di conformità di installazione delle barriere di sicurezza ed eventuali terminali speciali/attenuatori d'urto (ai sensi dell'art.5 del d.m. 2367 del 21/06/2004);
- a seguito di sopralluogo congiunto tra D.LL., impresa affidataria ed installatore: verbale di verifica serraggio e controllo dell'installazione delle barriere di sicurezza ed eventuali terminali speciali/attenuatori d'urto (ai sensi dell'art.5 del d.m. 2367 del 21/06/2004).

5.16.11 Demolizione di barriere esistenti

Lo smontaggio degli elementi di barriera esistente dovrà essere effettuato con cura senza causare rotture o danni; eventuali danni o perdite saranno imputate all'Appaltatore.

Nel caso di lavorazioni su strade in esercizio, alla rimozione dovrà seguire prontamente il montaggio delle nuove barriere in modo da non lasciare tratti di strada senza protezione.

Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Stazione Appaltante e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi indicati dalla Stazione Appaltante, oppure ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori portati a discarica, sempre a cura e spese dell'Appaltatore.

Sono inoltre stabilite le seguenti prescrizioni per le diverse tipologie di impianto esistente da rimuovere:

1. barriere su rilevato: le banchine in terra e le cunette in calcestruzzo, sede dei montanti estratti, dovranno essere perfettamente ripristinate ed ogni detrito o materiale di scarto trasportato e smaltito a rifiuto a cura e spese dell'Appaltatore;
2. barriere su opere d'arte: è espressamente compreso ogni onere per la demolizione senza alcun pregiudizio della struttura esistente e tutti gli oneri eventualmente derivanti per il ripristino dell'opera d'arte;
3. gli elementi metallici inghisati e/o annegati nella struttura dell'opera d'arte posti in posizioni non interferenti con impianti di nuova formazione dovranno essere tagliati ed adeguatamente protetti, con tecniche appropriate, a filo dell'estradosso della struttura stessa, al fine di non creare situazioni di potenziale pericolo.

5.16.12 *Nuovi impianti su rilevato: modalità di esecuzione*

La barriera sarà posizionata in modo che il filo dell'onda superiore del nastro cada entro il margine della pavimentazione stradale.

I nastri saranno collegati fra di loro ed ai sostegni mediante bulloni con esclusione di saldature; il collegamento tra i nastri sarà effettuato tenendo conto del senso di marcia in maniera che ogni elemento sia sovrapposto al successivo per evitare risalti contro la direzione del traffico.

Il serraggio dei bulloni potrà avvenire anche con chiave pneumatica, purché sia assicurata la coppia finale prevista nel manuale d'installazione; il valore dovrà essere verificato con chiave dinamometrica su un proporzionato numero di bulloni.

Sul bordo superiore dei nastri saranno applicati gli elementi rifrangenti segnalimite conformi alla normativa vigente.

I sostegni saranno infissi con idonea attrezzatura vibrante o a percussione fino alla profondità necessaria per il rispetto della quota stabilita, avendo cura di non deformare la testa del sostegno ed ottenere l'assoluta verticalità finale, facendo in modo che le alette del sostegno siano posizionate in senso contrario a quello del traffico.

Quando per la presenza di trovanti o eccessiva consistenza del terreno non risulti possibile l'infissione, sarà ammesso il taglio della parte eccedente del sostegno e la formazione in sito del nuovo foro di collegamento, sempreché la parte infissa risulti superiore a 50 cm.

Qualora il rifiuto interessi più sostegni contigui fino a un massimo di sei, l'Appaltatore è tenuto a sospendere l'infissione e avvertire tempestivamente la Direzione Lavori perché questa possa assumere le decisioni circa i criteri di ancoraggio da adottare.

Generalmente si ricorrerà alla formazione di un basamento longitudinale di sezione opportuna in calcestruzzo di cemento armato nel quale saranno annegati i sostegni.

Le cavità eventualmente formatisi alla base dei sostegni dopo l'infissione, a seconda della natura della sede, dovranno essere intasate con materiale inerte costipato o chiuse con malta di cemento.

In caso di carenza di vincolo od altre particolari situazioni, la Direzione Lavori potrà richiedere l'adozione di adeguate opere di rinforzo.

Lungo il tracciato della barriera possono trovarsi sottoservizi, per cui l'Appaltatore è tenuta a chiedere preventivamente agli enti interessati, in accordo con la Direzione Lavori, le necessarie indicazioni per la loro individuazione e ad operare con le dovute cautele.

In ogni caso eventuali danni arrecati agli impianti predetti ed eventuali oneri per l'individuazione dei cavi/sottoservizi stessi sono totalmente a carico dell'Appaltatore restando la Stazione Appaltante sollevata da ogni responsabilità ed onere conseguente.

Sono a carico dell'Appaltatore le eventuali riprese di allineamento e rimessa in quota delle barriere per il periodo sino al collaudo ancorché ciò dipenda da limitati cedimenti della sede stradale e la ripresa possa essere eseguita operando sulle tolleranze dei fori di collegamento.

L'Appaltatore è comunque tenuto a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o parte di essi se questi non sono stati eseguiti secondo le norme sopraelencate.

Per quanto concerne il montaggio, l'Appaltatore sarà tenuto a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o di parte di essi se questi non dovessero essere stati eseguiti secondo la corretta e regolare esecuzione.

5.16.13 Nuovi impianti su opera d'arte: modalità di esecuzione

Le operazioni dovranno svolgersi con inizio dalla fine dell'opera d'arte stessa rispetto alla direzione del traffico.

La barriera sarà posizionata in modo che il filo dell'onda superiore del nastro, o della trave di collegamento, cada entro il margine della pavimentazione stradale.

Nel caso di nastro superiore ad onda, la faccia del nastro stesso sarà inclinata di 8° rispetto alla verticale, cosicché le onde inferiori risulteranno arretrate rispetto all'onda superiore.

I nastri saranno collegati fra di loro ed ai sostegni mediante bulloni con esclusione di saldature; il collegamento tra i nastri sarà fatto tenendo conto del senso di marcia in maniera che ogni elemento sia sovrapposto al successivo per evitare risalti contro la direzione del traffico.

Il serraggio dei bulloni potrà avvenire anche con chiave pneumatica, purché sia assicurata la coppia finale prevista nel manuale d'installazione; il valore dovrà essere verificato con chiave dinamometrica su un proporzionato numero di bulloni.

Sul bordo superiore dei nastri saranno applicati gli elementi rifrangenti segnalimito conformi alla normativa vigente.

La sequenza di posa degli elementi costituenti la barriera su opera d'arte è indicativamente la seguente:

- predisposizione nel conglomerato cementizio dei fori di posizione e dimensione corrispondenti a quelli indicati nei disegni costruttivi della barriera e facenti riferimento alla struttura omologata
- introduzione nei perfori realizzati di tirafondi di caratteristiche e dimensioni corrispondenti a quelli indicati nei disegni costruttivi della barriera e facenti riferimento alla struttura omologata.

Le barre dovranno essere filettate in testa e zincate con procedure e grado di protezione analoghi a quelli stabiliti per i montanti della barriera.

Le modalità di controllo faranno espressamente riferimento a quanto stabilito nelle presenti Norme in materia:

- inghisaggio nei perfori dei tirafondi mediante prodotto ancorante di caratteristiche fisico-meccaniche corrispondenti a quelli indicate nei disegni costruttivi della barriera e facenti riferimento alla struttura omologata;
- posizionamento sull'estradosso della struttura, in corrispondenza dei punti di appoggio delle piastre degli elementi di sostegno, di riquadri in gomma espansa EPDM (Etilene Propilene Diene) a cellule chiuse tipo E75-2 di colore nero, di dimensioni pari a quelle della piastra con fori predisposti in corrispondenza dei tirafondi;
- posizionamento degli elementi di barriera, secondo le modalità indicate nei disegni costruttivi e facenti riferimento alla struttura omologata, con opportuni spessoramenti compensatori di quota al fine di aver un buon allineamento dei nastri e degli eventuali parapetti.

Nel caso in cui il progetto preveda espressamente l'inserimento dei tirafondi nell'opera d'arte preventivamente all'esecuzione dei getti, gli elaborati progettuali definiranno in maniera univoca le modalità esecutive per la predisposizione di tali tirafondi che dovranno comunque essere zincati, come indicato sopra, e rispondenti a quanto stabilito nei disegni costruttivi della barriera e facente riferimento alla struttura omologata.

5.16.14 Posa in corrispondenza dei giunti di dilatazione (eventuali)

In corrispondenza dei giunti di dilatazione di impalcato, gli elementi di barriera prossimi al giunto non dovranno essere accostati ma distanziati di 8 cm per consentire le dilatazioni dell'impalcato stesso.

Di conseguenza i collegamenti tra i due elementi saranno realizzati con pezzi speciali che, pur mantenendo le stesse resistenze di quelli correnti, permetteranno spostamenti relativi tra le due barriere collegate.

In ogni caso non sarà ammessa la sovrapposizione di parte dell'elemento prefabbricato sul cordolo della campata successiva, salvo specifica previsione progettuale.

5.16.15 Caratteristiche degli ancoranti chimici per inghisaggio

L'inghisaggio dei tirafondi di ancoraggio delle piastre, dovrà essere effettuato mediante resine sintetiche senza stirene, da applicare nei fori della struttura di supporto della barriera stradale nel rispetto delle seguenti caratteristiche:

Dimensioni barra	Ø foro [mm]	Profondità foro [mm]	Carico a rottura [kN]	Carico di sicurezza [kN]
M16	18	125	55,00	12,5
M 20	24	170	83,00	17,50
M24	28	210	102,50	26,50

I valori di carico riportati sono determinati statisticamente e dipendono strettamente dalla qualità e resistenza del supporto specificato; per questo motivo, in caso di carichi elevati, si consiglia di verificare la caricabilità del supporto con prove in loco.

Temperatura (°C)	Tempo indurimento (minuti)	Tempo di applicazione massimo carico (minuti)
30	3	25
20	7	50
10	22	150

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

5	30	200
---	----	-----

5.16.16 Caratteristiche dei materiali di riempimento delle nicchie di ancoraggio (eventuali)

La sigillatura delle nicchie dovrà essere effettuata con malta cementizia reoplastica e tixotropica, e rapido indurimento, con granulometria massima degli inerti di 4 mm, resistenza a compressione pari a 25 MPa, $pH > 12$, peso specifico pari a 1900 Kg/mc, adesione su calcestruzzo maggiore di 1,00 N/mm².

5.17 OPERE IDRAULICHE E FOGNATURE

5.17.1 Condotte

La verifica e la posa in opera delle tubazioni sarà conforme al Decreto Min. Lav. Pubblici del 12/12/1985.

A tale scopo l'Impresa, indicherà la Ditta fornitrice delle tubazioni, la quale dovrà dare libero accesso, nella propria azienda, agli incaricati dell'Amministrazione appaltante perché questi possano verificare la rispondenza delle tubazioni alle prescrizioni di fornitura.

Prima di ordinare i materiali l'Impresa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori, eventuali illustrazioni e/o campioni dei materiali che intende fornire, inerenti i tubi, il tipo di giunzione, i pezzi speciali, le flange ed eventuali giunti speciali, Insieme al materiale illustrativo disegni e campioni.

All'esterno di ciascun tubo o pezzo speciale, in linea di massima dovranno essere apposte in modo indelebile e ben leggibili le seguenti marchiature:

- marchio del produttore;
- sigla del materiale;
- data di fabbricazione;
- diametro interno o nominale;
- pressione di esercizio;
- classe di resistenza allo schiacciamento (espressa in kN/m per i materiali non normati);
- normativa di riferimento.

5.17.1.1 Tubazioni

Tubazioni in c.a.v. (eventuali)

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- ☐ $R_{ck} \geq 25$ MPa;
- ☐ spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- ☐ sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

- sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento.

Dovranno essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfianciati; il conglomerato per la platea ed i rinfianchi sarà del tipo di fondazione avente $R_{ck} \geq 25$ MPa.

Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 Kg/m³ di cemento.

5.17.1.2 Canalette

Le canalette saranno in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M. 167-70 e AASHTO M. 36-70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40 % spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI, carico unitario di rottura non minore di 34 kg/mm² e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a 305 g/m² per faccia.

Nella posa in opera saranno compresi i raccordi, i tiranti, i profilati di raccordo, la bulloneria ed ogni altro onere per l'esecuzione del lavoro.

5.17.2 Pozzetti prefabbricati e chiusini

5.17.2.1 Caratteristiche dei manufatti e modalità di posa in opera

I pozzi di imbocco e scarico dei sifoni a servizio delle canalette irrigue saranno realizzati mediante pozzetti prefabbricati specifici per sifoni di canalette e tubazioni irrigue, di dimensioni interne cm 90X90, in calcestruzzo $R_{ck} 40$ N/mm² (C32/40) armato con acciaio B450C secondo D.M. 14.01.08, marcati CE secondo UNI EN 1917.

Le tolleranze dimensionali, controllate in stabilimento e riferite alla circolarità delle giunzioni, degli innesti e degli allacciamenti, dovranno essere comprese tra l'1 e il 2% delle dimensioni nominali.

I pozzi saranno costituiti da elementi componibili quali pozzetto di fondo con decantazione di almeno 50 cm, elemento di testa, più eventuali prolunghe intermedie ed eventuale piastra di copertura, per la realizzazione di sifoni di canali prefabbricati, compreso il raccordo sottostante alle tubazioni e il raccordo superiore alla canaletta.

I pozzetti prefabbricati e comunque qualsivoglia altro manufatto (pozzetti d'ispezione, d'incrocio, di salto, di cacciata, di manovra, di sfiato di scarico e simili), saranno eseguiti secondo i disegni di progetto.

L'elemento di fondo deve essere posato su una soletta di calcestruzzo di spessore minimo 10 cm e dotata di rete elettrosaldata spessore 10 mm e passo 10 centimetri. Il rinfiando deve essere realizzato con particolare cura, costipando il terreno a strati 30 cm.

I giunti dei manufatti prefabbricati devono essere sigillati sia internamente che esternamente mediante opportuna malta cementizia resistenze alle spinte attive e passive.

L'innesto delle tubazioni deve essere altresì sigillato per uno spessore di almeno 5 cm mediante malta tissotropica antiritiro impermeabile. In alternativa può essere posto in opera un'adeguata guarnizione in gomma che assicura una perfetta tenuta tra foro di innesto della tubazione e la tubazione stessa.

L'elemento di testa deve essere provvisto di griglia calpestabile, portata 600 kg/mq, con funzione di protezione dalle cadute accidentali entro la botte a sifone.

5.17.2.2 Pozzetti e chiusini

Dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 30$ MPa;
- armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.

Saranno conformi alle norme UNI EN 124 (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature).

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o simili, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni saranno indicate negli elaborati di progetto.

5.17.2.3 Caditoie

L'Appaltatore dovrà fornire e posare griglie concave con telaio rialzato a base piana, rialzata in ghisa sferoidale GS 500-7 a norma ISO 1083 (1987) conforme alla classe D400 della norma UNI-EN 124 (1995) carico di rottura >400 kN, trattate superficialmente con vernice protettiva idrosolubile di colore nero, non tossica e non inquinante. Dovrà inoltre essere fornito certificato di un Ente certificatore, riconosciuto a livello europeo, attestante il rispetto delle procedure di controllo qualità e sulle caratteristiche dichiarate dal prodotto. In opera, compreso nel prezzo il letto di posa in malta di cement R 425 dosata a 300 kg/mc., il tutto in ghisa sferoidale, dimensioni esterne mm. 580x513, peso complessivo circa kg 27.

5.18 OPERE DI TINTEGGIATURA, VERNICIATURA E COLORITURA

Preparazione delle superfici e applicazione delle pitture

Le operazioni di tinteggiatura, coloritura o verniciatura dovranno essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (raschiatura, scrostatura, stuccatura, levigatura e pulizia) con modalità e sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

In particolare dovrà curarsi che le superfici si presentino perfettamente pulite e pertanto esenti da macchie di sostanze grasse od untuose, da ossidazioni, ruggine, scorie.

Nel corso dell'applicazione delle pitture dovrà essere posta particolare cura agli spigoli e alle zone difficilmente accessibili.

L'applicazione dovrà essere effettuata esclusivamente con prodotti pronti all'uso e preparati nei modi stabiliti dalle case produttrici; non sarà, quindi, consentito procedere, salvo altre prescrizioni, ad ulteriori miscelazioni con solventi o simili che non siano state specificatamente prescritte.

Tutti i prodotti dovranno trovarsi nei recipienti originali, sigillati, con le indicazioni del produttore, le informazioni sul contenuto, le modalità di conservazione ed uso e quanto altro richiesto per l'impiego dei materiali.

La temperatura ambiente non dovrà in ogni caso superare i 40°C mentre la temperatura delle superfici dovrà essere compresa fra i 5°C e 50°C con un massimo di 80% di umidità relativa.

L'applicazione dei prodotti vernicianti non dovrà venire effettuata su superfici umide; in esterno pertanto, salvo l'aggiunta di particolari prodotti, le stesse operazioni saranno sospese con tempo piovoso, nebbioso od in presenza di vento.

In ogni caso, le opere eseguite dovranno essere protette fino a completo essiccamento in profondità, dalle correnti d'aria, dalla polvere, dall'acqua, dal sole e da ogni causa che possa costituire origine di danno e di degenerazione in genere.

L'Appaltatore dovrà adottare inoltre ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi, sbavature e macchie di pitture, vernici, smalti sulle opere già eseguite (pavimenti, rivestimenti, zoccolatura, intonaci, infissi, apparecchi sanitari, rubinetterie ecc.) restando a carico dello stesso ogni lavoro o provvedimento necessari per l'eliminazione degli imbrattamenti, dei degradi nonché degli eventuali danni apportati.

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di ordinare, a cura e spese dell'Appaltatore, il rifacimento delle lavorazioni risultanti da esecuzione non soddisfacente e questo sia per difetto dei materiali impiegati, sia per non idonea preparazione delle superfici, per non corretta applicazione degli stessi, per mancanza di cautele o protezioni o per qualunque altra causa ascrivibile all'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà procedere con immediatezza a tali rifacimenti, eliminando nel frattempo eventuali danni conseguenti dei quali rimane, in ogni caso ed a tutti gli effetti, unico responsabile.

In ogni caso le opere eseguite dovranno essere protette, fino al completo essiccamento, dalla polvere, dall'acqua e da ogni altra fonte di degradazione.

Tutti i componenti base, i solventi, i diluenti e gli altri prodotti usati dalle case produttrici per la preparazione delle forniture, dalla mano d'opera per l'applicazione e gli eventuali metodi di prova, dovranno essere conformi alla normativa vigente ed avere caratteristiche qualitative costanti confermate dai marchi di qualità.

Prima dell'applicazione di ogni successiva mano di pittura la mano precedente dovrà essere completamente essiccata o indurita e, inoltre, dovrà essere riparato ogni eventuale danneggiamento delle mani già applicate, utilizzando lo stesso tipo di pittura usato in precedenza.

La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della Direzione dei Lavori e non sarà ammessa alcuna distinzione tra colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità.

Il colore di ogni mano di pittura dovrà essere diverso da quello della mano precedente per evitare di lasciare zone non pitturate e per controllare il numero delle passate che sono state applicate.

In caso di contestazione, qualora l'Appaltatore non sia in grado di dare la dimostrazione del numero di passate effettuate, la decisione sarà a sfavore dell'Appaltatore stesso. Comunque egli ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere all'esecuzione di quella successiva, di farsi rilasciare dal personale della Direzione dei Lavori una dichiarazione scritta.

Prima d'iniziare le opere da pittore, l'Appaltatore ha inoltre l'obbligo di eseguire nei luoghi e con le modalità che gli saranno prescritti, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e di ripeterli eventualmente con le varianti richieste, sino ad ottenere l'approvazione della Direzione dei Lavori. Egli dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere finite (pavimenti, rivestimenti, infissi, ecc.), restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

Le opere di verniciatura su manufatti metallici saranno precedute da accurate operazioni di pulizia (nel caso di elementi esistenti) e rimozione delle parti ossidate; verranno quindi applicate almeno una mano di vernice protettiva ed un numero non inferiore a due mani di vernice del tipo e colore previsti fino al raggiungimento della completa uniformità della superficie.

Malta cementizia anticorrosiva bicomponente per la protezione dei ferri d'armatura

L'applicazione del prodotto avverrà con pennello in almeno due mani fino a coprire completamente il ferro con uno spessore di circa 2 mm.

I ferri di armatura dovranno essere liberi da calcestruzzo deteriorato, da sostanze grasse, dalla ruggine. A tale scopo sarà se necessario eseguita una sabbiatura al fine di portare le armature allo stato di metallo bianco. Se ciò non fosse possibile, si procederà quanto meno ad accurata spazzolatura con mezzi meccanici o manuali.

Saranno comunque attuate puntualmente dall'Appaltatore tutte le prescrizioni specifiche del prodotto fornite dall'azienda produttrice della malta impiegata, nonché le istruzioni operative impartite dalla Direzione Lavori.

Verniciature su legno. Per le opere in legno, la stuccatura ed imprimitura dovrà essere fatta con mastici adatti, e la levigatura e rasatura delle superfici dovrà essere perfetta.

Nelle opere di verniciatura eseguite su intonaco, oltre alle verifiche della consistenza del supporto ed alle successive fasi di preparazione si dovrà attendere un adeguato periodo, fissato dalla Direzione dei Lavori, di stagionatura degli intonaci; trascorso questo periodo si procederà all'applicazione di una mano di imprimitura (eseguita con prodotti speciali) o una mano di fondo più diluita alla quale seguiranno altre due mani di vernice del colore e caratteristiche fissate.

La tinteggiatura potrà essere eseguita, salvo altre prescrizioni, a pennello, a rullo, a spruzzo, ecc. in conformità con i modi fissati per ciascun tipo di lavorazione.

IDROSABBIATURA

Idrosabbiatura a pressione realizzata mediante l'uso di idropulitrice con pressione variabile con sabbia di quarzo di opportuna granulometria.

TEMPERA

Tinteggiatura a tempera di pareti e soffitti con finitura di tipo liscio o a buccia d'arancio a coprire interamente le superfici trattate, data a pennello o a rullo previa rasatura e stuccatura ed eventuale imprimitura a due o più mani.

TINTEGGIATURA LAVABILE

- Tinteggiatura lavabile del tipo:

- a) a base di resine vinil-acriliche;
- b) a base di resine acriliche;

per pareti e soffitti con finitura di tipo liscio a coprire interamente le superfici trattate, data a pennello o a rullo previa rasatura e stuccatura ed eventuale imprimitura a due o più mani;

- Tinteggiatura lavabile a base di smalti murali opachi resino-sintetici del tipo:

- a) pittura oleosa opaca;
- b) pittura oleoalchidica o alchidica lucida o satinata o acril-viniltuolenica;
- c) pitture uretaniche;

per pareti e soffitti con finitura di tipo liscio a coprire interamente le superfici trattate, data a pennello o a rullo previa rasatura e stuccatura ed eventuale imprimitura a due o più mani.

RESINE SINTETICHE

Dovranno essere composte dal 50% ca. di pigmento e dal 50% ca. di veicolo (legante + solvente), essere inodori, avere un tempo di essiccazione di 8 ore ca., essere perfettamente lavabili senza presentare manifestazioni di alterazione.

Nel caso di idropitture per esterno la composizione sarà del 40% ca. di pigmento e del 60% ca. di veicolo con resistenze particolari agli agenti atmosferici ed agli attacchi alcalini.

La tinteggiatura o rivestimento plastico murale rustico dovrà essere a base di resine sintetiche in emulsione con pigmenti e quarzi o granulato da applicare a superfici adeguatamente preparate e con una mano di fondo, data anche in più mani, per una quantità minima di kg.1,2/m2. posta in opera secondo i modi seguenti:

- a) pennellata o rullata granulata per esterni;
- b) graffiata con superficie fine, massima granulometria 1,2 mm. per esterni.

FONDI MINERALI

Tinteggiatura di fondi minerali assorbenti su intonaci nuovi o vecchi esterni nei centri storici, trattati con colori minerali senza additivi organici ovvero liberati con un opportuno sverniciatore da pitture formanti pellicola, con colore a due componenti con legante di silicato di potassio puro (liquido ed incolore) ed il colore in polvere puramente minerale con pigmenti inorganici (per gruppi di colori contenenti una media percentuale più o meno elevata di ossidi pregiati), per consentire un processo di graduale cristallizzazione ed aggrappaggio al fondo senza formare pellicola, idrorepellente ed altamente traspirante con effetto superficiale simile a quello ottenibile con tinteggio a calce, resistente al calore, ai raggi ultravioletti ed ai fumi industriali, coprente, lavabile, resistente a solvente, inodore e non inquinante, fortemente alcalino, da applicare con pennello in tre mani previa preparazione del sottofondo.

VERNICIATURA CLS

Verniciatura protettiva di opere in calcestruzzo armato e non, poste all'esterno o all'interno liberate, con opportuno sverniciatore da eventuali pitture formanti pellicola mediante colore a base di silicati di potassio modificati (per gruppi di colori contenenti una media percentuale più o meno elevata di ossidi pregiati) e carichi minerali tali da consentire la reazione chimica con il sottofondo consolidandolo e proteggendolo dalla neutralizzazione (carbonatazione e solfatazione), idrorepellente e traspirante, resistente al calore, ai raggi ultravioletti ed ai fumi industriali, lavabile, resistente a solvente, inodore e non inquinante, fortemente alcalino, opaco come minerale, da applicare a pennello e/o a rullo in almeno tre mani previa preparazione del sottofondo.

PRIMER AL SILICONE

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

Applicazione di una mano di fondo di idrorepellente, a base di siliconi o silicati, necessario per il trattamento preliminare di supporti soggetti ad umidità da porre in opera a pennello o a rullo previa pulizia superficiale delle parti da trattare.

CONVERTITORE DI RUGGINE

Applicazione di convertitore di ruggine su strutture ed infissi di metallo mediante la posa in opera di due mani a pennello o a spruzzo di una resina copolimerica vinil-acrilica in soluzione acquosa lattiginosa, ininflammabile, a bassa tossicità, rispondente inoltre al test spay salino di 500 ore con adesione al 95% se sottoposto a graffiatura a croce.

VERNICE ANTIRUGGINE

Verniciatura antiruggine di opere in ferro esterne già opportunamente trattate, con funzioni sia di strato a finire di vario colore sia di strato di fondo per successivi cicli di verniciatura, mediante l'applicazione di una resina composta da un copolimero vinil-acrilico con caratteristiche di durezza, flessibilità e resistenza agli urti, permeabilità al vapore d'acqua ed all'ossigeno di 15-25 gr./m²./mm./giorno, con un contenuto di ossido di ferro inferiore al 3%, non inquinante, applicabile a rullo, pennello ed a spruzzo su metalli ferrosi e non, in almeno due mani; – verniciatura antiruggine di opere in ferro costituita da una mano di minio di piombo mescolato con piccole quantità di olio di lino cotto o realizzata con prodotto oleosintetico equivalente previa preparazione del sottofondo con carteggiatura, sabbiatura o pulizia completa del metallo stesso.

PITTURE MURALI CON RESINE PLASTICHE

Le pitture murali di questo tipo avranno come leganti delle resine sintetiche (polimeri cloro vinilici, ecc.) e solventi organici; avranno resistenza agli agenti atmosferici ed al deperimento in generale, avranno adeguate proprietà di aereazione e saranno di facile applicabilità.

RESINE EPOSSIDICHE

Verniciatura di opere in ferro con resine epossidiche bicomponenti (kg/m². 0,60) da applicare su superfici già predisposte in almeno due mani.

SMALTO OLEOSINTETICO

Avranno come componenti le resine sintetiche o naturali, pigmenti aggiuntivi, vari additivi e saranno forniti in confezione sigillata con tutte le indicazioni sulla composizione e sulle modalità d'uso. Le caratteristiche dovranno essere quelle previste dalle norme già citate e dovranno, inoltre, garantire la durabilità, la stabilità dei colori, la resistenza agli agenti atmosferici, ecc. Verniciatura con smalto oleo sintetico, realizzata con componenti (olio e resine sintetiche con percentuali adeguate dei vari elementi) a basso contenuto di tossicità, da utilizzare su opere

in ferro mediante applicazione a pennello in almeno due mani su superfici precedentemente trattate anche con vernice antiruggine. I tempi di essiccazione saranno intorno alle 6 ore.

IMPREGNANTE PER LEGNO

Verniciatura per opere in legno con impregnante a diversa tonalità o trasparente da applicare su superfici precedentemente preparate in una prima mano maggiormente diluita con idoneo solvente ed una seconda mano con minor quantità di solvente ed un intervallo di tempo minimo tra le due mani di almeno 8-10 ore.

Barriera protettiva antigraffiti per superfici esterne

L'applicazione del prodotto è possibile con lavorazione a pennello, a rullo ovvero con pistola a spruzzo o con airless.

Il supporto su cui applicare la barriera dovrà essere pulito, privo di polvere, sporcizia, grassi, oli ed efflorescenze. Se necessario si dovranno utilizzare metodi di rimozione con sabbiatura, idrosabbiatura o acqua in pressione, a seconda della superficie da trattare.

La barriera applicata si dovrà trasformare quindi in una pellicola che non deve modificare in modo percettibile la superficie, ma permettere di intervenire per rimuovere i graffiti eventualmente eseguiti, con idropulitrice ad acqua calda.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

5.19 OPERE IN VERDE (EVENTUALI)

Tutte le aree destinate a verde, dovranno essere rivestite con manto vegetale appena ultimata la loro sistemazione superficiale.

Eventuali erosioni, solcature, buche od altre imperfezioni dovranno essere riprese con terreno agrario, riprofilando le superfici secondo le pendenze di progetto; dovrà essere curata in modo particolare la conservazione ed eventualmente la sistemazione delle banchine dei rilevati.

Tutte le superfici dovranno presentarsi perfettamente regolari, eliminando anche eventuali tracce di pedonamento.

5.19.1 Fornitura e sistemazione di terreno vegetale nelle aiuole

Il terreno vegetale dovrà avere caratteristiche fisiche e chimiche atte a garantire un sicuro attecchimento e sviluppo di colture erbacee, arbustive od arboree.

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

Dovrà risultare di reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto, privo di pietre, ciottoli, detriti, radici, erbe infestanti.

Dovrà provenire da scotico di terreno a destinazione agraria, fino alla profondità massima di un metro.

Qualora il prelievo venga fatto da terreni non coltivati, la profondità di prelevamento dovrà essere contenuta allo strato esplorato dalle radici delle specie erbacee presenti ed in ogni caso non dovrà superare il mezzo metro.

L'Impresa prima di effettuare il prelevamento e la fornitura della terra, dovrà darne avviso alla Direzione Lavori, affinché possano venire prelevati, in contraddittorio, i campioni da inviare ad una stazione di chimica agraria riconosciuta, per le analisi di idoneità del materiale secondo i metodi ed i parametri normalizzati di analisi del suolo, pubblicati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo - S.I.S.S.

Il terreno dovrà essere posto in opera in strati uniformi, ben sminuzzato, spianato e configurato in superficie secondo le indicazioni di progetto.

5.19.2 Preparazione del terreno

Dopo regolarizzazione ed eventuale riprofilatura, le scarpate in rilevato dovranno essere preparate per il rivestimento mediante una erpicatura poco profonda, eseguita con andamento climatico favorevole e con terreno in tempera (40-50 % della capacità totale per l'acqua).

In questa fase l'impresa dovrà avere cura di portare a compimento tutte quelle opere di regolazione idraulica prevista in progetto, che rappresentano il presidio e la salvaguardia delle scarpate.

Sulle scarpate in scavo, oltre alla regolarizzazione delle superfici, dovranno eventualmente essere predisposte buche in caso di rimboschimento con semenzali o impianti di talee.

5.19.3 Concimazioni

L'Impresa, a sua cura e spese, dovrà effettuare le analisi chimiche dei terreni per poter definire la conciliazione di fondo, che di norma è costituita da concimi minerali somministrati nei seguenti quantitativi:

- concimi fosfatici titolo medio 18% : 0,80 t/ha
- concimi azotati titolo medio 16% : 0,40 t/ha;
- concimi potassici titolo medio 40% : 0,30 t/ha.

È facoltà della Direzione Lavori, in relazione ai risultati delle analisi dei terreni ed inoltre per esigenze particolari, variare le proporzioni di cui sopra senza che l'Impresa possa chiedere alcun compenso.

Qualora il terreno risultasse particolarmente povero di sostanza organica, parte dei concimi minerali potrà essere sostituita da terricciati o da letame ben maturo, da spandersi in modo uniforme sul terreno, previa rastrellatura e miscelazione del letame con la terra.

Ogni eventuale sostituzione dovrà essere autorizzata dalla Direzione Lavori.

L'uso dei concimi fisiologicamente alcalini, o fisiologicamente acidi, sarà consentito in terreni a reazione anomala, e ciò in relazione al pH risultante dalle analisi chimiche.

Oltre alla conciliazione di fondo, l'impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi e tenendo comunque presente che lo sviluppo della vegetazione dovrà avvenire in modo uniforme.

Le modalità delle concimazioni di copertura non vengono precisate, lasciandone l'iniziativa all'Impresa, la quale è anche interessata all'ottenimento della completa copertura del terreno nel più breve tempo possibile ed al conseguente risparmio dei lavori di risarcimento, diserbo, sarchiatura, ripresa di smottamenti ed erosioni, che risulterebbero certamente più onerosi in presenza di non perfetta vegetazione, come pure ad ottenere uno sviluppo uniforme e regolare degli impianti a verde.

I concimi usati per le concimazioni di fondo e di copertura, dovranno essere forniti nelle confezioni originali di fabbrica, risultare a titolo ben definito e, nel caso di concimi complessi, a rapporto azoto-fosforo-potassio precisato.

Da parte della Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le composizioni delle concimazioni di fondo, in rapporto al pH dei terreni.

Prima di effettuare le concimazioni di fondo, l'impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione Lavori affinché questa possa disporre eventuali controlli.

Lo spandimento dei concimi dovrà essere effettuato esclusivamente a mano, con impiego di personale pratico e capace, per assicurare uniformità nella distribuzione.

Per le opere di scavo eventualmente rivestite con semenzali o talee, la concimazione potrà essere localizzata.

5.19.4 Semine

Le superfici da rivestire mediante semina, secondo le previsioni di progetto, dovranno essere preparate come descritto al precedente punto; la concimazione come descritta al precedente punto, dovrà essere effettuata in due tempi: all'atto della semina dovranno essere somministrati i concimi fosfatici e potassici; i concimi azotati dovranno essere somministrati a germinazione avvenuta.

Si procederà quindi alla semina di un miscuglio di erbe da prato perenni con l'impiego di 200 kg di seme per ettaro di superficie.

Nella tabella che segue è riportata la composizione di cinque miscugli da impiegare a seconda delle caratteristiche dei terreni e delle particolari condizioni climatiche e/o ambientali.

Specie	Tipo di miscuglio				
	A	B	C	D	E
	Kg di seme per ettaro				
Lolium Italicum	-	38	23	50	-
Lolium Perenne	-	38	23	50	-
Arrhenatherum Elatius	50	-	-	-	33

CVEPS25 533 _ C.I. 15189 – "Manutenzione viabilità di quartiere terraferma"
nella Città Metropolitana di Venezia _ Progetto esecutivo
Capitolato speciale d'appalto - Prescrizioni tecniche viabilità

Dactylis Glomerata	5	42	23	20	-
Trisetum Plavescens	12	8	5	-	-
Festuca Pratensis	-	-	47	33	-
Festuca Rubra	17	12	15	10	-
Festuca Ovina	-	-	-	-	10
Festuca Heterophylla	-	-	-	-	15
Phleum Pratense	-	12	12	20	-
Alopecurus Fratensis	-	20	18	26	-
Cynosurus Cristatus	-	-	-	-	5
Poa Pratensis	5	38	30	7	3
Agrostis Alba	-	10	7	7	-
Antoxanthum odoratum	-	-	-	-	2
Bromus Erectus	-	-	-	-	25
Bromus Inermis	66	-	-	-	20
Trifolium Pratense	13	8	10	7	-
Trifolium Repens	-	12	7	-	-
Trifolium Hibridum	-	-	-	10	-
Medicago Lupulina	5	-	-	-	10
Onobrychis Sativa	-	-	-	-	67
Antillia Vulneraria	17	-	-	-	5
Lotus Corniculatus	10	-	3	10	5
Sommano Kg	200	200	200	200	200

Di seguito si riporta lo schema della compatibilità dei miscugli con i vari tipi di terreno:

Tipo di Miscuglio	Caratteristiche dei Terreni
Miscuglio A	Terreni di natura calcarea, piuttosto sciolti, anche con scheletro grossolano;
Miscuglio B	Terreni di medio impasto, tendenti al leggero, fertili;
Miscuglio C	Terreni di medio impasto, argillo-silicei, fertili;
Miscuglio D	Terreni pesanti, argillosi, piuttosto freschi
Miscuglio E	Terreni di medio impasto, in clima caldo e secco

L'Impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori la data della semina, affinché possano essere fatti i prelievi dei campioni di seme da sottoporre a prova e per il controllo delle lavorazioni.

L'Impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme. La semina

dovrà essere effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volumi e peso quasi uguali, mescolati fra loro e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.

Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento.

La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano con erpice a sacco.

Dopo la semina il terreno dovrà essere rullato e l'operazione dovrà essere ripetuta a germinazione avvenuta.

5.19.4.1 Idrosemina

Dopo che le superfici da rivestire saranno state preparate come descritto al Paragrafo "Preparazione del terreno" di tale capitolo, l'impresa procederà al rivestimento mediante idrosemina impiegando una speciale attrezzatura in grado di effettuare la proiezione a pressione di una miscela di seme, fertilizzante, collante ed acqua.

Tale attrezzatura, composta essenzialmente da un gruppo meccanico erogante, da un miscelatore-agitatore, da pompe, raccordi, manichette, lance, ecc., dovrà essere in grado di effettuare l'idrosemina in modo uniforme su tutte le superfici da rivestire, qualunque sia l'altezza delle scarpate.

I materiali da impiegare dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della Direzione Lavori che disporrà le prove ed i controlli ritenuti opportuni.

I miscugli di seme da spandere, aventi le composizioni nei rapporti di cui alla tabella riportata nel paragrafo "Semine" a seconda dei tipi di terreni da rivestire, saranno impiegati nei quantitativi di 200, 400 e 600 kg/ha, in relazione alle prescrizioni che la Direzione Lavori impartirà tratto per tratto, riservandosi inoltre di variare la composizione del miscuglio stesso, fermo restando il quantitativo totale di seme.

Dovrà essere impiegato fertilizzante ternario (PKN) a pronta, media e lenta cessione in ragione di 700 kg/ha.

Per il fissaggio della soluzione al terreno e per la protezione del seme, dovranno essere impiegati in alternativa 1200 kg/ha di fibre di cellulosa, oppure 150 kg/ha di collante sintetico, oppure altri materiali variamente composti che proposti dall'Impresa, dovranno essere preventivamente accettati dalla Direzione Lavori.

Si effettuerà l'eventuale aggiunta di essenze forestali alle miscele di sementi, quando previsto in progetto.

Anche per l'idrosemina l'Impresa è libera di effettuare il lavoro in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenga in modo regolare ed uniforme.

5.20 LAVORI DI SEGNALETICA

Vedi quanto riportato nel documento ***"Capitolato speciale d'appalto – Prescrizioni tecniche segnaletica"***