



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



MINISTERO
DELL'INTERNO



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



CITTÀ DI
CARPI

OPERE DI VIABILITA' COMPLEMENTARE AL NUOVO POLO SPORTIVO

Città di Carpi

CITTA' DI CARPI - Settore S5 Opere Pubbliche e Manutenzione della Città

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)

Finanziato dall'Unione Europea NextGenerationEU

Missione M5 - Componente C2 - Misura Investimenti in progetti di rigenerazione urbana, volti a ridurre situazioni di emarginazione e degrado sociale - Investimento 2.1

Progetto n.55/22:

"OPERE DI VIABILITA' COMPLEMENTARE AL NUOVO POLO SPORTIVO" - ID 8660

CUI: L00184280360202000024 - CUP: C91B21002880005

PROGETTAZIONE:



RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
Ing. Marcello Mancone

COORDINATORE DI PROGETTO
Ing. Alessandro Cecchelli

OPERE A VERDE, ASPETTI PAESAGGISTICI E
URBANISTICI
Arch. Maria Cristina Fregni

PROGETTAZIONE OPERE STRADALI
Ing. Alessio Gori

PROGETTAZIONE OPERE IDRAULICHE
Ing. Alessandro Cecchelli

PROGETTAZIONE OPERE STRUTTURALI
Ing. Luciano Viscanti

CANTIERIZZAZIONE E FASI
ESPROPRI ED INTERFERENZE
Ing. Stefano Simonini

PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI
Ing. Francesco Frassinetti

COORD. SICUREZZA IN PROGETTAZIONE
Geom. Stefano Caccianiga

GEOLOGIA
Dott. Pietro Accolti Gil

TEAM DI PROGETTO
Ing. Mattia De Caro
Ing. Stefano Tronconi
Ing. Giulio Melosi
Arch. Daniela Corsini
Arch. Althea Giroto
Ing. Matteo Falcini
Ing. Davide Vescovini
Arch. Emma Ibba
Geom. Franco Mariotti

ELABORATO

DOCUMENTAZIONE TECNICO-ECONOMICA

Capitolato speciale di Appalto - Norme tecniche

PROGETTO ESECUTIVO

PARTE D'OPERA	DISCIPLINA	DOC. E PROG.	FASE	REV.
RO	TE	CT02	3	1

Cartella	File name	Prot.	Scala	Formato
11	ROTECT02_31_5094	5094	-	A4

5					
4					
3					
2					
1	REVISIONE	GIU 2023	M. De Caro	A.Cecchelli	M.Mancone
0	EMISSIONE	MAG 2023	M. De Caro	A.Cecchelli	M.Mancone
REV.	DESCRIZIONE	Data	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

CAPO 1	QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	6
<i>Art.1</i>	<i>Generalità -----</i>	<i>6</i>
<i>Art.2</i>	<i>Marchio CE-----</i>	<i>6</i>
<i>Art.3</i>	<i>Materiali e prodotti per uso strutturale -----</i>	<i>7</i>
<i>Art.4</i>	<i>Materiali e prodotti pericolosi -----</i>	<i>7</i>
<i>Art.5</i>	<i>Caratteristiche dei materiali -----</i>	<i>7</i>
<i>Art.6</i>	<i>Apparecchi idraulici -----</i>	<i>35</i>
<i>Art.7</i>	<i>Elastomeri per anelli di tenuta -----</i>	<i>36</i>
<i>Art.8</i>	<i>Leganti bituminosi e loro modificati -----</i>	<i>37</i>
8.1	Leganti bituminosi semisolidi -----	37
8.2	Bitumi di base -----	37
8.3	Bitumi modificati -----	38
<i>Art.9</i>	<i>Materiali per opere di sistemazione a verde -----</i>	<i>42</i>
<i>Art.10</i>	<i>Geotessile e prodotti affini -----</i>	<i>43</i>
<i>Art.11</i>	<i>Prodotti verniciati, pitture, vernici e smalti -----</i>	<i>45</i>
<i>Art.12</i>	<i>Segnaletica stradale-----</i>	<i>47</i>
CAPO 2	NORME PER L'ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO	53
2.1	LAVORI STRADALI, MOVIMENTI DI MATERIE -----	53
<i>Art.13</i>	<i>Rilievi – Capisaldi - Tracciamenti -----</i>	<i>53</i>
13.1	Rilievi-----	53
13.2	Capisaldi -----	53
13.3	Tracciamenti -----	53
2.2	SCAVI, DEMOLIZIONI E MOVIMENTI DI MATERIE -----	54
<i>Art.14</i>	<i>Movimenti di Terra e Demolizioni -----</i>	<i>54</i>
14.1	Generalità -----	54
14.2	Demolizioni e fresatura di pavimentazioni in conglomerato bituminoso-----	55
<i>Art.15</i>	<i>Scavi in genere ed opere di contenimento-----</i>	<i>56</i>
15.1	Generalità -----	56
15.2	Smacchiamento-----	57
15.3	Scotico -----	57
15.4	Scavi di sbancamento -----	58
15.5	Sistemazione scarpate in trincea -----	60
15.6	Scavi di fondazione -----	61
15.7	Scavi per acquedotti e fognature -----	63
15.8	Interventi di contenimento degli scavi-----	64
<i>Art.16</i>	<i>Rilevati-----</i>	<i>64</i>
16.1	Scotico -----	64
16.2	Bonifica -----	64
16.3	STRATO ANTICAPILLARE -----	68
16.4	Geosintetici per rinforzo del piano di posa -----	69
16.5	Rilevati tradizionali -----	70
16.6	Rilevati in terra stabilizzata con leganti-----	75
<i>Art.17</i>	<i>Demolizioni -----</i>	<i>81</i>
17.1	Piano della demolizione -----	81
17.2	Prescrizioni particolari per le demolizioni integrali o parziali di strutture complesse -----	82
17.3	Prescrizioni particolari per le idrodemolizioni -----	82
17.4	Prescrizioni particolari per la demolizione della pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso-----	83
<i>Art.18</i>	<i>Contabilizzazione e misurazione movimenti di materie -----</i>	<i>83</i>
18.1	Scavi di sbancamento -----	84
18.2	Preparazione piano di posa dei rilevati -----	85
18.3	Realizzazione dei rilevati stradali -----	85
18.4	Stabilizzazione e sistemazione dei terreni con uso di calce o cemento-----	85
18.5	Fornitura e stesa di teli di Geotessile -----	85

18.6	Trasporti a scarica o da cava di prestito -----	85
18.7	Demolizione di murature-----	86
18.8	Demolizione integrale di fabbricati e di strutture in C.A. e C.A.P. -----	86
18.9	Demolizione di impalcati in C.A.P. o strutture similari in C.A., sia totali che parziali e/o a sezione obbligata-----	86
18.10	Idrodemolizione e asportazione corticale di conglomerato cementizio sull'intradosso ed estradosso degli impalcati, comprese le superfici verticali di spalle, pile, pulvini, muri, ecc – per uno spessore medio fino a 3 cm-----	86
18.11	Demolizione di sovrastruttura stradale -----	87
18.12	Spicconatura di intonaco-----	87
18.13	Rimozione e demolizione strutture in acciaio -----	87
Art.19	Controllo-----	87
19.1	Disposizioni generali -----	87
19.2	Prove di laboratorio-----	88
19.3	Prove di controllo in fase esecutiva -----	89
19.4	Prove di controllo sul piano di posa -----	89
19.5	Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali da demolizione edile -----	91
19.6	Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali industriali – scorie-----	91
19.7	Telo Geotessile "tessuto non tessuto" -----	92
19.8	Controllo scavi -----	93
19.9	NORMATIVE DI RIFERIMENTO -----	94
2.3	PIATTAFORMA STRADALE -----	95
Art.20	Sottofondazione stradale in misto granulare stabilizzato-----	95
20.1	Generalità -----	95
20.2	Caratteristiche del materiale da impiegare – Aggregati lapidei di primo impiego -----	95
20.3	Studio preliminare-----	96
20.4	Modalità esecutive -----	96
Art.21	Cordoli di ciglio stradale, per marciapiedi e rotonde -----	97
21.1	Cordoli in elementi prefabbricati-----	97
Art.22	Strati di usura, binder e base in conglomerato bituminoso -----	97
22.1	Generalità -----	97
22.2	Caratteristiche dei materiali da impiegare-----	97
22.3	Composizione delle miscele-----	99
22.4	Requisiti di accettazione -----	99
22.5	Controllo dei requisiti di accettazione-----	101
22.6	Formazione e confezione delle miscele-----	102
22.7	Posa in opera -----	103
22.8	Controllo sulla qualità della compattazione delle miscele-----	104
22.9	Requisiti di laboratorio sottoposti a detrazione-----	104
22.10	Generalità per l'esecuzione dei lavori – Autocontrollo dell'impresa -----	106
22.11	Controlli requisiti di accettazione delle pavimentazioni -----	107
Art.23	Strato di base in conglomerato bituminoso riciclato a freddo con emulsione di bitume modificato e cemento 115	
23.1	Generalità -----	115
23.2	Materiali -----	115
23.3	Miscela -----	117
23.4	Controllo dei requisiti di accettazione-----	118
23.5	Confezione e posa in opera delle miscele-----	118
Art.24	Strati di usura a tessitura ottimizzata realizzati con conglomerati bituminosi tipo asphalt rubber dense graded -----	119
24.1	Generalità e definizioni -----	119

24.2	Qualificazione dei materiali -----	119
24.3	Composizione della miscela-----	122
24.4	Requisiti di accettazione -----	124
24.5	Controllo dei requisiti di accettazione-----	124
24.6	Confezionamento della miscela -----	124
24.7	Preparazione della superficie di stesa-----	125
24.8	Posa in opera della miscela-----	126
24.9	Controlli-----	127
2.4	SEGNALETICA VERTICALE ED ORIZZONTALE -----	132
<i>Art.25</i>	<i>Segnaletica -----</i>	<i>132</i>
25.1	Generalità -----	132
25.2	Segnaletica verticale-----	132
25.3	Segnaletica orizzontale-----	138
2.5	FOGNATURE STRADALI -----	142
<i>Art.26</i>	<i>Scavi, posa e rinterrì -----</i>	<i>142</i>
<i>Art.27</i>	<i>Tubazioni -----</i>	<i>143</i>
27.1	Generalità -----	143
<i>Art.28</i>	<i>Manufatti per reti di drenaggio -----</i>	<i>144</i>
28.1	Pozzetti per reti di drenaggio -----	144
<i>Art.29</i>	<i>Tubazioni circolari di attraversamento -----</i>	<i>145</i>
2.6	OPERE A VERDE-----	146
2.7	IMPIANTI TECNOLOGICI -----	163

ABBREVIAZIONI

- Codice dei Contratti (Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50, Codice dei Contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE);
- Legge n. 2248 del 1865 (legge 20 marzo 1865, n. 2248, allegato F);
- Decreto n. 81 del 2008 (decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro);
- Capitolato generale d'appalto (decreto ministeriale - lavori pubblici - 19 aprile 2000, n. 145);
- R.U.P. (Responsabile unico del procedimento di cui all'articolo 31 del Codice dei Contratti);
- D.U.R.C. (Documento unico di regolarità contributiva): il documento attestante la regolarità contributiva previsto dall'articolo 90, comma 9, lettera b), decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e dall'allegato XVII, punto 1, lettera i), allo stesso decreto legislativo, nonché dall'articolo 2 del decreto-legge 25 settembre 2002, n. 210, convertito dalla legge 22 novembre 2002, n. 266;
- D. L. (Direttore dei Lavori);
- P.S.C. (Piano Sicurezza e Coordinamento).

PREMESSA

Il presente Capitolato detta le norme riguardanti l'appalto per la esecuzione di opere stradali ed edili precisamente descritte negli elaborati di progetto, nel presente Capitolato Speciale e nei documenti della gara di appalto.

Tali opere sono da eseguirsi per conto del Comune di Carpi (che per brevità, nel testo, sarà indicata come Amministrazione).

Questo Capitolato si intende, ed è, parte integrante del contratto di appalto che verrà stipulato con l'Impresa appaltatrice (che per brevità, nel testo, sarà indicata come Impresa oppure Appaltatore).

Le normative tecniche ed amministrative cui si fa riferimento nel presente Capitolato sono quelle delle disposizioni in vigore al momento della gara di appalto, ancorché siano state richiamate con gli estremi relativi a precedenti versioni.

L'Amministrazione appaltante, per quanto concerne l'esecuzione delle opere appaltate e per ogni conseguente effetto sarà rappresentata, nei rapporti con l'Impresa appaltatrice, dalla propria Direzione dei Lavori (che per brevità, nel testo, sarà indicata D. L.).

PRESCRIZIONI TECNICHE

CAPO 1 QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Art.1 Generalità

I materiali, i manufatti e le forniture in genere da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere i requisiti stabiliti dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alle specifiche norme indicate nel presente Capitolato o negli altri atti contrattuali. Essi inoltre, se non diversamente prescritto o consentito, dovranno rispondere alle specificazioni tecniche dei relativi Enti di unificazione e normazione (UNI, EN, ISO, CEI, ecc.) con la notazione che, ove il richiamo del presente testo fosse indirizzato a norme ritirate o sostituite, la relativa valenza dovrà ritenersi rispettivamente prorogata (salvo diversa specifica) o riferita alla norma sostitutiva. Si richiamano peraltro, espressamente, le prescrizioni degli artt. 16 e 17 del Capitolato Generale d'Appalto (D.M. n. 145 del 19/04/2000).

Potranno essere impiegati materiali e prodotti conformi ad una *norma armonizzata* o ad un *benestare tecnico europeo* come definiti dalla Direttiva 89/106/CEE, ovvero conformi a specifiche nazionali dei Paesi della Comunità Europea, qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i *requisiti essenziali* allegati alla citata direttiva.

Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, ne siano riconosciute l'idoneità e la corrispondenza ai requisiti prescritti (D.M. 49/2018).

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire o a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o dalla Direzione sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera, e sulle forniture in genere. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme UNI, UNI EN, ecc., verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali abbiano ad avere, durante il corso dei lavori, le medesime caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione. Pertanto, qualora in corso di coltivazione di cave o di esercizio di fabbriche, stabilimenti, ecc. i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare e si presentasse quindi la necessità di cambiamenti nell'approvvigionamento, nessuna eccezione potrà accampare l'Appaltatore, né alcuna variazione di prezzi, fermi restando gli obblighi di cui al primo capoverso.

Le provviste non accettate dalla Direzione dei lavori, in quanto ad insindacabile giudizio non riconosciute idonee, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore, e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti. Lo stesso resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che l'Amministrazione si riserva in sede di collaudo finale.

Art.2 Marchio CE

Nel caso in cui i materiali da costruzione debbano garantire il rispetto di uno o più *requisiti essenziali* di cui all'allegato A del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, gli stessi dovranno essere dotati di marcatura **CE**. Tale marcatura (art. 3, D.P.R.) sarà indice di:

- conformità alle norme nazionali che recepiscono *norme armonizzate* (i cui estremi sono riportati nella GUCE e nella GURI);

- conformità, nel caso non esistano norme armonizzate, alle norme nazionali riconosciute dalla Commissione a beneficiare della presunzione di conformità;
- conformità al “*Benestare tecnico europeo*” di cui all’art. 5 del citato D.P.R.

L’*attestato di conformità* CE rilasciato da parte di un organismo riconosciuto o la *dichiarazione di conformità* rilasciata dal fabbricante o da un suo mandatario in rapporto alle procedure previste dall’art. 7 del D.P.R. n. 246/93, dovrà contenere gli elementi informativi particolarmente elencati all’art. 10 dello stesso decreto.

Art.3 Materiali e prodotti per uso strutturale

I materiali ed i prodotti per uso strutturale dovranno rispondere ai requisiti indicati al Paragrafo II delle “*Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni*” approvate con D. M. 17 Febbraio 2018 e s.m.i. In particolare dovranno essere:

- identificati mediante la descrizione, a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nelle superiori “Norme Tecniche”;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui in precedenza e mediante le prove sperimentali di accettazione previste nelle stesse norme per misurarne le caratteristiche di cui sopra.

Nei casi in cui per i materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 (modificato con D.P.R. 10 dicembre 1997, n. 499), ovvero la qualificazione secondo le superiori norme tecniche, la relativa “*attestazione di conformità*” dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori. Negli altri casi, l’idoneità sarà accertata attraverso le procedure stabilite dal Servizio Tecnico Centrale che dovranno essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate ovvero a quelle previste dalle superiori norme.

Art.4 Materiali e prodotti pericolosi

Ai sensi del D. Lgs. 2 Febbraio 2002, n° 25, che richiama il precedente D. Lgs. 3 Febbraio 1997, n° 52, e s.m.i. sulla salute e sicurezza dei lavoratori, i materiali ed i prodotti pericolosi (pitture, vernici, impregnanti, malte particolari, ecc.) dovranno essere corredati, da parte del produttore, di apposita “*Scheda informativa di sicurezza*”.

Art.5 Caratteristiche dei materiali

L’Amministrazione si riserva la facoltà di scorporare dall’appalto determinati materiali e forniture, senza che per questo l’Appaltatore possa avanzare richieste di speciali compensi, sotto qualunque titolo. Ove ricorresse tale evenienza, lo stesso sarà tenuto al rispetto degli obblighi di cui al presente Capitolato.

a) Acqua

L’acqua dovrà essere dolce, limpida e scevra da materie terrose, da cloruri e da solfati. L’acqua dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008. È vietato l’impiego di acqua di mare, salvo esplicita autorizzazione (nel caso, con gli opportuni accorgimenti per i calcoli di stabilità). Tale divieto rimane tassativo ed assoluto per i calcestruzzi armati ed in genere per tutte le strutture inglobanti materiali metallici soggetti a corrosione.

b) Calce

Le calce aeree ed idrauliche dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui alle norme vigenti, per quanto non incompatibile con la parte armonizzata delle seguenti norme europee recepite dall’UNI:

UNI EN 459-1 - Calci da costruzione. Definizioni, specifiche e criteri di conformità;

UNI EN 459-2 - Calci da costruzione. Metodi di prova.

La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente e perfetta cottura, di colore uniforme, non bruciata, né vitrea, né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità d'acqua dolce necessaria alla estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, siliciose od altrimenti inerti.

Calce vivaⁱ

La calce viva in zolle al momento dell'estinzione dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita e perciò si dovrà provvederla in rapporto al bisogno e conservarla in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità.

Calce idrata in polvereⁱⁱ

Dovrà essere confezionata in idonei imballaggi e conservata in locali ben asciutti. Gli imballaggi dovranno portare ben visibili: l'indicazione del produttore, il peso del prodotto e la specifica se trattasi di fiore di calce o calce idrata da costruzione.

Marcatura ed etichettatura

Le calci da impiegarsi per la preparazione di malte per murature, intonaci esterni ed interni e per la produzione di altri prodotti dovranno essere marcate CE. Il sistema di attestazione della conformità sarà del tipo "2". Il simbolo di marcatura CE (da figurare sulla confezione o sui documenti di accompagnamento) dovrà essere accompagnato dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'ente autorizzato; nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno di marcatura; numero del certificato di conformità CE o certificato di controllo di produzione di fabbrica (se necessario); riferimento alla norma UNI EN 459-1; descrizione del prodotto e dell'impiego previsto; informazioni sulle caratteristiche pertinenti elencate nel prospetto ZA.1 della norma.

c) Leganti idraulici

Le calci idrauliche, i cementi e gli agglomeranti cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro, dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalla Legge 26 maggio 1965, n. 595, e dai DD. MM. 3 giugno 1968 e 31 agosto 1972 aventi rispettivamente per oggetto: "*Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici*", "*Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi*", "*Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche*", con le modifiche e gli aggiornamenti di cui ai DD. MM. 20 novembre 1984 e 13 settembre 1993.

Per quanto riguarda i cementi, fatto salvo quanto previsto dal D.M. 3 giugno 1968 e dal D.M. 20 novembre 1984 per i cementi alluminosi e per i cementi per sbarramenti di ritenuta, la composizione, le specificazioni ed i criteri di conformità saranno quelli previsti dalle norme UNI EN sotto riportate, alle quali fa peraltro riferimento il D.M. 17 Febbraio 2018 che ha emanato le nuove "*Norme Tecniche per le costruzioni*" :

UNI EN 197-1 - Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per i cementi comuni.

UNI EN 197-2 - Cemento. Valutazione della conformità.

La fornitura dei leganti idraulici dovrà avvenire in sacchi sigillati, ovvero in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola o ancora alla rinfusa.

ⁱ Per le definizioni v. il punto 3 della UNI EN 459-1. La calce viva è ottenuta per calcinazione di rocce calcaree e/o dolomitiche. Essa include la calce calcica e la calce dolomitica.

ⁱⁱ La calce idrata (S) è una calce aerea, calcica o dolomitica, ottenuta dallo spegnimento controllato della calce viva. La calce spenta potrà essere richiesta in forma di polvere secca, di grassello o di liquido (latte di calce).

Dovranno comunque essere chiaramente riportate, a mezzo stampa nei primi due casi e con documenti di accompagnamento nell'ultimo, le informazioni previste dall'Appendice ZA.4 della norma UNI EN 197-1 ed in particolare: il marchio CE; il numero di identificazione dell'organismo di certificazione; il nome o marchio identificativo del produttore; la sede legale; il nome o marchio identificativo della fabbrica; le ultime due cifre dell'anno di marcatura; il numero del certificato di conformità CE; la norma di riferimento e la denominazione normalizzata (esempio: CEM I 42,5 R).

L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà risultare dal *Giornale dei lavori*.

La conservazione dei materiali dovrà essere effettuata in locali asciutti, approntati a cura dell'Appaltatore, e su tavolati in legname; più idoneamente lo stoccaggio sarà effettuato in adeguati "silos".

Calcestruzzo a ritiro compensato

Utilizzo di additivi comprendenti una combinazione di agenti espansivi, anti-ritiro e riduttori d'acqua in modo da ottenere un ridotto ritiro igrometrico per getto solette di implacato inferiore ai 100 m/metro.

Miscela di fibre sintetiche.

Le fibre devono essere aggiunte direttamente nell'apparato mescolante presso l'impianto di prefabbricazione o di betonaggio, contemporaneamente a inerti, cemento, sabbie e a una prima frazione della ghiaia e comunque le fibre non devono essere aggiunte per prime.

Sono importanti le modalità di getto e di protezione dello stesso al fine di garantire una maturazione umida.

d) Pozzolana

La pozzolana sarà ricavata da strati mondi da cappellaccio ed esente da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la sua provenienza dovrà rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230. Per la misurazione, sia a peso che a volume, dovrà essere perfettamente asciutta.

e) Additivi

Additivi per calcestruzzi

Materiale aggiunto durante il procedimento di miscelazione del calcestruzzo, in quantità non maggiore del 5% in massa del contenuto di cemento del calcestruzzo, dovrà essere conforme alla parte armonizzata della seguente norma:

UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.

La designazione degli additivi dovrà riportare: il nome e il tipo di additivo; il riferimento alla norma; il codice per identificare il tipo di additivo (numero del prospetto della norma che riporta i requisiti prestazionali, es. UNI EN 934-2:T3.1/3.2). La marcatura CE dovrà essere accompagnata dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'ente autorizzato; nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore; ultime due cifre dell'anno di marcatura; numero del certificato di controllo di produzione in fabbrica; descrizione del prodotto; informazioni sulle caratteristiche pertinenti essenziali di cui al prospetto ZA.1 della norma.

Additivi per malte

Gli additivi per malte per opere murarie dovranno essere conformi alla parte armonizzata della norma UNI EN 934-3. Per la designazione e la marcatura CE si richiama quanto indicato superiormente per i calcestruzzi

f) Materiali naturali, di cava e artificiali

Aggregati per malte

Generalità

Saranno ritenuti idonei alla produzione di malte gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali (con esclusione, se non diversamente consentito, di materiali provenienti da processi di riciclo), conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 13139 (Aggregati per malta), e aggregati conformi alla norma UNI EN 12620 qualora la certificazione riporti le stesse prove indicate dalla UNI EN 13139.

Gli aggregati dovranno essere assolutamente scevri di materie terrose ed organiche, essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, stridenti al tatto e dovranno provenire, se naturali, da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Ove necessario saranno lavati con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive.

Granulometria

La granulometria degli aggregati, da determinarsi in conformità della UNI EN 933-1.

Gli aggregati per malte da muratura (sabbie) saranno in genere costituiti da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 UNI EN 933-2; quelli per intonaci, stuccature, murature da paramento ed in pietra da taglio da grani passanti allo staccio 0,5 UNI EN 933-2.

Il contenuto dei fini, da determinarsi in conformità della UNI EN 933-1. La granulometria dei filler, da determinarsi in conformità della UNI-EN 933-10.

Requisiti fisici e chimici

I requisiti fisici e chimici degli aggregati saranno conformi alle prescrizioni di progetto e verranno stabiliti con le modalità di cui ai punti 6 e 7 della norma.

Designazione e descrizione

Gli aggregati per malta ed i filler devono essere designati come di seguito: a) provenienza (nome della cava e del punto di estrazione); b) tipo di aggregato (indicazione petrografica o nome commerciale); c) numero della norma; d) dimensione nominale.

Marcatura ed etichettatura – Marcatura CE

Ogni consegna di aggregati dovrà essere accompagnata da una bolla numerata, emessa da o per conto del produttore, nella quale sia dichiarato: a) provenienza; b) regione/luogo di produzione; c) data di consegna; d) designazione; e) se richiesto, massa volumica dei granuli e contenuto massimo di cloruro; marcatura CE se necessario.

Il simbolo di marcatura CE, deve figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento (es. bolla di consegna) e deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:

- numero di identificazione dell'ente di certificazione (solo per i prodotti sotto il sistema 2+);
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;
- ultime due cifre dell'anno di affissione della marcatura CE; numero del certificato del controllo di produzione di fabbrica (solo per i prodotti sotto sistema 2+); riferimento alla UNI EN 13139;
- descrizione ed impiego previsto del prodotto;
- informazioni sulle caratteristiche essenziali, elencate nel prospetto ZA.1a o nel prospetto ZA.1b.

Sistema di attestazione di conformità

I sistemi di attestazione di conformità per gli aggregati e filler per malte saranno, conformemente ai prospetti ZA 2A e ZA 2b della norma UNI EN 13139, del tipo "2+" per materiali ove siano richiesti alti requisiti di affidabilità della produzione a garanzia della fornitura e del tipo "4" ove tali requisiti non siano richiesti.

g) Aggregati per calcestruzzo

Saranno ritenuti idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali (con esclusione, ove non diversamente consentito, di materiali provenienti da processi di riciclo) rispondenti alle prescrizioni di cui al paragrafo 11.2.9.2 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" e s.m.i. e conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 12620 (Aggregati per calcestruzzo)ⁱ.

I materiali naturali dovranno essere costituiti da elementi omogenei, provenienti da rocce compatte, resistenti, non gessose o marnose, né gelive. Tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili e quelle rivestite da incrostazioni.

I pietrischi e le graniglie dovranno provenire dalla frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o di calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione ed al gelo. Saranno a spigolo vivo, scevri di materie terrose, sabbia e comunque materie eterogenee ed organiche.

La dimensione massima degli aggregati sarà indicata dal progetto o dalla Direzione dei lavori in base alla resistenza, alla destinazione dei getti ed alle modalità di posa in opera dei calcestruzzi. In ogni caso la dimensione massima degli elementi, per le strutture armate, non dovrà superare il 60% dell'interfero e, per le strutture in generale, il 25% della minima dimensione strutturale. Sarà assolutamente vietato l'impiego di sabbia marina.

Granulometria

La granulometria dell'aggregato, determinata in conformità alla UNI EN 933-1, dovrà soddisfare i requisiti di cui al punto 4.3 della UNI EN 12620 della quale si riporta, in parteⁱⁱ, il Prospetto 2. Le dimensioni di un aggregatoⁱⁱⁱ sono specificate da una coppia di stacci di cui al Prospetto 1 della norma scelti tra le tre serie previste (e separate), con la notazione che tali dimensioni devono avere $D/d \geq 1.4$.

Forma dell'aggregato (a.g.)

La forma dell'aggregato grosso sarà determinata in termini di indice di appiattimento (come specificato dalla UNI EN 933-3) e di indice di forma (come specificato dalla UNI EN 934-4) e riferite alle rispettive categorie "FI" e "SI" di cui ai Prospetti 8 e 9 della UNI EN 12620.

Resistenza alla frantumazione (a.g.)

La resistenza alla frantumazione dell'aggregato grosso sarà specificata con riferimento al coefficiente "Los Angeles" (categoria "LA") ed al valore d'urto (categoria "SZ") di cui ai Prospetti 12 e 13 della norma superiormente citata, con metodo di prova secondo UNI EN 1097-2.

Resistenza all'usura (a.g.)

Ove richiesta, la resistenza all'usura dell'aggregato grosso (coefficiente micro-Deval MDE) sarà determinata in conformità alla UNI EN 1097-1 e specificata con riferimento al Prospetto 14 della UNI EN 12620.

Resistenza alla levigabilità e all'abrasione (a.g.)

Ove richiesta (per calcestruzzi destinati a strati di usura nelle pavimentazioni stradali), la resistenza alla levigabilità (valore di levigabilità "VL") ed all'abrasione (valore dell'abrasione "AAV") dell'aggregato grosso sarà determinata secondo UNI EN 1097-8 e riferita ai Prospetti 15 e 16 della UNI EN 12620.

ⁱ Per gli aggregati leggeri per malte e calcestruzzi sarà fatto riferimento alle norme UNI EN 13055.

ⁱⁱ Il Prospetto 2 della UNI EN 12620 va letto unitamente alle ulteriori notazioni riportate nello stesso prospetto ed al punto 4.3 della norma.

ⁱⁱⁱ La Designazione granulometrica o classe di un aggregato, fine (a.f.) o grosso (a.g.) che sia (con esclusione del filler), viene individuata dal rapporto di due numeri d/D di cui uno minore "d" ed uno maggiore "D" corrispondenti alle dimensioni dei vagli estremi che interessano l'aggregato. Essi verificano la condizione, superiormente riportata, che D/d deve essere non inferiore a 1,4.

Riferimento a norme UNI:

UNI 8520-1 - Aggregati per confezione di calcestruzzi. Definizioni, classificazione e caratteristiche.

UNI 8520-2 - Idem. Limiti di accettazione.

Al fine di individuare i limiti di accettazione delle caratteristiche tecniche degli aggregati sarà fatto riferimento alle norme sotto riportate delle quali, nella Tab. 8, si riporta una sintesiⁱⁱ.

TAB. 8 - Aggregati per confezione di calcestruzzi. Requisiti e limiti di accettazione secondo UNI 8520-2

Caratteristica	CATEGORIA		Metodo di prova UNI 8520	Caratteristica	CATEGORIA		Metodo di prova UNI 8520
	A	B			A	B	
	Valori limite				Valori limite		
Esame petrografico	Assenza di gesso, anidride, silice amorfa. Miche e scisti xillini come minerali accessori ≤ 1%	Accettata silice amorfa solo come impurità. Miche e scisti xillini come minerali accessori ≤ 2%	Parte 4 ^a	Resistenza a compressione	$R \geq 100 \text{ N/mm}^2$	$R \geq 80 \text{ N/mm}^2$	Parte 17 ^a
Contenuto di solfati		$\text{SO}_3 \leq 0,20\%$	Parte 11 ^a	Coefficienti di forma e di appiattimento	$C_i \geq 0,15 (D_{\text{max}} = 32 \text{ mm})$ $C_i \geq 0,12 (D_{\text{max}} = 64 \text{ mm})$	-	Parte 18 ^a
Contenuto di cloruri solubili	$\text{Cl}^- \leq 0,05\%$	$\text{Cl}^- \leq 0,10\%$	Parte 12 ^a	Perdita di massa per urto e rotolamento	$LA \leq 30\%$ coefficiente di abrasione "Los Angeles".	$LA \leq 40\%$	Parte 19 ^a
Massa volumica e assorbimento superficiale	$MV \geq 2400 \text{ kg/m}^3$ Ass. ≤ 5% per calcestruzzi impermeabili	$MV \geq 2200 \text{ kg/m}^3$ Ass. ≤ 10%	Parte 13 ^a e 16 ^a	Resistenza ai cicli di gelo e disgelo	$\Delta LA \leq 4\%$ dopo 20 cicli.	-	Parte 20 ^a
Equivalente in sabbia e valore di blu	$ES \geq 80$ $VB \leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini	$70 \leq ES \leq 80$ $VB \leq 1,0 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini.	Parte 15 ^a	Potenziale reattività in presenza di alcali	Espansione dei prismi di malta ≤ 0,08% a 3 mesi ≤ 0,10% a 6 mesi		Parte 22 ^a

Designazione, marcatura ed etichettatura

Per quanto riguarda la designazione, gli aggregati dovranno essere indicati come di seguito:

- Origine, produttore ed eventuale deposito;
- Tipo (v. UNI EN 932-3) e dimensione dell'aggregato.

Per quanto riguarda la marcatura e l'etichettatura, la bolla di consegna dovrà contenere le seguenti informazioni:

- Designazione e data di spedizione;
- Numero di serie della bolla e il riferimento alla norma UNI EN 12620.

Marcatura ed etichettatura CE

Per la marcatura CE e l'etichettatura v. quanto riportato nell'Appendice ZA.3 della norma UNI EN 12620. Il simbolo di marcatura CE dovrà figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento (es. bolla di consegna) e dovrà essere accompagnato da informazioni del tipo di quelle riportate al Sistema di attestazione di conformità precedente.

Sistema di attestazione

Il sistema di attestazione degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/93, seguirà le indicazioni riportate nella seguente tabella:

TAB. 10 - Aggregati per calcestruzzi. Sistema di attestazione della conformità

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità (79)
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620-13055	Calcestruzzo strutturale	2+
	Uso non strutturale	4

ⁱ Le UNI 8520 individuano tre categorie di qualità degli aggregati per calcestruzzi (A, B, C) di cui la prima (A) per calcestruzzi di classe non inferiore a 30 N/mm², la seconda (B) per calcestruzzi di classe fino a 30 N/mm² e la terza (C) per calcestruzzi di classe non superiore a 15 N/mm².

ⁱⁱ V. il punto 4.3 della UNI 11104.

h) Aggregati per sovrastrutture stradali

Generalità

Quando per gli strati di fondazione o di base della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava o di frantoio o altro materiale, 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, qualora diversa dalle prescrizioni del presente Capitolo, sarà indicata dalla Direzione dei lavori o dall'Elenco.

Per l'accettazione del materiale dovrà farsi riferimento ai "Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali" di cui alle Norme C.N.R. 139/1992 ed in ogni caso, specie per le prescrizioni più restrittive, alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 13242 - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.

UNI EN 13285 - Miscele non legate. Specifiche.

UNI EN 13043 - Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico.

i) Aggregati per sovrastrutture stradali - Aggregati per materiali non legati o legati con leganti idraulici

Granulometria

Tutti gli aggregati dovranno essere descritti in termini di dimensioni dell'aggregato tramite la designazione d/D e dovranno soddisfare i requisiti granulometrici più avanti specificati. Le dimensioni dell'aggregato dovranno essere specificate utilizzando le dimensioni nominali indicate nel prospetto 1 della norma e separate da un rapporto tra la relativa dimensione dello staccio superiore "D" e quella dello staccio inferiore "d" non minore di 1,4.

I requisiti generali di granulometria, per gli aggregati grossi, fini ed in frazione unica, dovranno essere conformi ai requisiti riportati al punto 4.3 della norma.

Forma dell'aggregato grosso

La forma dell'aggregato grosso sarà determinata in termini di coefficiente di appiattimento (come specificato nella EN 933-3) e di coefficiente di forma (come specificato nella EN 933-4) e riferita alle rispettive categorie "FI" e "SI" di cui ai prospetti 5 e 6 della UNI EN 13242.

Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso

La resistenza alla frammentazione dovrà essere determinata in termini di coefficiente Los Angeles come specificato nella norma EN 1097-2; detto coefficiente dovrà essere dichiarato in conformità alla categoria pertinente (LA) specificata nel prospetto 9 della UNI EN 13242.

Resistenza all'usura dell'aggregato grosso

Se richiesto, la resistenza all'usura dell'aggregato grosso (coefficiente di usura micro-Deval, MDE), determinato secondo EN 1097-1, sarà dichiarata in conformità alla categoria pertinente (MDE) specificata nel prospetto 11 della norma.

Designazione, marcatura ed etichettatura. Marcatura CE

Per quanto riguarda la designazione, gli aggregati dovranno essere indicati come di seguito:

- Origine, produttore ed eventuale deposito;
- Tipo (v. UNI EN 932-3) e dimensione dell'aggregato.

Per quanto riguarda la marcatura e l'etichettatura, la bolla di consegna dovrà contenere le seguenti informazioni:

- Designazione e data di spedizione;
- Numero di serie della bolla e il riferimento alla norma UNI EN 12620

Per la marcatura CE, v. quanto riportato nell'Appendice ZA, punto ZA.3 della norma. Il simbolo di marcatura dovrà figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento e dovrà essere integrato dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'Organismo di certificazione (solo per i prodotti sotto sistema "2+"); nome e marchio identificativo ed indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura; numero del certificato di controllo della produzione in fabbrica (solo per il sistema "2+"); riferimento alla norma; informazioni sui requisiti essenziali rilevanti elencati nel prospetto ZA.1.

Sistema di attestazione

Con riferimento al punto ZA.2 della norma, il sistema di attestazione degli aggregati sarà del tipo "2+" per attestati destinati ad impieghi con alti requisiti di sicurezza (dove sia richiesto l'intervento di terzi); per impieghi senza altri requisiti di sicurezza sarà del tipo "4".

j) Aggregati per fondi e sottofondi stradali – miscele non legate

Ove particolarmente previsto in Elenco od ove prescritto dalla Direzione dei lavori le miscele in argomento dovranno possedere i requisiti di cui al punto 4 della norma UNI EN 13285, e inoltre, quando richiesto, le proprietà conformi alla norma UNI EN 13242.

Designazione della miscela

Le miscele definite dalla norma UNI EN 13285 dovranno essere designate e selezionate da uno dei tipi di cui alla Tab. 13 di seguito riportata (d = 0):

TAB. 13 - Miscele non legate per fondi e sottofondi stradali. Designazione normalizzata

0/8	0/10	0/11,2	0/12,5	0/14	0/16	0/20
0/22,4	0/31,5	0/40	0/45	0/56	0/63	0/80

Curva granulometrica generale

Con riferimento agli stacci di classificazione di cui alla Tab. 14, la percentuale in massa (determinata secondo UNI EN 933-1) del passante lo staccio A, lo staccio B, lo staccio C, lo staccio E, lo staccio F, e lo staccio G, dovrà rientrare nel campo granulometrico generale corrispondente alla categoria selezionata dalla Tab. 15. Inoltre, per le categorie GA, GB, GC, GO e GP il valore medio calcolato a partire da tutte le granulometrie dovrà rientrare nel campo granulometrico del valore dichiarato dal fornitore corrispondente alla categoria selezionata dalla Tab. 15.

Designazione e descrizione

La designazione delle miscele dovrà includere almeno le seguenti informazioni: riferimento alla norma; provenienza; classe granulometrica – valore della dimensione dello staccio maggiore (D); tipo (i) di aggregato utilizzato (i) nella miscela.

TAB. 14 - Miscele non legate. Stacci per la classificazione granulometrica

Designazione della miscela	Staccio A	Staccio B	Staccio C	Staccio E	Staccio F	Staggio G
0/8	4	2	–	1	0,5	–
0/10	4	2	–	1	0,5	–
0/11,2	5,6	4	2	1	0,5	–
0/12,5	6,3	4	2	1	0,5	–
0/14	8	4	2	1	0,5	–
0/16	8	4	2	1	0,5	–
0/20	10	4	2	1	0,5	–
0/22,4	11,2	5,6	2	1	0,5	–
0/31,5	16	8	4	2	1	0,5
0/40	20	10	4	2	1	0,5
0/45	22,4	11,2	5,6	2	1	0,5
0/56	31,5	16	8	4	2	1
0/63	31,5	16	8	4	2	1
0/80	40	20	10	4	2	1

TAB. 15 - Miscele non legate. Classificazione granulometrica generale. Categorie

Campo granulometrico	Percentuale in massa del passante						Categoria G
	Staccio A	Staccio B	Staccio C	Staccio E	Staccio F	Staccio G	
Miscele classificate normali							
Generale	da 55 a 85	da 35 a 65	da 22 a 50	da 15 a 40	da 10 a 35	da 0 a 20	G _A
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 63 a 77	da 43 a 57	da 30 a 42	da 22 a 33	da 15 a 30	da 5 a 15	
Generale	da 55 a 85	da 35 a 68	da 22 a 60	da 16 a 47	da 9 a 40	da 5 a 35	G _B
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 63 a 77	da 43 a 60	da 30 a 52	da 23 a 40	da 14 a 35	da 10 a 30	
Generale	da 50 a 90	da 30 a 75	da 20 a 60	da 13 a 45	da 8 a 35	da 5 a 25	G _C
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 61 a 79	da 41 a 64	da 31 a 49	da 22 a 36	da 13 a 30	da 10 a 20	
Miscele classificate aperte							
Generale	da 50 a 78	da 31 a 60	da 18 a 46	da 10 a 35	da 6 a 26	da 0 a 20	G _O
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 58 a 70	da 39 a 51	da 26 a 38	da 17 a 28	da 11 a 21	da 5 a 15	
Generale	da 43 a 81	da 23 a 66	da 12 a 53	da 6 a 42	da 3 a 32	Nessun	G _P
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 54 a 72	da 33 a 52	da 21 a 38	da 14 a 27	da 9 a 20	requisito	

k) Aggregati per sovrastrutture stradali - Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali

Dovranno rispondere sia per l'aggregato grossi che per l'aggregato fine (1) ed il filler (1) ai requisiti riportati nella norma UNI EN 13043.

Granulometria

Tutti gli aggregati dovranno essere descritti in termini di dimensioni dell'aggregato tramite la designazione d/D e dovranno soddisfare i requisiti granulometrici più avanti specificati. Le dimensioni dell'aggregato dovranno essere espresse utilizzando le dimensioni nominali indicate nel prospetto 1 della norma e separate da un rapporto tra la relativa dimensione dello staccio superiore "D" e quella dello staccio inferiore "d" non minore di 1,4.

I requisiti generali di granulometria, per gli aggregati grossi, fini ed in frazione unica dovranno essere conformi a quelli riportati al punto 4.1.3 della norma.

Forma dell'aggregato grosso

La forma dell'aggregato grosso sarà determinata in termini di coefficiente di appiattimento (come specificato nella EN 933-3) e di coefficiente di forma (come specificato nella EN 933-4) e riferita alle rispettive categorie "FI" e "SI" di cui ai prospetti 7 e 8 della UNI EN 13043.

¹ Aggregato grosso: designazione attribuita alle dimensioni più grandi dell'aggregato con $D \leq 45$ mm e con $d \geq 2$ mm. Aggregato fine: Designazione attribuita alle dimensioni più piccole dell'aggregato con $D \geq 2$ mm e contenente particelle che sono in maggior parte trattenute su uno staccio di 0,063 mm. Fini: frazione granulometrica di un aggregato passante per lo staccio di 0,063 mm. Aggregato filler: aggregato, la maggior parte del quale passa per lo staccio di 0,063 mm, che può essere aggiunto ai materiali di costruzione per il conferimento di determinate proprietà.

Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso

La resistenza alla frammentazione dovrà essere determinata in termini di coefficiente Los Angeles come specificato nella norma EN 1097-2; detto coefficiente dovrà essere dichiarato in conformità alla categoria pertinente (LA) specificata nel prospetto 11 della UNI EN 13043. Dove richiesto, il valore d'urto, determinato secondo EN 1097-2, punto 6, sarà dichiarato in conformità alla categoria pertinente (SZ) specificata nel prospetto 12 della norma.

Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso per manti superficiali – Abrasione superficiale

Ove richiesto, la resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso per manti superficiali (valore di levigabilità – PSV) sarà determinata secondo EN 1097-8. Detto resistenza dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria

Resistenza all'usura dell'aggregato grosso

Se richiesto, la resistenza all'usura dell'aggregato grosso (coefficiente di usura micro-Deval, MDE), determinato secondo EN 1097-1, sarà dichiarata in conformità alla categoria pertinente (MDE) specificata nel prospetto 15 della norma UNI EN 13043.

Durabilità

Per la durabilità, verrà preso in considerazione il valore di assorbimento di acqua come prova di selezione per la resistenza al gelo/disgelo. Tale valore sarà determinato con i procedimenti della EN 1097-2, punto 7, o della EN 1097-6, appendice Bi.

Resistenza al gelo/disgelo

Ove richiesto, la resistenza al gelo/disgelo, determinata secondo EN 1367-1 o EN 1367-2, dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria specificata nel prospetto 19 (F) o del prospetto 20 (MS) della norma.

Requisiti per l'aggregato filler

Per tali requisiti (geometrici, fisici, chimici, di uniformità produttiva) sarà fatto riferimento al punto 5 della norma UNI EN 13043.

Designazione, marcatura ed etichettatura – Marcatura CE

Per quanto riguarda la designazione, gli aggregati dovranno essere indicati come di seguito:

- Origine, produttore ed eventuale deposito;
- Tipo (v. UNI EN 932-3) e dimensione dell'aggregato.

Per quanto riguarda la marcatura e l'etichettatura, la bolla di consegna dovrà contenere le seguenti informazioni:

- Designazione e data di spedizione;
- Numero di serie della bolla e il riferimento alla norma UNI EN 12620.

I) Pomice

Posta in commercio allo stato di granulato, dovrà possedere la granulometria prescritta (di norma: 0-5, 0-12, 0-15, 0-20), essere priva di alterazioni, asciutta, scevra di sostanze organiche, polvere o altri elementi estranei. Dovrà inoltre possedere una resistenza a compressione, misurata su cubetto di cm 5 di lato, non inferiore a 6 N/mm². Per gli impieghi strutturali dovrà possedere una resistenza meccanica granulare (norma DIN 53109 e procedimento modificato di Hummel) non inferiore a 15 N/mm².

¹ Se l'assorbimento d'acqua, determinato con il primo metodo, non è maggiore del valore selezionato con una delle categorie specificate nel prospetto 17 della norma, o se determinato con il secondo metodo non è maggiore di 0,5, l'aggregato dovrà essere considerato resistente al gelo/disgelo.

m) Pietrame

I materiali in argomento dovranno corrispondere alle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2332.

In generale, le pietre da impiegarsi nelle costruzioni dovranno essere omogenee, a grana compatta (con esclusione di parti tratte dal cappellaccio), esenti da screpolature, peli, venature, piani di sfaldatura, sostanze estranee, nodi, scaglie, cavità, ecc. Dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità delle sollecitazioni cui saranno sottoposte; in particolare, il carico di sicurezza a compressione non dovrà mai essere superiore al 20% del rispettivo carico di rottura.

Saranno escluse le pietre marnose, gessose e in generale tutte quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Per le murature portanti, gli elementi dovranno possedere i requisiti di resistenza meccanica e adesività alle malte determinati con le modalità descritte al punto 11.9 delle "Norme tecniche per le costruzioni" emanate con D.M. 17 Febbraio 2018 e s.m.i..

La descrizione, designazione e classificazione degli elementi per muratura di pietra naturale dovrà comprendere: il riferimento alla norma UNI EN 771-6; le dimensioni; la descrizione petrografica (v. UNI EN 12370) ed ancora, se necessario: la resistenza alla compressione media; la porosità totale ed aperta; la massa volumica apparente; il coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità; la resistenza al gelo/disgelo; le proprietà termiche. Il fabbricante/fornitore dovrà dimostrare la conformità del proprio prodotto ai requisiti della UNI EN 771-6 ed ai valori dichiarati per le relative proprietà esibendo entrambi i punti seguenti: prova di tipo iniziale del prodotto; controllo della produzione in fabbrica.

Pietra da taglio

Oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovrà essere sonora alla percussione, immune da fenditure e litoclasti, di perfetta lavorabilità. Per le opere esterne sarà vietato l'impiego di materiali con vene non perfettamente omogeneizzate e di brecce in genere.

Tufi

Roccia sedimentaria chimica porosa composta di carbonati di calcio o di silice depositati dall'acqua (da distinguersi dal tufo vulcanico costituito da roccia piroclastica formata dal consolidamento di frammenti vulcanici con diametro inferiore a 64 mm e dal tufo arenario costituito dal sedimento cementato di grani di quarzo, feldspato, frammenti di mica, ecc.). Dovrà essere di recente estrazione, di struttura litoide, compatta ed uniforme, escludendosi quello pomicioso e facilmente friabile; sarà impiegato solo dopo autorizzazione della Direzione Lavori e previo accertamento della massa volumica (non inferiore a 1600 kg/m³) e della resistenza a compressione (non inferiore a 5 N/mm² se secco ed a 4 N/mm² se bagnato)

n) Manufatti lapidei stradali – cubetti

I manufatti lapidei stradali potranno essere costituiti da graniti, sieniti, dioriti, porfidi, trachini, basalti, ecc., in rapporto alle prescrizioni, e dovranno essere conformi agli esecutivi di progetto ed alle descrizioni di Elenco. Per gli stessi si richiama la seguente normativa:

UNI EN 1341 - Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova.

UNI EN 1343 - Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova.

I manufatti dovranno avere carichi di rottura, in rapporto alle condizioni di impiego, non inferiori a quelli riportati nella Tab. 19. Tali carichi determineranno le *classi* di rottura.

I materiali dovranno essere imballati in modo da evitare qualunque danneggiamento da trasporto;

sull'imballaggio o sulla bolla di consegna dovranno essere indicati: il nome petrografico e quello commerciale della pietra; il nome e l'indirizzo del fornitore; il nome e l'ubicazione della cava; il valore dichiarato delle classi di designazione della marcatura; il riferimento alla norma.

I materiali inoltre dovranno essere marcati CE con sistema di attestazione della conformità di tipo 4. Con la marcatura CE dovranno essere fornite ancora le informazioni seguenti: forza di rottura; scivolosità (se pertinente); resistente allo slittamento (se pertinente); durabilità; trattamento chimico superficiale (se appropriato).

TAB. 19 - Lastre e cordoli di pietra naturale. Classi di resistenza a flessione

Classe	Carico di rottura (min) kN	Uso tipico
0	Nessun requisito	Decorazione
1	0,75	Lastre posate su malta, solo per aree pedonali
2	3,5	Aree pedonali e piste ciclabili. Giardini e balconate
3	6,0	Accesso occasionale di automobili, veicoli e motocicli Entrate di autorimesse
4	9,0	Aree pedonali, mercati accosionali utilizzati da veicoli per le consegne e veicoli di emergenza
5	14,0	Aree pedonali spesso utilizzate da autoveicoli pesanti
6	25,0	Vie e strade, stazioni di rifornimento

Lastre di pietra naturaleⁱ

Avranno tolleranza in classe 2 nella dimensione del piano (designazione di marcatura P2) e sullo spessore (designazione T2) come da prospetti 1 e 3 della normaⁱⁱ, resistenza al gelo/disgelo (se richiesta) in classe 1 (v. prospetto 6 della norma). Saranno inoltre dichiarati dal produttore, ove richiesto: l'assorbimento di acqua (secondo EN 13755), l'eventuale trattamento superficiale chimico, la resistenza alla flessione, all'abrasione ed allo scivolamento. Per la descrizione petrografica si farà riferimento alla EN 12407.

Cordoli di pietra naturale

Avranno finitura superficiale come da Elenco (tipi: fine, levigata, rustica, martellinata, meccanica a spacco, ecc.)ⁱⁱⁱ e tolleranza in classe 2 (v. prospetto 1 della norma). La resistenza al gelo/disgelo (se richiesta) sarà in classe 1 (marcatura F1) secondo EN 12371. La lunghezza minima dei cordoli curvi, misurata sulla faccia esterna, dovrà essere pari a 500 mm; la sezione trasversale di combaciamento dovrà essere perfettamente radiale.

o) Materiali laterizi

Formati da argilla (contenente quantità variabili di sabbia, ossido di ferro e carbonato di calcio), purgata, macerata, impastata, pressata e sottoposta a giusta cottura in apposite fornaci, dovranno rispondere, per quanto non in contrasto con le specifiche norme armonizzate emanate in sede europea, alle "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" approvate con R.D. n. 2233/1939.

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensioni (pieni, forati e per coperture) dovranno nella massa essere scevri da sassolini, calcinelli ed altre impurità; avere forma regolare, facce lisce e spigoli sani; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine, compatta ed uniforme; essere sonori alla percussione; assorbire acqua per immersione ed asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi o sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici (anche in zone costiere) e di soluzione saline; non screpolarsi al fuoco e al gelo; avere resistenza adeguata, colore omogeneo e giusto grado di cottura; non contenere sabbia con sali di soda o potassio o comunque sali solubili; avere forma geometrica precisa e infine, un contenuto di solfati alcalini tali che il tenore di SO₃ sia 0,05%.

ⁱ Per "lastra" deve intendersi qualsiasi unità di pietra naturale da pavimentazione nella quale la larghezza nominale sia superiore a 150 mm e, in generale, al doppio dello spessore.

ⁱⁱ Tolleranza nella dimensione del piano ± 2 mm (bordi segati ≤ 700 mm); ± 3 mm (bordi segati > 700 mm); ± 10 mm (bordi a spacco).

ⁱⁱⁱ Finiture superficiali: fine: trattamento della superficie che consente di ottenere un a differenza massima di 0,5 mm tra picchi e depressioni (es. lucidatura, levigatura e taglio a piano di segna o disco); rustica: idem con una differenza maggiore di 2 mm tra picchi e depressioni (es. martellinatura, lavorazione meccanica, sabbiatura o fiammatura)

Gli elementi da impiegarsi nelle murature dovranno avere facce piane e spigoli regolari, essere esenti da screpolature, fessure e cavità e presentare superfici atte all'adesione delle malte. I mattoni da paramento dovranno presentare in maniera particolare regolarità di forma, integrità superficiale e sufficiente uniformità di colore per l'intera partita.

Quando impiegati nelle murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 17 Febbraio 2018 e s.m.i. relativo alle nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni", con particolare riferimento ai paragrafi 5.4 e 11.9.1 delle stesse norme

p) Materiali ceramici – Tubi in Grès

Materiali ottenuti da miscele di caolino, argilla plastica, quarzo e feldspati, cotte a temperature di 1220 ÷ 1400 °C e rivestite totalmente o parzialmente da una copertura vetrificata (vetrina) ottenuta mediante reazioni chimico-fisiche fra le sostanze di apporto (esclusivamente o prevalentemente a base di silicati) e le argille costituenti il grès, presenteranno pasta di colore bianco e giallognolo e rosso o di diverso colore ottenuto con ossidi metallici, elevata durezza (non inferiore al 7° posto della scala di Mohs), perfetta impermeabilità e resistenza al gelo, inalterabilità agli acidi, resistenza a compressione non inferiore a 250 N/mm².

Dovranno essere forniti sempre di prima scelta, con una tolleranza massima dell'1% nella ovalizzazione e dello 0,5% nello scostamento dalla rettilineità

Sia le tubazioni che i pezzi speciali, i fondi fogna e le mattonelle dovranno presentare impasto omogeneo compatto anche in frattura, ben vetrificato, senza incrinature, difetti o asperità, suono metallico, colore uniforme, ottima cottura; dovranno inoltre portare impresso, in maniera leggibile ed indelebile, il marchio di fabbrica, l'anno di fabbricazione e, per le tubazioni, il diametro nominale.

Per le caratteristiche, le specificazioni e le prove di accettazione si farà riferimento alle seguenti UNI:

UNI 9459 - Mattoni, mattonelle e fondi fogna di grès per condotte di liquidi - Caratteristiche e prove.

UNI EN 295/1 - Tubi ed elementi complementari di grès e relativi sistemi di giunzione destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami - Specificazioni

UNI EN 295/2 - Idem - Controllo della qualità e campionamento

UNI EN 295/3 - Idem - Metodi di prova

UNI EN 295/7 - Idem - Requisiti per tubi e sistemi di giunzione di grès per tubazioni con posa a spinta.

Gli elementi costituenti la giunzione dovranno consentire una tenuta perfettamente stagna fino ad una pressione (interna ed esterna) di 50 kPa.

q) Materiali ferrosi – prodotti di acciaio e ghisa

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, saldature, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, profilatura, fucinatura e simili. Essi inoltre dovranno soddisfare tutte le condizioni generali previste dal D.M. 28 febbraio 1908, modificato con R.D. 15 luglio 1925 (per quanto compatibile con la nuova normativa).

Per i materiali ferrosi, ferma restando l'applicazione del R.D. in precedenza richiamato, dovranno comunque essere rispettate le vigenti norme emanate dall'UNI o recepite da norme armonizzate sotto le sigle di UNI EN o UNI EN ISO. Gli acciai in particolare, ove destinati ad impieghi strutturali, dovranno soddisfare i requisiti previsti dal paragrafo 11.2 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 17 Febbraio 2018ⁱ.

Per la designazione e la classificazione si farà riferimento alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 10020 - Definizione e classificazione dell'acciaio

ⁱ Come acciai si definiscono i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,9% di carbonio, limite che li separa dalle ghise definite dalla UNI 7856

ⁱⁱ Tutti gli acciai dovranno essere prodotti con un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento che assicuri il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione

UNI EN 10021 - Condizioni tecniche generali di fornitura per l'acciaio ed i prodotti siderurgici.

UNI EN 10027/1 - Sistemi di designazione degli acciai. Designazione alfanumerica. Simboli principali.

UNI EN 10027/2 - Idem. Designazione numerica.

UNI EN 1563 - Fonderia. Getti di ghisa a grafite sferoidale.

I prodotti di acciaio di impiego strutturale dovranno essere coperti da marcatura CE. Anche in questo caso dovranno comunque essere rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11.2 delle "Norme Tecniche" non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Quando non sia applicabile tale marcatura, ai sensi del D.P.R. n. 246/93 di recepimento della Direttiva 89/106/CE, i prodotti dovranno essere qualificati con la procedura di cui al paragrafo 11.2.1.1 delle superiori norme e dotati di "Attestato di qualificazione" di validità quinquennale, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Ogni prodotto qualificato dovrà essere dotato di marcatura indelebile, depositata presso il Servizio Tecnico di cui sopra, dalla quale risulti in modo inequivocabile il riferimento al produttore, allo stabilimento, al tipo di acciaio e alla eventuale saldabilità¹.

Tutte le forniture di acciaio destinato ad impieghi strutturali dovranno essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale con riportato il riferimento al documento di trasporto. Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copie dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. Il Direttore dei lavori, prima della messa in opera, verificherà quanto sopra rifiutando le eventuali forniture non conformi.

Acciaio per cemento armato ordinario

Per il cemento armato ordinario è ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili, del tipo ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure di cui al punto 11.2.1 delle "Norme Tecniche" cui è fatto riferimento nelle "Generalità" e controllati con le modalità riportate nel punto 11.2.2.10 delle stesse norme.

I limiti di accettazione, con riguardo alla resistenza e all'allungamento, devono rientrare nei valori riportati nella tabella di cui al punto 11.2.10.3 delle "Norme tecniche". Ove i risultati non siano conformi, si opererà come particolarmente previsto nello stesso paragrafo. È ammesso l'uso di acciai inossidabili o zincati, purché le caratteristiche meccaniche (ed anche fisiche e tecnologiche, per gli zincati) siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali. Nel caso degli zincati, la marcatura dovrà consentire l'identificazione sia del produttore dell'elemento base che dello stabilimento di zincatura.

Acciaio laminato a caldo

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato **B450C** e caratterizzato da una tensione caratteristica di snervamento (f_y nom.) di 450 N/mm² e di rottura (f_t nom.) di 540 N/mm², dovrà rispettare i requisiti riportati nella Tab. 11.2 delle norme tecniche.

Acciaio laminato a freddo

L'acciaio per cemento armato trafilato a freddo, denominato **B450A** e caratterizzato dai medesimi valori nominali dell'acciaio laminato a caldo, dovrà rispettare i requisiti riportati nella corrispondente Tab. 11.2.11 delle norme tecniche.

Barre e rotoli

¹ Il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura dovrà 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 e alla data di produzione. Qualora presso gli utilizzatori o commercianti l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte o tutto perda l'originale marcatura, sarà responsabilità degli utilizzatori o commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il S.T.C. Nel caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere dovranno essere accompagnati da detta documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal Direttore dei lavori.

Tutti gli acciai per cemento armato dovranno essere, come già specificato nelle generalità, del tipo “ad aderenza migliorata”. Le barre, caratterizzate dal diametro della barra tonda liscia equivalente, avranno diametro compreso tra 6 e 50 mmⁱ. Per gli acciai forniti in rotoli, il diametro massimo ammesso sarà non superiore a 16 mm.

Reti e tralicci elettrosaldati

Dovranno essere costituiti con barre aventi diametro compreso tra 5 e 12 mm, formanti maglia con lato non superiore a 330 mm. I nodi delle reti dovranno resistere ad una forza di distacco, determinata secondo UNI EN ISO 15630-2, pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore. La marcatura dovrà rientrare nella casistica di cui al punto 11.2.2.5 delle norme tecniche.

Acciaio fuso in getti

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

Acciaio per strutture metalliche

Gli acciai da impiegare nelle strutture metalliche dovranno rispettare le prescrizioni contenute nel paragrafo 11.2.4 delle “Norme Tecniche” di cui al D.M. 17 Febbraio 2018 e s.m.i., più volte richiamato, con le eventuali successive modifiche ed integrazioni. Potranno essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i *requisiti essenziali* della Direttiva 89/106/CEEⁱⁱ.

Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla EN 1090. Si richiamano inoltre le norme:

UNI EN 10025-1 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Condizioni tecniche generali di fornitura.

UNI EN 10210-1 - Profili cavi finiti a caldo di acciai non legati ed a grana fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10219-1 - Profili formati a freddo di acciaio non legato ed a grana fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura.

Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da scaglie, paglie, ripiegature, cricche ed altri difetti che ne possano pregiudicare ragionevolmente la possibilità di impiego. Sarà tollerata la presenza di lievi sporgenze o rientranze, di leggere rigature e vaiolature, purché non venga superata la tolleranza in meno prescritta sullo spessore. Valgono sull'argomento le norme UNI EN 10163-1-2-3.

Acciaio laminato – Prodotti piani e lunghi

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti e lamiere devono appartenere in uno dei tipi previsti nella norma UNI EN 10025 (1÷6) ed essere in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale secondo le procedure di cui al punto 11.2.4.8 delle “Norme tecniche”.

Il produttore dovrà dichiarare, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.1 dell'appendice ZA della norma UNI EN 10025-1. Tali caratteristiche dovranno rispettare, per i diversi tipi di acciaio di cui alle UNI EN 10025 (2÷6), i limiti previsti nelle medesime specifiche tecnicheⁱⁱⁱ.

Acciaio laminato – Profilati aperti

Avranno dimensioni e tolleranze come da relative norme UNI tra cui si citano: UNI 5397 (Travi HE ad ali larghe e parallele); UNI 5398 (Travi IPE ad ali parallele); UNI 5679 (Travi IPN); UNI 5681 (Profilati a T a spigoli vivi).

ⁱ Per barre con diametri superiori a 40 mm la struttura va considerata composta e valgono le regole delle strutture composte acciaio-conglomerato cementizio.

ⁱⁱ Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle Infrastrutture, Servizio Tecnico Centrale (S.T.C.).

ⁱⁱⁱ Tali caratteristiche saranno peraltro contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. 246/93.

Acciaio laminato – Profilati cavi

Gli acciai di uso generale in forma di profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nostro laminato a caldo), dovranno appartenere ad uno dei tipi aventi le caratteristiche meccaniche di cui alle specifiche norme riportate nella tabella che segue, nelle classi di duttilità JR, JO, J2 e K2.

Lamiere di acciaio.

Saranno conformi, per qualità e caratteristiche, ai requisiti ed alle prescrizioni riportati nelle seguenti norme:

UNI EN 10025-1 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Condizioni tecniche generali di fornitura.

UNI EN 10029 - Lamiere di acciaio laminato a caldo, di spessore 3 mm. Tolleranze dimensionali, di forma e sulla massa.

Lamiere bugnate o striate

Impiegate per la formazione di piani pedonabili o carrabili, dovranno rispondere, per dimensioni e tolleranze, alle prescrizioni delle norme UNI 4630 (lamiere bugnate) e UNI 3151 (lamiere striate). In tutti i casi saranno esenti da difetti visibili (scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) o da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) o di lavorazione (spigoli a taglio, assenza o difetti di limatura, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e/o la sicurezza e l'estetica. Il rivestimento superficiale sarà conforme alle indicazioni di progetto.

Lamiere grecate

Qualunque sia il materiale di formazione (acciaio lucido zincato, preverniciato plastificato, inossidabile; alluminio naturale, smaltato; rame, ecc.) saranno ottenute tramite profilatura a freddo e tranciatura con stampo e controstampo; di conseguenza le lamiere saranno fornite, per lunghezze anche superiori a 10 m, in unico pezzo.

Le lamiere si presenteranno prive di svergolamenti, deformazioni e difetti superficiali di qualunque genere; i rivestimenti dovranno essere ben aderenti e continui, senza danni di sorta. La tolleranza sullo spessore sarà conforme alle relative norme UNI EN ed in ogni caso mai superiore al $\pm 10\%$. Si richiamano la EN 14782 ed il punto 11.2.4.8.1.1. delle "Norme tecniche".

Lamiere zincate e manufatti relativi

Fornite in fogli, rotoli o in profilati vari per lavorazione dopo zincatura, le lamiere zincate avranno come base acciaio non legato, di norma laminato a freddo. Qualità, requisiti e tolleranze saranno conformi, in rapporto ai tipi, alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 10326 - Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali rivestiti per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10327 - Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo per formazione a freddo.

La zincatura dovrà essere effettuata per immersione a caldo nello zinco allo stato fuso (450-460 °C); questo sarà di prima fusione, almeno di titolo ZN 99,5 UNI EN 1179. Con riguardo al procedimento di zincatura questo potrà essere di tipo a bagno continuo o discontinuo (più idoneamente indicato quest'ultimo per manufatti lavorati pre-zincatura).

In ogni caso le lamiere sottili zincate non dovranno presentare zone prive di rivestimento, ossidazione bianca, grossi grumi di zinco, soffiature o altri difetti superficiali.

Manufatti tubolari per tombini

Potranno essere del tipo a piastre multiple o ad elementi incastrati o imbullonati, secondo prescrizioni; in ogni caso saranno costituiti di lamiera zincata ondulata di tipo non inferiore a Fe E 280 GZ 600 UNI EN 10147

I manufatti dovranno essere esenti da difetti come: bolle di fusione, parti non zincate, rigature, ecc.; per l'impiego in ambienti chimicamente aggressivi dovranno essere inoltre protetti mediante rivestimento bituminoso o asfaltico, armato con fibre minerali ovvero mediante bitume ossidato applicato con immersione a caldo.

Per ogni fornitura l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori una valida certificazione rilasciata dal produttore attestante l'esatta qualità del materiale, le relative caratteristiche fisico-meccaniche ed il tipo di zincatura. I pesi inoltre, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare conformi alle tabelle fornite dallo stesso produttore, con tolleranza del $\pm 5\%$.

Manufatti tubolari per drenaggi

Avranno struttura portante costituita di lamiera di acciaio con profilatura ondulata, del tipo elicoidale continua. Per l'azione di drenaggio sui tubi saranno praticati fori per la captazione delle acque.

Valvola a clapet antireflusso

Fornitura di valvola a clapet in acciaio inox AISI DN800mm a sezione circolare in esecuzione compatta con tenuta su tutta la circonferenza; tenute in EPDM, carico idraulico max 5 m; telaio con struttura autoportante; per fissaggio a muro. In alternativa Fornitura di valvola antiriflusso (clapet) DN 800 fine linea costruita in poliestere rinforzato e gel-cot isoftalico, metallerie in acciaio inox AISI 316, flangiata per accoppiamento a parete verticale; battente inclinato; tenuta idraulica 1 bar; guarnizione di tenuta in EPDM.

Manufatti per barriere di sicurezza e parapetti metallici.

Le barriere ed i parapetti metallici dovranno avere caratteristiche tali da resistere agli urti dei veicoli, sotto qualunque angolo di incidenza, e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualunque punto. In particolare per quanto non incompatibile con i successivi provvedimenti, dovranno rispettare le norme e le disposizioni di cui al "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza" adottato con D.M. 18 febbraio 1992, poi modificato ed integrato con DD.MM. 15 ottobre 1996, 3 giugno 1998 e 11 giugno 1999 ed infine con D.M. Infr. e Trasp. 21 giugno 2004 recante l'"Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove" in recepimento delle norme UNI EN 1317-1-2-3.

I parapetti dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al punto 6.2.3.10 delle "norme tecniche per le costruzioni" emanate con D.M. del 17 Febbraio 2018.

Le barriere saranno classificate in base al "Livello di contenimento" come definito all'art. 4 delle "Istruzioni Tecniche" di cui all'Allegato al decreto del 1998. Per i vari tipi di strade, come da vigenti norme del CNR ed in rapporto al tipo di traffico, come definito all'art. 7 dell'"Istruzioni", la classe delle barriere da impiegarsi dovrà essere non inferiore a quelle riportate nella Tab. 32.

Tutte le barriere ed i dispositivi di ritenuta ed attenuazione di tutte le classi dovranno corrispondere ad un "indice ASI"ⁱ minore od uguale ad 1; sarà ammesso un indice fino ad 1, 4, per le barriere ed i dispositivi destinati ad usi particolarmente pericolosi (v. Prospetto 3 della UNI EN 1317-2).

Le barriere, sia del tipo prefabbricato prodotto fuori opera o 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)ⁱⁱ.

TAB. 32 - Barriere di sicurezza. Classificazione in base ai livelli di contenimento

Classe	Contenimento L _c	
N1	44	kJ (minimo)
N2	88	" (medio)
H1	127	" (normale)
H2	288	" (elevato)
H3	463	" (elevatissimo)
H4	572	" (per tratti ad alto rischio)

ⁱ L'indice ASI (Indice di Severità dell'Accelerazione) è definito all'art. 4 dell'Allegato al D.M. 3 giugno 1998 come modificato dal D.M. 11 giugno 1999

ⁱⁱ Le barriere e gli altri dispositivi di ritenuta omologati ed installati su strada dovranno essere identificabili attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 m) o sul dispositivo, e riportante la denominazione della barriera o del dispositivo omologato, il numero di omologazione ed il nome del produttore

Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità di installazione nella quale il Direttore Tecnico dell'impresa installatrice garantirà la rispondenza dell'“eseguito” alle prescrizioni tecniche descritte nel certificato di omologazione. Queste dichiarazioni dovranno essere associate, a secondo dei casi, alle altre attestazioni, previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altroⁱⁱ.

Manufatti in acciaio corten

L'acciaio resistente alla corrosione atmosferica tipo CORTEN e simili, dovrà corrispondere alle caratteristiche meccaniche previste per il tipo SR355JR (ex Fe510) dalle vigenti norme tecniche ed inoltre essere idoneo all'impiego alla temperatura di -15° C° senza pericolo di rottura fragile. Pertanto il materiale deve avere una resistenza secondo UNI EN 10045 non inferiore 3,5 Kg.m/cq misurata a tale temperatura.

Tale tipo di acciaio dovrà essere calmato e la sua analisi chimica dovrà essere tale da determinare nei confronti della corrosione una forte resistenza che gli consenta di essere impiegato allo stato nudo senza la necessità di prevedere un rivestimento protettivo. I bulloni impiegati nelle giunzioni di manufatti in Corten dovranno essere di questo stesso materiale.

Tubi in acciaio

Per le condizioni tecniche generali di fornitura vale la norma UNI EN 1002. I tubi saranno costituiti da acciaio non legato e dovranno corrispondere alle normative generali di unificazione di seguito riportate:

UNI EN 10216-1 - Tubi senza saldatura di acciaio per impianti a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 1. Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente.

UNI EN 10217-1 - Idem. Tubi saldati.

I tubi dovranno risultare ragionevolmente dritti a vista e presentare sezione circolare entro le tolleranze prescritte; saranno privi di difetti superficiali (interni ed esterni) che possano pregiudicare l'impiego: è ammessa la loro eliminazione purché lo spessore non scenda sotto il minimo prescritto. Tubi e relativi pezzi speciali dovranno inoltre avere la superficie interna ed esterna protetta con rivestimenti appropriati e specificati in Elenco. In ogni caso, qualunque sia il tipo di rivestimento, questo dovrà risultare omogeneo, continuo, ben aderente ed impermeabile.

Tubi per condotte

Saranno costituiti da acciaio non legato, classificato secondo EN 10020 e potranno essere senza saldatura o saldatiⁱⁱⁱ; in tutti i casi dovranno rispondere alle prescrizioni delle seguenti norme di unificazione^{iv}:

UNI EN 10224 - Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10311 - Giunzioni per la connessione di tubi e raccordi di acciaio per il trasporto di acqua ed altri liquidi acquosi. I tubi ed i raccordi dovranno essere privi di difetti superficiali interni ed esterni che possano essere rilevati da un esame visivo; ove presenti, tali difetti dovranno poter essere riparabili, a meno che non incidano negativamente sullo spessore minimo prescritto. Le saldature di tutti i tubi e raccordi dovranno dimostrarsi integre. I tubi inoltre non dovranno scostarsi dalla rettilineità di più dello 0,2% della lunghezza totale misurata al centro dello spezzone di tubo.

I tubi ed i raccordi potranno essere forniti a nudo o con protezione temporanea di fabbrica o rivestiti internamente ed esternamente secondo prescrizione: i rivestimenti interni potranno essere di malta di cemento, di tipo epossidico, termoplastico o zincato a caldo; quelli esterni di tipo bituminoso (diversamente armato), catramoso, epossidico,

ⁱ In osservanza della Circolare Min. LL.PP. 16 maggio 1996, n. 2357 "Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale" le barriere dovranno essere prodotte da Azienda specializzata e certificata ai sensi delle norme UNI EN ISO 9001.

ⁱⁱ Si richiama anche la Determinazione dell'Autorità di Vigilanza sui LL.PP. 24 maggio 2001, n. 13 (G.U. n. 147/2001).

ⁱⁱⁱ Processi di fabbricazione: senza saldatura (S); con saldatura testa a testa (BW); con saldatura elettrica (EW); con saldatura ad arco sommerso (SAW). Le saldature dei tubi saldati testa a testa dovranno essere longitudinali, mentre le altre potranno essere longitudinali o elicoidali. La zona di saldatura dei tubi saldati elettricamente dovrà essere sottoposta a trattamento termico.

^{iv} La norma è valida per dimensioni trasversali dei tubi da 26,9 mm a 2743 mm.

polipropilenico o zincato a caldo. Per la relativa normativa si farà riferimento alle EN 10288, 10240, 10289, 10290, 10298, 10310, EN ISO 1461.

Ogni tubo e raccordo dovrà essere marcato in modo leggibile mediante stampigliatura o altro tipo di marcatura indelebile, con le seguenti informazioni: norme o marchio di identificazione del fabbricante; riferimento alla norma; designazione dell'acciaio; sigla (S e W) secondo che sia senza saldatura o saldato. La marcatura del tubo dovrà iniziare non oltre 300 mm da un'estremità.

I giunti saranno, secondo prescrizione, in uno dei tipi previsti dall'Appendice C della norma: a *bicchiere* da saldare (cilindrico o parallelo, conico o sferico), a *collare* da saldare, a *flange* nei vari tipi riportati in figura, a *manicotto scorrevole* (tipo Gibault), ad *innesto rapido con guarnizione* o ancora di tipo *speciale*. Per le guarnizioni sarà fatto riferimento alla norma UNI EN 10311ⁱ.

I tubi ed i relativi pezzi speciali dovranno essere marcati CE in conformità delle disposizioni dell'Appendice ZA della norma UNI EN 10224.

Tubi per condotte di gas naturale (metanodotti)

Dovranno essere costituiti con acciaio di qualità ottenuto al forno elettrico o al forno Martin Siemens calmato e potranno essere con o senza saldatura longitudinale. Se saldati, la saldatura dovrà essere eseguita a macchina con procedimento elettrico a scintillio od a resistenza o automatico ad arco sommerso ovvero con procedimento in continuo.

In ogni caso dovranno risultare conformi alle norme e prescrizioni di seguito riportateⁱⁱ:

UNI EN 10208-1 – Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Classe A.

UNI EN 10208-2 – Idem. Tubi della classe B.

D.M. 24 nov. 1984 – Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8.

L'acciaio impiegato per i tubi dovrà rispondere ai limiti di composizione riportati nei prospetti 2 e 3 della UNI EN 10208-1 per i tubi di classe A e nei prospetti 3 e 4 della UNI EN 10208-2 per quelli della classe B.

La designazione dell'acciaio farà riferimento alle UNI EN 10027.

L'acciaio inoltre dovrà presentare caratteristiche meccaniche e tecnologiche come da prospetto 4 e 5 rispettivamente della UNI EN 10208-1 e della UNI EN 10208-2.

Gli spessori teorici dei tubi dovranno essere correlati alle massime pressioni di esercizio secondo le formulazioni e le specifiche di cui ai punti 2.2 e 3.2 del D.M. sopra citato.

I tubi da impiegare per condotte da interrare o immergere dovranno essere protetti esternamente con rivestimento bituminoso.

Ogni fornitura di tubi dovrà essere accompagnata da apposita dichiarazione di conformità alla normativa vigente rilasciata dallo stabilimento produttore.

Prodotti grigliati elettrosaldati e/o pressati.

Potranno essere costituiti da pannelli per piani di calpestio e carrabili o da gradini per scale e rampe e dovranno rispondere, per requisiti, metodi di prova, campionamento e criteri di accettazione, alla normativa della serie sottoindicata:

UNI 11002 - Pannelli e gradini di grigliato elettrosaldato e/o pressato. Terminologia, tolleranze, requisiti e metodi di prova

r) Ghisa e prodotti di ghisa

ⁱ La produzione corrente prevede l'impiego del giunto a bicchiere cilindrico per saldatura per $\varnothing \leq 139,7$ mm, del giunto a bicchiere sferico per $\varnothing > 139,7$ mm e del giunto per saldatura di testa su richiesta.

ⁱⁱ Le norme delle UNI EN 10208 devono ritenersi prevalenti rispetto alle prescrizioni della circolare n. 56, fatte salve prescrizioni più restrittive della stessa. Per i tubi di classe C si farà riferimento alla UNI EN 10208-3.

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma di unificazione UNI EN 1561. La ghisa dovrà essere di seconda fusione, a grana fine, grigia, compatta, esente da bolle, scorie, gocce fredde ed altri difetti. Il materiale dei getti dovrà essere compatto e lavorabile alla lima ed allo scalpello in tutte le parti. I singoli pezzi dovranno uscire perfetti di fusione, a superficie liscia e dovranno essere accuratamente sbavati e liberati dalla sabbia di formazione.

Ghisa malleabile per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma di unificazione UNI EN 1562.

Ghisa a grafite sferoidale per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma UNI EN 1563.

Tubi di ghisa grigia per condotte d'acqua

Saranno ammessi, salvo diversa specifica, unicamente in tratte di sostituzione di condotte di analogo materiale.

I tubi dovranno rispondere, per le caratteristiche qualitative e di fabbricazione, alle prescrizioni delle relative norme UNI, e in particolare, alle norme da UNI 5336 ad UNI 5340. I tubi saranno costituiti da ghisa di seconda fusione, centrifugata e ricotta e, al pari dei pezzi speciali, saranno esenti da difetti di lavorazione e/o superficiali che ne possano pregiudicare la funzionalità e la durata.

Salvo diversa indicazione, tubi, raccordi e pezzi speciali saranno catramati o bitumati a caldo sia internamente che esternamente e tale strato protettivo, che dovrà risultare continuo e ben aderente, non dovrà contenere sostanze solubili nell'acqua convogliata né dovrà pregiudicarne, qualora potabile, i caratteri organolettici.

Tubi di ghisa sferoidale per condotte d'acqua

Dovranno essere prodotti, unitamente ai raccordi e pezzi speciali, con ghisa di tipo sferoidaleⁱ; dovranno inoltre rispondere, per ulteriori caratteristiche di qualità e di fabbricazione, alla norma:

UNI EN 545 - Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua. Prescrizioni e metodi di prova.

Salvo diversa prescrizione, i tubi saranno ottenuti per colata mediante centrifugazione in conchiglia e sottoposti, in seguito, a trattamento di ricottura e di ferrizzazione. Il rivestimento sarà effettuato internamente mediante malta cementizia ed esternamente mediante vernice bituminosa. Il rivestimento interno non dovrà contenere alcun elemento solubile in acqua né, per le condotte d'acqua potabile, elementi di natura tossica.

Tutti i tubi dovranno portare, ottenuti di fusione o riportati con pittura o stampaggio a freddo, i contrassegni relativi al marchio di fabbrica, all'anno di fabbricazione, al tipo di ghisa (nel caso, sferoidale) e al diametro nominale DN; inoltre il riferimento alla norma UNI EN 545 ed, eventualmente, la classe di spessore (se diversa da k9) e l'identificazione della certificazione da parte di terzi.

Le dimensioni dei tubi e dei raccordi dovranno rispondere a quelle indicate nelle rispettive specificazioni dimensionali, entro i limiti di tolleranza di cui al punto 4.2 della UNI EN 545. Lo spessore nominale "e" sarà calcolato in funzione del diametro nominale DNⁱⁱ.

ⁱ La ghisa sferoidale (GS) si differenzia dalla ghisa grigia (GG) non tanto per il contenuto in carbonio, che è pressoché uguale nelle due leghe (rispettivamente del 3,75% e del 3,65%), quanto per la configurazione nettamente diversa dei cristalli di grafite, ottenuta mediante l'introduzione nella lega di una piccolissima quantità di magnesio (0,03%). La ghisa sferoidale utilizzata per la produzione di tubi e raccordi dovrà avere le seguenti caratteristiche di resistenza meccanica: resistenza minima alla trazione di circa 42 kgf/mm²; allungamento minimo a rottura del 10% (tubi) e del 5% (raccordi); durezza Brinel non superiore a 230 HB (tubi) ed a 250 HB (raccordi).

ⁱⁱ Lo spessore normale dei tubi e dei raccordi deve essere calcolato in funzione del loro diametro nominale mediante l'espressione: $s = k (0,5 + 0,001 DN)$ con $k = 9 \div 10$ rispettivamente per i tubi del prospetto 14 della UNI 545. K è un coefficiente utilizzato per la determinazione della classe di spessore. È scelto da una serie di numeri interi... 8, 9, 10, 11, 12, ...

I tubi avranno di norma un'estremità a bicchiere per giunzione a mezzo di anello in gomma. I giunti potranno essere del tipo automaticoⁱ o del tipo meccanicoⁱⁱ; in ogni caso dovranno consentire piccoli spostamenti angolari e longitudinali dei tubi senza compromettere la perfetta tenuta.

Le guarnizioni di gomma da impiegarsi nei vari tipi di giunti dovranno essere ad anello con sezione trasversale della forma particolare adottata dalla Ditta produttrice dei tubi. Ogni guarnizione dovrà riportare il marchio del fabbricante, il DN, il tipo di giunto e di impiego cui si riferisce, nonché la settimana e l'anno di fabbricazione. Gli anelli saranno fabbricati per stampaggio e convenientemente vulcanizzati; non saranno ammesse saldature, fatta eccezione per gli anelli di grande diametro (a condizione però che rimangano inalterate le caratteristiche qualitative e venga assicurata comunque la tenuta del giunto). L'acciaio adoperato dovrà possedere, in rapporto al tipo, le caratteristiche meccaniche riportate.

Tubi di ghisa sferoidale per fognatura

Dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma di unificazione:

UNI EN 598 - Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per fognatura. Prescrizioni e metodi di prova.

I rivestimenti interni ed esterni saranno come da prescrizioneⁱⁱⁱ. Ove non specificato i tubi dovranno essere forniti con:

- un rivestimento esterno di zinco, con massa non inferiore a 130 g/m², con strato di finitura bituminoso o resina sintetica;
- un rivestimento interno di malta di cemento alluminoso;
- un rivestimento esterno a base di resina epossidica sulle superfici di estremità che possono venire a contatto con gli effluenti (superficie interna del bicchiere e superficie esterna dell'estremità liscia).

Tutti i tubi dovranno portare, ottenuti di fusione o riportati con pittura o stampaggio a freddo, i contrassegni relativi al marchio di fabbrica, all'anno di fabbricazione, al tipo di ghisa (nel caso, sferoidale) e al diametro nominale DN; inoltre il riferimento alla norma UNI EN 598 ed, eventualmente e l'identificazione della certificazione da parte di terzi.

Tubi di ghisa sferoidale per condotte di gas

Dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma di unificazione (valida per tubi, raccordi ed accessori fabbricati con estremità a bicchiere, flangiate oppure lisce, destinati a giunzione mediante vari tipi di guarnizione ed idonei per temperature da -15 °C a +50 °C):

UNI EN 969 - Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggio per condotte di gas. Prescrizioni e metodi di prova.

Per quanto riguarda la marcatura, tubi e raccordi dovranno riportare in modo leggibile e durevole: il nome o marchio del fabbricante, l'identificazione dell'anno di fabbricazione e del tipo di ghisa (sferoidale), il DN, l'identificazione della certificazione di qualità, la designazione della classe dei tubi centrifugati (se diversa da k9), il riferimento alla norma.

s) Accessori per camerette e pozzetti stradali

Dispositivi di chiusura per camerette d'ispezione

Potranno essere del tipo quadrato, rettangolare^{iv} o circolare, secondo prescrizione, con coperchi chiusini o tamponi di forma rotonda o quadrata in rapporto ai vari tipi di manufatti, ma comunque con fori di accesso (se accessibili) di luce

ⁱ Nel tipo automatico la tenuta sarà assicurata sia dalla reazione elastica di deformazione dell'anello di guarnizione in gomma, sia dall'aderenza della gomma generata dalla pressione dell'acqua.

ⁱⁱ Nel tipo meccanico la tenuta sarà assicurata dal bloccaggio della gomma contro un'apposita sede ricavata nel bicchiere del tubo. Il bloccaggio verrà realizzato all'atto del montaggio mediante la compressione esercitata da una controflangia opportunamente sagomata e serrata meccanicamente sul bicchiere mediante appositi bulloni.

ⁱⁱⁱ Tra rivestimenti prescrivibili: Esterni: zinco con strato di finitura, manicottato o meno con polietilene; polietilene estruso; polipropilene estruso; poliuretano; malta di cemento con fibre. Interni: malta di cemento di alto forno; poliuretano; polietilene; resina epossidica. Il tutto conformemente alle norme EN o ISO o norme nazionali.

^{iv} I telai quadrati saranno preferiti per l'impiego sulle strade pavimentate in lastricato, basolato, ecc. per il migliore adattamento agli elementi della pavimentazione.

netta mai inferiore a 600 mm. I materiali di costruzione saranno la ghisa grigia (almeno R 150 UNI ISO 185), la ghisa sferoidale o l'acciaio, impiegati da soli o in unione al calcestruzzoⁱ.

In ogni caso dovranno essere rispettate le seguenti norme di unificazione:

UNI EN 124 - Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo di qualità.

I coperchi potranno essere dotati di fori di aerazioneⁱⁱ di sezione totale non inferiore a: 5% della superficie del cerchio (DN quota di passaggio) per i chiusini aventi quota non superiore a 600 mm; 140 cm² chiusini con quota superiore. Sotto tali coperchi, inoltre, potrà essere richiesta l'installazione di opportuni cestelli in lamiera di acciaio zincata, per la raccolta dei corpi solidi.

Le superfici di contatto dei chiusini, dalla Classe A 15 alla classe F 900 dovranno garantire la dovuta stabilità e silenziosità di esercizio, in particolar modo per le classi D 400, E 600 e F 900. Queste condizioni potranno essere ottenute con tutti i mezzi appropriati, quali: lavorazione meccanica, inserimento di guarnizioni elastiche, appoggio su tre punti, ecc. purché approvati dalla Direzione Lavori.

Ogni chiusino dovrà riportare, di fusione, il *nome e/o la sigla del fabbricante* e la *classe*, funzione quest'ultima del carico di provaⁱⁱⁱ in rapporto alle condizioni di esercizio di cui alla Tabella 55.

TAB. 55 - Chiusini per camerette d'ispezione. Classi (Norma UNI EN 124)

CLASSE	CONDIZIONI DI INSTALLAZIONE*	CARICHI DI PROVA KN
A 15	Zone ad esclusivo uso pedonale - Zone ciclabili e/o verde	1,5
B 125	Zone pedonali - Marciapiedi (eccezionalmente soggetti a carichi veicolari)	12,5
C 250	Zone di banchina - Canalette e cunette	25,0
D 400	Vie di circolazione (Autostrade, strade statali e provinciali)	40,0

* In casi eccezionali (es. aeroporti) i chiusini potranno essere richiesti con portate di 60 t (classe E 600) o 90 t (classe F 900)

Griglie e chiusini per pozzetti stradali (caditoie)

Le griglie potranno avere, in rapporto alle prescrizioni, la superficie superiore sagomata ad inginocchiatoio (ossia piatta e con una leggera pendenza verso il cordolo del marciapiede), ovvero concava (secondo la sagoma della cunetta stradale), con sbarre trasversali oppure parallele alla direzione della carreggiata. La distanza delle traverse, in rapporto all'orientamento rispetto alla direzione del traffico ed alla classe, dovrà risultare conforme ai prospetti 4 e 5 della UNI EN 124.

In tutti i casi la luce netta delle griglie dovrà essere non inferiore a 125 cm² (per pendenza della carreggiata fino al 5%) e convenientemente superiore per maggiori pendenze.

Gli eventuali cestelli^{iv} per la selezione e raccolta dei detriti solidi dovranno essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, uniti mediante chiodatura, saldatura, flangiatura, ecc. Saranno di facile sollevamento e poggeranno di norma su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.

Gradini per pozzetti di ispezione

Potranno essere, secondo prescrizione, in ghisa, in acciaio galvanizzato o zincato, o ancora in acciaio inossidabile. Potranno inoltre avere forma di bacchette (tipo DIN 19555) o di staffe (tipo corto: DIN 1211B; medio: DIN 1211A; lungo: DIN 1212).

ⁱ Nella soluzione più frequente, specialmente negli altri paesi europei, il telaio è in ghisa e cemento armato, più facilmente collegabile pertanto al sottostante manufatto in calcestruzzo, mentre il coperchio è in ghisa con riempimento in calcestruzzo. In tali tipi, il calcestruzzo dovrà avere una resistenza a compressione a 28 gg pari almeno a 45 N/mm² (norme DIN 4281); quello di riempimento del coperchio inoltre dovrà essere additivato con materiali indurenti (es. carborundum) in modo da raggiungere una resistenza all'abrasione non inferiore all'8° grado della scala Mohs.

ⁱⁱ L'impiego dei coperchi forati non risulterà idoneo per la copertura di pozzetti profondi, situati in strade con forte pendenza (ad evitare effetti di tiraggio), o laddove negli stessi pozzetti siano da installare apparecchiature e meccanismi particolari (ad evitare ingresso di acqua e di fango).

ⁱⁱⁱ Tale carico dovrà essere raggiunto in 4 minuti. La forza di pressione dovrà essere esercitata perpendicolarmente al coperchio del chiusino alloggiato nel proprio telaio a mezzo di un punzone come da prospetto VII della norma.

^{iv} Ove l'organizzazione comunale non dovesse prevedere un regolare e periodico servizio di vuotatura e manutenzione, l'adozione dei cestelli selettivi non risulta opportuna.

Nel primo caso il diametro dovrà essere non inferiore a 20 mm; nel secondo caso lo stesso limite sarà rispettato dalla sezione di incastro dei bracci a mensola. In tutti i casi i gradini dovranno essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N.

t) Prodotti di fibro-cemento

Formati da miscela intima ed omogenea di cemento (o silicati di calcio) e materiali a fibra lunga (con esclusione dell'amianto), più eventuali correttivi minerali, dovranno rispondere alle norme di unificazione di seguito riportate:

UNI EN 492 - Lastre piane di fibrocemento e relativi accessori. Specifiche di prodotto e metodi di prova.

UNI EN 494 - Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori. Specifiche di prodotto e metodi di prova.

UNI EN 512 - Prodotti di fibrocemento. Tubi e giunti per condotte in pressione.

UNI EN 588/1 - Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Tubi, raccordi ed accessori per sistemi a gravità.

UNI EN 588/2 - Tubi e raccordi in fibrocemento per sistemi di scarico degli edifici. Pozzetti e sistemi di scarico. Pozzetti e camere di ispezione.

UNI EN 12763 - Idem. Dimensioni e termini tecnici di distribuzione.

Gli agglomerati di fibro-cemento dovranno essere inossidabili, inalterabili agli acidi e agli agenti corrosivi in genere, resistenti al gelo e alle alte temperature, incombustibili e isolanti. I relativi manufatti dovranno presentare in frattura compattezza uniforme, priva di soffiature, superfici lisce e regolari, esenti da sfaldamenti, spessori ben calibrati e bordi integri.

u) Tubi, giunti e pezzi speciali (Raccordi)

I manufatti in argomento dovranno presentare elevato grado di impermeabilità e resistenza meccanica nonché, per i tubi, generatrici diritte e svergolamenti contenuti nei limiti di tolleranza.

Ogni tubo dovrà riportare contrassegni indelebili che permettano di individuare il marchio di fabbrica, la data di fabbricazione, il diametro nominale e la classeⁱ. La conformità della fornitura alla norma sarà attestata dal riferimento "UNI" anche esso chiaramente riportato su ogni tubo e giunto della fornitura stessa. La designazione sarà effettuata in base al valore del diametro nominale, al valore della lunghezza ed alla classe di pressioneⁱⁱ. Nel caso di tubi per condotte in pressione di diametro superiore a 1000 mm, in luogo della classe di pressione si indicheranno i valori minimi garantiti della pressione di scoppioⁱⁱⁱ.

I giunti saranno in generale del tipo a manicotto per i tubi^{iv} e del tipo a manicotto o a bicchiere per i raccordi (secondo prescrizione). Per entrambi i tipi la tenuta dovrà essere assicurata da guarnizioni elastiche di qualità e forme atte a rendere la condotta perfettamente e permanentemente stagna. I giunti dovranno resistere senza perdite ad una pressione di prova di tenuta di $1 \pm 0,1$ bar. Tale tenuta dovrà essere assicurata anche se i giunti saranno montati con la massima deviazione angolare tra i pezzi giuntati indicata e garantita dal fabbricante^v.

I raccordi avranno composizione, fabbricazione, marcatura e classificazione come per i tubi. Le relative prove di accettazione saranno effettuate in conformità alle prescrizioni di cui al punto 6 della UNI EN 588-1.

v) Prodotti di cemento e aggregati granulari

ⁱ Sarà richiesto anche il tipo di composizione (TN o NT).

ⁱⁱ Esempio di designazione di un tubo di fibro cemento per condotte in pressione avente diametro nominale di 80 mm, lunghezza di 3 m e classe 10: Tubo EN 512 80-3-10 TN.

ⁱⁱⁱ V. più in particolare il punto 4.2.2 della UNI EN 512.

^{iv} Di norma il manicotto sarà munito internamente di 3 gole: una gola centrale per accogliere dei segmenti distanziatori di gomma e due gole laterali simmetriche atte a ricevere ciascuna un anello di gomma elastomerico. Nel caso invece che il manicotto dovesse resistere anche a trazione, per applicazioni speciali, esso sarà munito di 4 gole, a due a due simmetriche, delle quali quelle centrali destinate agli anelli di tenuta in gomma e quelle di estremità destinate a ricevere delle 4 corde di bloccaggio in acciaio o in materia plastica, secondo i casi e le prescrizioni

^v Di norma 4° per tubi fino al diametro 500 e 2 ÷ 3° per diametri maggiori.

I prodotti di cemento dovranno essere confezionati con conglomerato vibrocompresso o centrifugato ad alto dosaggio di cemento (del tipo prescritto), con inerti di granulometria adeguata ai manufatti e di qualità rispondente ai vigenti requisiti generali di accettabilità. Dovranno avere spessore proporzionato alle condizioni di impiego, superfici lisce e regolari, dimensioni ben calibrate, assoluta mancanza di difetti e/o danni.

Per i tubi di cemento armato in pressione vale la norma:

UNI EN 639 - Prescrizioni comuni per tubi in pressione di calcestruzzo, inclusi giunti e pezzi speciali.

Tubi di cemento sempliceⁱ

Saranno confezionati con impasto dosato a $350 \div 400 \text{ kg/m}^3$ di cemento, vibrocompresso o centrifugato, e dovranno presentare sezione perfettamente circolare (od ovale, nella sagoma prescritta), generatrice dritta, spessore uniforme (o come da sagoma), elevata resistenza flessionale e, in frattura, grana omogenea, compatta e resistente. Dovranno rispondere inoltre, per i diametri superiori a 250 mm, alla seguente norma:

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

I tubi UNI 9534 potranno essere con giunto a bicchiere o con giunto a mezzo spessore (ad incastro) con lunghezza nominale non inferiore a due metri. Per giunto ad incastro, lo spessore dovrà comunque non scendere sotto il valore di 120 mm.

Tubi di cemento armato ordinario

Dovranno essere fabbricati da ditta specializzata, in apposito stabilimento e con idonee apparecchiature. Saranno calcolati, armati ed eseguiti secondo le norme valide per il conglomerato cementizio armato ed inoltre avranno caratteristiche di qualità e di lavorazione uniformi, superfici interne perfettamente lisce, estremità piene ed a spigoli vivi, fronti perpendicolari all'asse. Non saranno ammessi tubi con danneggiamenti o imperfezioni che possano diminuire l'impermeabilità, la resistenza meccanica e, in generale, le possibilità di impiego e la durabilità.

Per i tubi in pressione il diametro interno, lo spessore della parete, la lunghezza interna della canna e le caratteristiche geometriche del giunto saranno conformi alle specifiche di progetto e/o alla documentazione di fabbricaⁱⁱ. Valgono, per detti tubi, le seguenti norme:

UNI EN 640 - Tubi in pressione di calcestruzzo armato e tubi in pressione di calcestruzzo con armatura diffusa (del tipo senza cilindro), inclusi giunti e pezzi speciali.

UNI EN 641 - Tubi in pressione di calcestruzzo armato del tipo con cilindro, inclusi giunti e pezzi speciali.

Le dimensioni massime degli aggregati non dovranno essere maggiori di $1/3$ dello spessore dei tubi, con massimo di 32 mm (4 mm per i tubi con armatura diffusa).

L'armatura metallica trasversale sarà costituita da tondi piegati ad anelli, ovvero avvolti in semplice o doppia elica, da fili o reti di acciaio, inglobate in una parete di calcestruzzo compatto (RCP), o da strati multipli di filo sottile continuo avvolti ad elica e inglobati in una parete di malta compatta (DRP); quella longitudinale (specie se richiesta la resistenza a flessione) da barre di acciaio, fili o strati di nastro di acciaio. Nei tubi UNI EN 641 l'armatura sarà integrata da un cilindro di acciaio saldato, con anelli per il giunto collegati all'estremità a mezzo saldaturaⁱⁱⁱ.

Lo spessore minimo dei tubi EN 640 sarà conforme al Prospetto 1 della norma^{iv}; analogamente per i tubi della EN 641^v. I giunti, secondo specifica, potranno essere rigidi, regolabili, semiflessibili o completamente flessibili; in ogni caso dovranno assicurare la perfetta tenuta all'acqua, consentire piccoli assestamenti^{vi} ed essere costituiti da materiali che

ⁱ Così definiti i tubi in conglomerato cementizio i quali o sono privi di armatura metallica, ovvero la incorporano unicamente per necessità di trasporto e posa, con esclusione di qualunque altra funzione statica nelle condizioni d'uso.

ⁱⁱ Qualora le specifiche di progetto differissero dalle caratteristiche di produzione standard, tali caratteristiche dovranno essere adeguate tenendo conto in particolare modo dei seguenti dati: pressione e pressione massima di progetto; carichi esterni e condizioni di posa in opera; caratteristiche chimico-fisiche del fluido trasportato; dati sul terreno; condizioni di appoggio.

ⁱⁱⁱ Per i particolari si rinvia comunque al punto 3.3 delle UNI EN richiamate.

^{iv} Spessore minimo: 60 mm fino a DN/ID 500 per i tubi RCP e 40 mm per i tubi DRP.

^v Spessore minimo: 50 mm fino a DN/ID 400 e 40 mm fino a pari diametro per i tubi con cilindro ed armatura pretensionata.

^{vi} Per le deviazioni angolari consentite sarà fatto riferimento al Prospetto 3 della UNI EN 639.

diano piena garanzia di durata nelle previste condizioni di esercizio: di norma saranno realizzati con guarnizioni ad anelli di gommaⁱ.

I pezzi speciali potranno essere di conglomerato cementizio armato, di ghisa ovvero di lamiera di acciaio saldato, secondo prescrizione.

Ogni tubo dovrà riportare contrassegni indelebili che permettano di individuare il *marchio di fabbrica*, la *data di fabbricazione* (mese e anno), le *dimensioni* (intese come prodotto del diametro interno per la lunghezza nominale) e la categoria. Per i tubi ad armatura dissimetrica, dovrà essere apposta sulla parete esterna l'indicazione del verticeⁱⁱ.

Tubi rinforzati con fibre di acciaio

Per i tubi rinforzati con fibre di acciaio sarà fatto riferimento alla norma:

UNI EN 1916 - Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato con fibre di acciaio e con armatura tradizionale.

Tubi di cemento armato precompresso

Valgono, per i tubi in argomento, le norme generali di cui al precedente punto. I tubi dovranno essere fabbricati in officine o cantieri debitamente attrezzati, con procedimenti atti a garantire il costante raggiungimento dei requisiti in tutti i manufatti prodotti. Le operazioni automatizzate dovranno essere svolte sotto controllo di strumenti indicatori e registratori e nel ciclo di lavorazione saranno inseriti rilevamenti sistematici dei risultati ottenuti che, raccolti unitamente alle prove di qualità dei materiali in apposito registro di fabbricazione, avranno valore di documentazione agli effetti contrattuali.

I tubi in c.a.p., in rapporto alle prescrizioni di Elenco, potranno essere di tre tipi:

- a) - Tubi con nucleo di conglomerato cementizio prefabbricato munito di cilindro di lamierino, armatura di precompressione radiale, rivestimento protettivo e giunto autocentrante a tenuta d'acqua.
- b) - Tubi con nucleo di conglomerato cementizio prefabbricato, armatura di precompressione radiale, rivestimento protettivo e giunto come sopra.
- c) - Tubi monolitici con armatura di precompressione radiale inglobata nella parete di conglomerato e giunto come sopra.

Con riferimento alle norme, dovranno osservarsi quelle per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle tubazioni in argomento e qui riportate:

UNI EN 642 - Tubi in pressione di calcestruzzo precompresso con cilindro e senza cilindro, inclusi giunti e pezzi speciali, e prescrizioni specifiche per l'acciaio di precompressione dei tubi.

Il diametro nominale corrisponderà al diametro interno del tubo, misurato in mm.

La superficie interna dei tubi dovrà essere sufficientemente liscia, in modo da rendere minime le perdite di carico della condotta.

I materiali e le modalità di costruzione dovranno rispettare in generale le norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. precompresso di cui al D.M. 17.02.2018 e s.m.i. In ogni caso gli spessori e le armature di precompressione dovranno essere riferiti, per ogni coppia di valori PN e DN, a criteri di dimensionamento e calcoli statici elaborati conformemente alle Appendici C e D della norma.

La marcatura, da apporsi in modo indelebile, riporterà; la *data di fabbricazione*, il *diametro nominale* e la *pressione*, il riferimento alla norma **UNI EN 642** e il *marchio* di fabbrica.

w) Manufatti diversi

Manufatti in pietra artificiale

ⁱ Nei giunti di acciaio con guarnizione elastomerica gli anelli maschio e femmina dovranno essere costruiti in modo da rendere i tubi autocentranti.

ⁱⁱ I tubi adatti all'utilizzo con acqua potabile dovranno altresì essere marcati con la lettera "P" appresso al numero della norma UNI EN utilizzata.

Saranno confezionati con alto dosaggio di cemento ed inerti particolarmente selezionati. Avranno massa volumica non inferiore a 2300 kg/m³ e la superficie esterna a vista, per lo spessore di almeno 2 cm, formata con malta dosata a 500 kg/m³ di cemento, nel tipo bianco o colorato.

Cordoni, bocchette di scarico, risvolti, guide, scivoli, ecc. dovranno in particolare soddisfare ai requisiti stabiliti negli esecutivi di progetto e le prescrizioni di cui al punto 65.11, per quanto compatibile.

Canalette di drenaggio

Potranno essere di tipo "I" (non richiedenti ulteriore supporto) o di tipo "M" (richiedenti un supporto aggiuntivo: di norma un massetto rinfiancato). Dovranno comunque essere marcate CE e rispondere alle prescrizioni della seguente normativa:

UNI EN 1433 - Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni. Classificazione, requisiti di progettazione e di prova. Marcatura e valutazione di conformità.

Le canalette di drenaggio saranno classificate, in conformità al loro uso previsto, in: A15, B125, C250, D400, E600 e F900; tale classifica sarà posta in correlazione alla situazione di posa in opera secondo uno dei 6 gruppi di posa previsti al punto 5 della normaⁱ.

La marcatura dovrà riportare il riferimento alla norma, il marchio di identificazione, la classe, il tipo di prodotto (I o M), la data di produzione, il grado di resistenza agli agenti atmosferici.

x) Prodotti di materie plastiche

Per la definizione, la classificazione e le prescrizioni sulle materie plastiche in generale, si farà riferimento alla normativa UNI (Materie plastiche), (Prove sulle materie plastiche), (Prodotti semifiniti e finiti di materie plastiche).

Tubi e raccordi di cloruro di polivinile (PVC)

Saranno fabbricati con mescolanze a base di cloruro di polivinileⁱⁱ, esenti da plastificanti e opportunamente stabilizzate. Saranno inoltre conformi alle prescrizioni delle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 1401-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema.

UNI EN 1452-1 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per adduzione di acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Generalità.

UNI EN 1452-2 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per adduzione di acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Tubiⁱⁱⁱ.

UNI EN 1453-1 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alata temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi ed il sistema.

UNI EN 1456-1 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per fognature e scarichi in pressione interrati e fuori terra. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i componenti della tubazione e per il sistema.

UNI 10968 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi interrati non a pressione. Sistemi di tubazione a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1, Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

UNI EN 1329-1 - Sistemi di tubazioni in policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) per acque domestiche a bassa ed alta temperatura

ⁱ Gruppo 1 (min. classe A15): aree pedonali o ciclabili; Gruppo 2 (min. classe B 125): percorsi pedonali, parcheggi per auto private; Gruppo 3 (min. classe C250): Gruppo 4 (min. classe D400): strade rotabili, parcheggi; Gruppo 5 (min. classe E600): aree soggette a carichi su grandi ruote, darsene; Gruppo 6 (classe F900): pavimentazioni aeroportuali.

ⁱⁱ Con la dizione "mescolanze a base di PVC" si intendono miscele a base di cloruro di polivinile con gli ingredienti necessari per una appropriata fabbricazione del prodotto e tali comunque che il manufatto risponda ai requisiti specificati dalle superiori norme e alle prescrizioni del Ministero della Sanità, se necessario.

ⁱⁱⁱ Vd. anche UNI EN 1452-3 (Raccordi); 1452-4 (Valvole ed attrezzature ausiliarie); 1452.5 (Idoneità all'impiego del sistema); 1452-6 (Guida per l'installazione). Per i tubi di PVC da impiegare nelle condotte interrate di coinvolgimento dei gas combustibili, e per i relativi raccordi, sarà fatto riferimento alle UNI 7445 e 7446.

Tubi e raccordi per adduzione d'acqua

Saranno fabbricati con una composizione di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) e additivi in misura e qualità tali da non costituire pericolo tossico, organolettico o microbiologico (tali caratteristiche estendendosi a tutti i componenti del sistema) e da non influenzare le proprietà fisico-meccaniche dei prodotti e quelle di incollaggio.

I tubi avranno parete opaca e saranno colorati a spessore nei colori grigio, blu e crema.

La marcatura sarà conforme al prospetto 10 della norma e dovrà contenere, oltre alle informazioni di rito, il diametro esterno nominale x spessore di parete e la pressione nominale PN. Per i tubi destinati alla distribuzione di acqua, si dovrà avere una marcatura supplementare con la parola "ACQUA".

Tubi e raccordi per fognature e scarichi interrati

Definiti dai codici "U"ⁱ e "UD"ⁱⁱ in rapporto all'area di applicazione, saranno formati con PVC-U e idonei additivi, con contenuto di PVC non inferiore all'80% in massa per i tubi e all'85% per i raccordi stampati ad iniezione, il tutto conformemente alla norma UNI EN 1401-1 riportata nelle generalità. Saranno colorati in tutto il suo spessore.

I tubi dovranno essere marcati ad intervalli massimi di due metri, con riporto: il riferimento alla norma, il codice di area di applicazione, la dimensione nominale, lo spessore minimo di parete o SDR, il materiale, la rigidità anulare nominale (SN) ed infine l'eventuale simbolo del cristallo di ghiaccio per impiego alle basse temperature ed il marchio di fabbrica.

Tubi, raccordi e valvole di polietilene per la distribuzione di gas combustibili

Dovranno rispondere alle norme UNI EN 1555-1 (Generalità), UNI EN 1555-2 (Tubi), UNI EN 1555-3 (Raccordi), UNI EN 1555-4 (Valvole) nonché alle parti 5 e 7 per l'idoneità all'impiego del sistema e la guida alla conformità e dovranno resistere ad una pressione massima di esercizio "MOP" di 10 bar ad una temperatura di riferimento di 20 °C. Per la composizione del *compound* sarà fatto riferimento al prospetto 1 della UNI EN 1555-1.

I tubi avranno colore giallo o nero con strisce gialle di identificazione.

Si richiamano le norme:

UNI 8849 - Raccordi di polietilene saldabili per fusione mediante elementi riscaldanti, per condotte per convogliamento di gas Combustibile. Tipi di dimensioni e requisiti (pressioni di esercizio non maggiori di 4 bar).

UNI 8850 - Raccordi di polietilene saldabili per elettrofusione per condotte interrate per convogliamento di gas Combustibile. Tipi dimensioni e requisiti (pressioni di esercizio non maggiori di 4 bar).

UNI EN 13774 - Valvole per i sistemi di distribuzione gas con pressione massima di esercizio non maggiore di 16 bar.

Tubi per distribuzione d'acquaⁱⁱⁱ

Dovranno rispondere alle specifiche della seguente norma:

UNI EN 12201-2 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Tubi.

Saranno composti con materiali conformi ai requisiti specificati nella norma UNI EN 12201-1, avranno colore blu o nero con strisce blu e dovranno rispettare le prescrizioni regolamentari vigenti (D.M. 21.03.1973, Circ. Min. San. 2.12.1978, n. 102). Avranno dimensioni nominali e spessore di parete come al prospetto 2 della norma e caratteristiche meccaniche e fisiche come ai prospetti 3, 4 e 5.

Ove per installazioni particolari fosse necessario valutare la resistenza chimica, i tubi dovranno essere classificati secondo le ISO 4433-1 e ISO 4433-2^{iv}.

ⁱ Codice U: codice per area di applicazione interrata all'esterno della struttura dell'edificio.

ⁱⁱ Codice UD: codice per area di applicazione interrata sia all'interno che all'esterno dell'edificio.

ⁱⁱⁱ Tutti i costituenti del sistema devono essere conformi alle prescrizioni regolamentari vigenti. Si citano: D.M. 21.3.1973 – Disciplina degli imballaggi, recipienti, utensili destinati a venire in contatto con gli alimenti; Circ. 2.12.1978, n. 102 M.S. – Disciplina igienica concernente le materie plastiche, le gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da rendere potabile.

^{iv} Una guida per la resistenza dei tubi di polietilene ai prodotti chimici è data dalla ISO/TR 10350.

I tubi dovranno essere marcati in materia indelebile con le seguenti specifiche: numero della norma, marchio di fabbrica, dimensioni ($dn \times en$), serie SDR, materiale e designazione (es. PE 80), classe di pressione in bar (PN), periodo di produzione.

Tubazioni in pressione per trasporto d'acqua, per fognature e scarichi

Destinate ad essere adoperate per interrimento nel suolo, per sbocchi a mare, per posa in acqua, in sospensione sotto ponte, ecc., con una pressione massima operativa (MOP) fino a 25 bar, con temperatura di esercizio di riferimento di 20 °C, dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente normativa:

UNI EN 13244-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica in pressione, interrati e non, per il trasporto di acqua per usi generali, per fognature e per scarichi. Generalità.

UNI EN 13244-2 - Idem. Tubi. I tubi saranno composti con materiali conformi ai requisiti specificati nella norma 13244-1, avranno colore nero o nero con strisce di colore marrone e dovranno essere saldabili. La resistenza minima a trazione (MRS) sarà di 8,0 MPa per il materiale PE 80 e di 10,0 MPa per quello PE 100.

Le dimensioni nominali prevedono diametri da 32 a 1600 mm con spessori di parete uguali a quelli dei tubi UNI EN 12201-2 riportati in Tab. 50. Lo stesso dicasi per le caratteristiche meccaniche e fisiche.

Tubi a parete strutturata per scarichi

Dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma¹:

UNI 10968-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi interrati non a pressione. Sistemi a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1 – Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

Tubi a parete strutturata per drenaggio

Tubazioni strutturate in polietilene (PEHD) in barre o rotoli a doppia parete, liscia internamente e corrugata esternamente idoneo per drenaggi delle acque meteoriche con fessurazioni a 220° o 360°.

Le giunzioni verranno effettuate tramite manicotto di giunzione e guarnizione.

Tubi a parete strutturata per passaggio cavi

Tubazioni strutturate in polietilene isolante (PEHD) in barre o rotoli a doppia parete, liscia internamente e corrugata esternamente idoneo per cavidotti conforme alla norma CEI EN 50086-1-2-4, CEI 23-39, CEI 23-46 con resistenza allo schiacciamento 450 N colori rosso e blu e colore giallo conforme alla norma CEI EN 50086-1-2-4/A1, Marchio IMQ con resistenza allo schiacciamento 750 N.

Le giunzioni verranno effettuate tramite manicotto di giunzione

Tubi, raccordi di resine termo-indurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV)

Saranno costituiti da resine poliestere insature termoindurenti, armate con fibre di vetro e sottoposte a processo di polimerizzazione, con aggiunta o meno di cariche, inerti ed agenti polimerizzanti (acceleranti, catalizzatori, induritori, inibitori).

Per la normativa, salvo diversa specifica, si farà riferimento alla UNI 9032ⁱⁱ

Con riferimento all'impiego i tubi verranno distinti in Tipi secondo il Prospetto I della UNI 9032.

ⁱ In fase di coesistenza con la norma sostitutiva UNI EN 13476.

ⁱⁱ UNI 9032 - Tubi di resine termoindurenti rinforzati con fibre di vetro (PRFV). Tipi, dimensioni e requisiti.

I manufatti tubolari saranno classificati in base alla loro pressione nominale PNⁱ nonché in base alla loro resistenza meccanica trasversale iniziale caratterizzata dall'indice di rigidità trasversale RGⁱⁱ. La norma prevede 14 classi di pressione nominale e 4 classi dell'indice di rigidità.

I tubi ed i raccordi in PRFV dovranno presentare superfici lisce ed uniformi esenti da irregolarità e difetti come: delaminazioni, bolle, lesioni fibre affioranti.

La marcatura, da apporsi in maniera indelebile nella zona centrale dei manufatti, dovrà comprendere: la *designazione completa*; la *data di produzione* (mese-anno); il *numero di partita* e il *marchio di fabbrica*.

Art.6 Apparecchi idraulici

Tutti gli apparecchi ed i pezzi speciali da impiegare nell'esecuzione delle condotte e delle cabine di manovra dovranno uniformarsi ai tipi specificati in progetto e corrispondere esattamente alle prescrizioni delle relative norme di unificazione nonché ai modelli approvati dalla Direzione Lavori e depositati in campionatura.

I pezzi di fusione dovranno presentare superfici esterne perfettamente modellate, se del caso sbavate e ripassate allo scalpello o alla lima. I piani di combaciamento di tutte le flange dovranno essere ricavati mediante lavorazione al tornio e presentare inoltre una o più rigature circolari concentriche per aumentare la tenuta con guarnizione. Del pari dovranno essere ottenute con lavorazione a macchina tutte le superfici soggette a sfregamenti nonché i fori dei coperchi e delle flange di collegamento.

Tutti i pezzi in ghisa dei quali non sarà prescritta la verniciatura, dopo l'eventuale collaudo in officina dovranno essere catramati o bitumati internamente ed esternamenteⁱⁱⁱ. Le superfici esterne grezze in bronzo, rame, ottone, se non diversamente prescritto, saranno semplicemente ripulite mediante sabbatura. Sulla superficie esterna di ogni apparecchio dovrà inoltre risultare, di fusione o con scritta indelebile, la denominazione della ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale e le frecce indicanti la direzione della corrente.

L'Amministrazione appaltante si riserva la facoltà di sottoporre a prove o verifiche gli apparecchi forniti dal-l'Appaltatore, intendendosi a totale carico dello stesso, come peraltro specificato nelle condizioni generali di fornitura, tutte le spese occorrenti per il prelievo ed invio, agli Istituti di prova, dei campioni che la Direzione intendesse sottoporre a verifica.

Valvole per la fornitura di acqua

Le valvole per la fornitura d'acqua dovranno essere realizzate e fornite nel rispetto delle prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 1074-1 - Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove di verifica. Requisiti generali e delle parti specifiche da 2 a 6 che trattano: valvole di intercettazione; valvole di ritegno; sfiati di aria; valvole di regolazione; idranti.

Su una fiancata del corpo delle valvole dovranno essere ricavati di fusione, o impressi in modo leggibile e indelebile, il marchio di fabbrica, il *diametro nominale*, la *pressione nominale* e la *sigla* indicante il materiale del corpo. Sul bordo delle flange dovrà essere indicata la dima di foratura (es. Dima PN10). I DN dovranno essere selezionati tra quelli indicati nella EN 805, con il limite superiore uguale al DN 2000. Per le valvole minori di DN 50 sono obbligatorie solamente le tre seguenti marcature: PN, marchio di fabbrica, riferimento alla norma di prodotto.

ⁱ La pressione nominale PN corrisponde alla pressione interna massima ammissibile, per servizio continuo, alla temperatura di 23 ± 2 °C, e per convogliamento di acqua (individua il tubo agli effetti della sola resistenza alla pressione interna e non agli effetti della resistenza ai carichi addizionali dei quali dovrà tenersi anche conto in sede di progetto).

ⁱⁱ L'indice di rigidità trasversale RG è definito dalla formula: $RG = EJ/D^3$ kgf/cm² dove: E = modulo elastico del materiale in direzione circonferenziale espresso in kgf/cm²; J = momento di inerzia trasversale della striscia unitaria della parete del tubo rispetto all'asse neutro della sezione longitudinale della parete stessa in cm⁴/cm; D = diametro nominale del tubo.

ⁱⁱⁱ La catramatura o la bitumatura dovranno essere eseguite immergendo le parti da proteggere (corpi, coperchi, otturatori, sopraccappelli, premitrecce) in un bagno di catrame o di bitume rispettivamente. I pezzi, prima dell'immersione, dovranno essere grezzi di fusione, sbavati ed accuratamente puliti dalla ruggine e dai residui di terra da fonderia, nonché preriscaldati alla temperatura di $110 \div 140$ °C. I catrami dovranno essere di tipo minerale, i bitumi del tipo ossidato: entrambi dovranno essere privi di sostanze che possano alterare i caratteri organolettici dell'acqua convogliata. Il rivestimento dovrà risultare di spessore adeguato, uniforme, nonché privo di bolle o squamature.

L'Appaltatore è tenuto a fornire alla Stazione appaltante un attestato di conformità, rilasciato dal fabbricante, con il quale verrà certificato che le saracinesche fornite sono conformi alla norma UNI richiamata ed a quant'altro è stato oggetto di specifica richiesta.

Valvole per condotte gas

Dovranno rispondere, in rapporto ai campi di impiego, alle prescrizioni della seguente norma:

UNI EN 14141 - Valvole per il trasporto di gas naturale in condotte. Requisiti prestazioni e prove.

UNI EN ISO 14723 - Industria del petrolio e del gas naturale. Sistemi di condotte di trasporto. Valvole per condotte sottomarine.

Art.7 Elastomeri per anelli di tenuta

Le speciali gomme con cui verranno formati gli anelli di tenuta potranno essere del tipo naturale (mescole di caucciù) o sintetico (neoprene, ecc.); dovranno comunque possedere particolari caratteristiche di elasticità (rapportate alle caratteristiche geometriche e meccaniche) per attestare le quali il fabbricante dovrà presentare apposita certificazione da cui si rilevi il rispetto della normativa UNI EN 681

La Direzione Lavori potrà richiedere comunque un'ulteriore documentazione dalla quale risulti il comportamento degli anelli nelle prove di: resistenza alla corrosione chimica, resistenza all'attacco microbico e resistenza alla penetrazione delle radici.

Le mescolanze di gomma naturale saranno di prima qualità, omogenee ed esenti da rigenerato o polveri di gomma vulcanizzata di recupero. Per l'impiego su tubazioni destinate a convogliare acqua potabile tali mescolanze non dovranno contenere elementi metallici (antimonio, mercurio, manganese, piombo e rame) od altre sostanze che possano alterare le proprietà organolettiche.

Le guarnizioni con diametro interno fino a 1100 mm dovranno essere ottenute per stampaggio e dovranno presentare omogeneità di materiale, assenza di bolle d'aria, vescichette, forellini e tagli; la loro superficie dovrà essere liscia e perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di natura estranea.

Ogni guarnizione (o unità di imballaggio di elementi di tenuta) dovrà essere marcata in modo chiaro e durevole con le seguenti indicazioni: dimensione nominale, identificazione del fabbricante, tipo di applicazione¹ e classe di durezza, marchio di certificazione dell'organismo di controllo, trimestre ed anno di fabbricazione, eventuali caratteristiche particolari ed infine l'indicazione abbreviata della gomma.

UNI EN 681 - Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua.

Per le guarnizioni relative alle condotte di gas, si farà riferimento alla seguente norma di unificazione:

UNI EN 682 - Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali elastomerici utilizzati in tubi e raccordi per il trasporto di gas e idrocarburi fluidi.

Gli elementi di tenuta in elastomero per tubi e raccordi per il trasporto di gas ed idrocarburi fluidi saranno classificati in base alla loro durezza ed avranno i requisiti riportati al punto 4 della norma, particolarmente compendiate nei prospetti 2 e 3 della stessa.

Ogni elemento di tenuta, o unità imballaggio di elementi di tenuta dovrà essere marcato in maniera indelebile con le seguenti indicazioni: dimensione no-minale; marchio di fabbrica; riferimento alla norma e ti-po e categoria di durezza; tipo di elastomero (in sigla); caratteristiche particolari. Per la marcatura CE e l'etichettatura, sarà fatto riferimento all'Appendice ZA.3.

¹ Tipi di applicazione: WA (convogliamento di acqua fredda potabile); WB (acqua calda potabile fino a 110 °C); WC (convogliamento di acqua non potabile fredda, acque di scarico, fognarie e di acqua piovana); WD (acqua non potabile calda fino a 110 °C); WE (elementi in copolimero isoprene-isobutilene per acqua potabile calda); WF (idem per acqua non potabile calda); WG (convogliamento di acqua non potabile fredda, acque di scarico con temperatura fino a 45 °C in continuo o fino a 95 °C con intermittenza, con resistenza all'olio).

Art.8 Leganti bituminosi e loro modificati

8.1 Leganti bituminosi semisolidi

Per leganti bituminosi semisolidi si intendono i bitumi per uso stradale costituiti sia da bitumi di base che da bitumi modificati.

8.2 Bitumi di base

I bitumi di base per uso stradale sono quelli con le caratteristiche indicate nella tabella di seguito riportata impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi. Le tabelle seguenti si riferiscono nella prima parte al prodotto di base così come viene prelevato nelle cisterne (stoccaggi), nella seconda parte al prodotto sottoposto all'invecchiamento artificiale.

		BITUME 50/70	BITUME 70/100
CARATTERISTICHE	U.d.M.	Valore	
PRIMA PARTE			
Penetrazione a 25 °C	dmm	50-70	70-100
Punto di rammollimento	°C	45-60	40-60
Punto di rottura Fraass, min.	°C	≤ - 6	≤ - 8
Ritorno elastico a 25° C	%	-	-
Stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	-
Viscosità dinamica 160°C (Shear rate 5*10 ² s ⁻¹) Viscosità dinamica 160°C (cilindri coassiali S21 20rpm)	Pa x s	0.03 – 0.10	0.02 – 0.10
SECONDA PARTE – Valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Oven Test)			
Incremento del punto di rammollimento	°C	≤ 9	≤ 9
Penetrazione residua	%	≥ 40	≥ 50

I leganti bituminosi per essere ritenuti idonei e quindi impiegabili, dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

- Penetrazione a 25°C (UNI EN 1426)
- Punto di rammollimento (UNI EN 1427)

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicati nel presente Capitolato (oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti Norme Tecniche).

Si riportano a seguire le normative di riferimento per la determinazione delle caratteristiche dei leganti bituminosi.

Penetrazione	Normativa UNI EN 1426
Punto di rammollimento	Normativa UNI EN 1427

Punto di rottura Fraass	Normativa UNI EN 12593
Ritorno elastico	Normativa UNI EN 13398
Stabilità allo stoccaggio tube test	Normativa UNI EN 13399
Viscosità dinamica (metodo cono-piatto)	Normativa UNI EN 13702
Viscosità dinamica (cilindri coassiali)	Normativa UNI EN 13302
Perdita per riscaldamento in strato sottile (RTFOT)	Normativa UNI EN 12607-1

8.3 Bitumi modificati

I bitumi di base di tipo 70-100 potranno essere modificati in raffineria o tramite lavorazioni successive mediante l'aggiunta di polimeri (elastomeri e loro combinazioni) effettuata con idonei dispositivi di miscelazione al fine di ottenere migliori prestazioni dalle miscele in modo soft SF (modifica media) e in modo hard HD (modifica forte) con le caratteristiche riportate nella seguente tabella

Possono essere inoltre impiegati bitumi di base modifica BM opportunamente preparati per una successiva modifica.

I bitumi di tipo soft potranno essere impiegati nelle miscele normali (base, binder, usura) mentre dovranno essere tassativamente impiegati i bitumi di tipo hard nelle miscele speciali salvo diversa indicazione della Committente.

caratteristiche	U.M.	Base Modifica BM	Soft 2,5%-3,5% SF(*)	Hard 4%-6% HD (*)
penetrazione a 25° C	dmm	80-100	50-70	50-70
punto di rammollimento	° C	40-60	60-80	70-90
punto di rottura Fraass	° C	≤ -8	≤ -10	≤ -12
ritorno elastico a 25° C	%	-	≥ 70	≥ 80
viscosità dinamica 160°C (Shear rate $5 \cdot 10^2 \text{ s}^{-1}$) viscosità dinamica 160°C (cilindri coassiali S21 20rpm)	Pa x s	0,01-0,10	0,10-0,35	0,15-0,45
Stabilità allo stoccaggio tube test	° C	-	≤ 3 ^(m)	≤ 3 ^(m)
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test				
penetrazione residua a 25° C	%	≥ 50	≥ 40	≥ 40
Incremento del punto di rammollimento	° C	≤ 9	≤ 8	≤ 5

(*)le percentuali indicate si riferiscono alla quantità di polimero impiegata

(^m)entrambi i valori del punto di rammollimento ottenuti per il tube test non devono differire dal valore di rammollimento di riferimento di più di 5°C

I leganti bituminosi modificati per essere ritenuti idonei e quindi impiegabili, dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

- Penetrazione a 25°C (UNI EN 1426)
- Punto di rammollimento (UNI EN 1427)

- Ritorno elastico a 25°C (UNI EN 13398)

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicati nel presente Capitolato (oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti Norme Tecniche).

Emulsioni bituminose

Le emulsioni bituminose possono essere impiegate come mano di attacco solo tra misto cementato e base, basebinder, binder e usure normali (per usure non aperte). Negli altri casi si usa bitume modificato hard

caratteristiche	unità di misura	Emulsioni a rapida rottura	Emulsioni a media velocità di rottura
contenuto d'acqua	% in peso	≤40	≤45
contenuto di bitume	% in peso	≥ 60	≥ 55
grado di acidità (pH)		2-5	2-5
polarità delle particelle		positiva (cationiche) o negativa (anioniche)	
caratteristiche del bitume estratto			
penetrazione a 25° C	dmm	50-120	100-150
punto di rammollimento	° C	≥ 40	≥ 40
punto di rottura Fraass	° C	≤ -8	≤ -8

Le emulsioni cationiche bituminose per essere ritenuti idonei e quindi impiegabili, dovranno essere dotate obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

- pH (UNI EN 12850)
- Contenuto di bitume (UNI EN 1428)
- Polarità particelle bitume (UNI EN 1430)

Caratteristiche del legante:

- Penetrazione a 25 °C (UNI EN 1426)
- Punto di rammollimento (UNI EN 1427)

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicati nel presente Capitolato (oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti Norme Tecniche).

Si riportano a seguire le normative di riferimento per la determinazione delle caratteristiche dei leganti bituminosi.

Contenuto di bitume (residuo per distillazione)	Normativa UNI EN 1431
Contenuto d'acqua	Normativa UNI EN 1428
Grado di acidità	Normativa UNI EN 12850
Polarità delle particelle	Normativa UNI EN 1430
Recupero del legante	Normativa UNI EN 13074

Sedimentazione

Normativa UNI EN 12847

Polveri di rocce asfaltiche

Dovranno soddisfare le norme di cui al Fasc. n. 6 - C.N.R., diffuso con Circolare Ministero LL.PP. 17 luglio 1956, n. 1916. Le polveri asfaltiche per uso stradale dovranno avere un contenuto di bitume non inferiore al 7% del peso totale. Ai fini applicativi le polveri verranno distinte in tre categorie, delle quali la I per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asfaltica, pietrischetto ed olio, la II per i conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle e la III come additivo per i conglomerati.

Le polveri di I e II categoria dovranno avere finezza tale da passare per almeno il 95% dallo staccio 2 UNI 2332; quelle della III categoria, la finezza prescritta per gli additivi stradali (norme CNR). In tutti i casi le polveri dovranno presentarsi di consistenza finemente sabbiosa e di composizione uniforme e costante.

Mastice di asfalto

Preparato con polveri di rocce asfaltiche e bitume, con miscelazione a caldo, sarà fornito in pani di colore bruno-castano, compatti, omogenei, di tenacità e consistenza elastica, privi di odore di catrame.

Il mastice dovrà rispondere, per designazione e caratteristiche, alla normativa UNI 4377; prove e determinazioni verranno effettuate con le modalità UNI da 4379 a 4385. Per la fornitura il mastice dovrà essere del tipo A UNI 4377 (con contenuto solubile in solfuro di carbonio del $14 \div 16\%$). Non sarà consentito l'uso di mastice di asfalto sintetico.

Asfalto colato

Costituito da mastice di roccia asfaltica, bitume ed aggregati litici calcarei di appropriata granulometria, dovrà presentare i requisiti di cui alla norma UNI 5654 ed in particolare contenuto di bitume non inferiore all'11%, punto di rammollimento $60 \div 80\text{ }^{\circ}\text{C}$, prova di scorrimento ed impermeabilità all'acqua positive; il bitume dovrà avere solubilità del 99% min. e penetrazione a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ tra 20 ed 80 dmm. Per le altre caratteristiche si rinvia alla norma citata.

Olii minerali per trattamenti con polveri asfaltiche

Gli olii asfaltici da impiegarsi nei trattamenti superficiali con polveri asfaltiche a freddo saranno di tipo diverso in rapporto alle polveri con cui verranno impiegati ed in rapporto anche alla stagione: tipo "A" per la stagione invernale e tipo "B" per quella estiva. In ogni caso gli olii dovranno presentare un contenuto in acqua non superiore allo 0,50%, in fenoli non superiore al 4%.

Carta feltro

Composta da una mescolanza appropriata di fibre tessili naturali (animali, vegetali), sintetiche e minerali, non collate e con alto potere assorbente, dovrà soddisfare le prescrizioni della norma UNI 3682. Potrà essere richiesta nel tipo "C" (160, 180, 220, 260, 315, 450) o nel tipo "R" (224, 280, 333, 400, 450), la sigla numerica corrispondendo alla massa areica ($\pm 5\%$). Per la fornitura la carta presenterà superficie regolare senza difetti di sorta.

Membrane prefabbricate

Per le membrane in argomento si farà riferimento alla specifica normativa UNI, più avanti riportata; in subordine, alle caratteristiche dichiarate dai fabbricanti accreditati presso l'IGLAE ed accettate dalla Direzione Lavori. Per l'identificazione le membrane saranno suddivise in quattro categorie fondamentali:

- membrane a base bituminosa, con impiego di bitume ossidato;
- membrane a base di bitume-polimero, con impiego sia di plastomeri (es. polipropilene atattico APP), sia di elastomeri (es. stirene butadiene stirene SBS);
- membrane a base plastomerica (es. polivinilcloruro PVC);

- membrane a base elastomerica (es. etilene propilene diene EPDM).

La classificazione (e la relativa designazione) sarà effettuata secondo la norma UNI 8818 con il criterio seguente: composizione della massa impermeabilizzante; tipologia del materiale di armatura; tipologia del materiale di finitura sulla faccia superiore e su quella inferiore. Valgono le norme:

UNI 8629/1 - Membrane per impermeabilizzazione delle coperture. Caratteristiche prestazionali e loro significatività.

UNI 8898/1 - Membrane polimeriche per opere di impermeabilizzazione. Terminologia, classificazione e significatività delle caratteristiche.

In base all'impiego le membrane saranno individuate con simboli letterari da "A" ad "E" secondo la norma UNI 8629/1 superiormente riportata. Le prove e le determinazioni per l'accettazione delle membrane saranno effettuate secondo le norme UNI 8202, da 8202/02 a 8202/35.

Supporto in veli di fibre di vetro

Sarà costituito da veli, preferibilmente armati con fili di vetro. Il collante (resina o altro), non dovrà presentare alcuna dispersione nel bitume e dovrà essere insensibile ai solventi (solfuro di carbonio).

I veli avranno massa areica non inferiore a 40 g/m², fibre con diametro nominale di 10 ÷ 18 micron, carico di rottura a trazione non inferiore a 10N/cm. I supporti dovranno comunque rispettare la normativa UNI 6825 (prescrizioni e metodi di prova) nonché per le definizioni, le tolleranze e le determinazioni le UNI 5958, 6266, 6484, 6537, 6539 e 6540.

Membrane a base di carte feltro e vetro veli bitumati

Designate in codice con lettere alfabetiche, le prime da "A" a "C", le seconde da "D" ad "H" secondo composizione e finitura, saranno conformi per caratteristiche dimensionali, resistenza meccanica e resistenza termica alle prescrizioni della norma UNI 9168.

Membrane a base di bitume ossidato fillerizzato

Nelle varie formulazioni, dovranno rispondere ai limiti di accettazione riportati al punto 4 delle norme UNI 8629-7 e 8629-8.

Membrane a base di bitume-polimero plastomerico

Nelle varie formulazioni, dovranno rispondere ai limiti di accettazione riportati al punto 4 delle norme UNI 8629-2 e 8629-5.

Membrane a base di bitume-polimero elastomerico

Nelle varie formulazioni, dovranno rispondere ai limiti di accettazione riportati al punto 4 della norma UNI 8629.3.

Membrane a base plastomerica in polivinilcloruro

Nelle varie formulazioni, dovranno rispondere ai limiti di accettazione riportati al punto 4 della norma UNI 8629-6.

Membrane a base elastomerica

Per i tipi etilene-propilene-diene e isoprene-isobutilene, dovranno rispondere ai limiti di accettazione riportati al punto 4 della seguente norma:

UNI 8629/4 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione per i tipi EPDM e IIR per elementi di tenuta.

Art.9 Materiali per opere di sistemazione a verde

Terra

La materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali, dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scortico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di m. 0,80. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente, esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

Concimi

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

Materiale vivaistico

Il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, sia di proprietà dell'Impresa, sia da altri vivaisti, purché l'impresa stessa dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla Direzione Lavori, previa visita ai vivai di provenienza. Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.

Semi

Per il seme l'impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo di essa. Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente le quantità di semi da impiegare per unità di superficie.

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

Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme citate in premessa nel presente articolo.

Zolle

Queste dovranno provenire dallo scoticamento di vecchio prato polifita stabile asciutto, con assoluta esclusione del prato irriguo e del prato marcitoio. Prima del trasporto a piè d'opera delle zolle, l'impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori i luoghi di provenienza delle zolle stesse e ottenere il preventivo benestare all'impiego. La composizione floristica della zolla dovrà risultare da un insieme giustamente equilibrato di specie leguminose e graminacee; sarà tollerata la presenza di specie non foraggere ed in particolare della *Achillea millefolium*, della *Plantago sp.pl.*, della *Salvia pratensis*, della *Bellis perennis*, del *Ranunculus sp.pl.*, mentre dovranno in ogni caso essere escluse le zolle con la presenza di erbe particolarmente infestanti fra cui *Rumex sp.pl.*, *Artemisia sp.pl.*, *Catex sp.pl.* e tutte le Umbrellifere.

La zolla dovrà presentarsi completamente rivestita dalla popolazione vegetale non dovrà presentare soluzioni di continuità. Lo spessore della stessa dovrà essere tale da poter raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale e comunque non inferiore a cm 8; a tal fine non saranno ammesse zolle ricavate da prati cresciuti su terreni sabbiosi o comunque sciolti, ma dovranno derivare da prati coltivati su terreno di medio impasto o di impasto pesante, con esclusione, dei terreni argillosi.

Paletti di castagno per ancoraggio vimate

Dovranno provenire da ceduo castanile e dovranno presentarsi ben diritti, senza nodi, difetti da gelo, cipollature o spaccature. Avranno il diametro minimo in punta di cm 6.

Verghe di salice

Le verghe di salice da impiegarsi nell'intreccio delle viminate dovranno risultare di taglio fresco, in modo che sia garantito il ricaccio di polloni e dovranno essere della specie *Salix viminalis* o *Salix purpurea*. Esse avranno la lunghezza massima possibile con diametro massimo di cm. 2,5.

Talee di salice:

Le talee di salice, da infiggere nel terreno per la formazione dello scheletro delle graticciate, dovranno parimenti risultare allo stato verde e di taglio fresco, tale da garantire il ripollonamento, con diametro minimo di cm 2.

Esse dovranno essere della specie *Salix purpurea*, e *Salix viminalis* oppure delle specie e degli ibridi spontanei della zona, fra cui *Salix daphnoides*, *Salix incana*, *Salix pentandra*, *Salix fragilis*, *Salix alba*, ecc. e potranno essere anche di *Populus alba* o *Alnus glutinosa*.

Art.10 Geotessile e prodotti affini

Le norme di prodotto, già armonizzate ai fini della direttiva prodotti da costruzione 89/106/CE, riguardano i requisiti per geotessili e prodotti affini in funzione della specifica destinazione d'uso (filtrazione, separazione, rinforzo o drenaggio in strade ed aree soggette a traffico, costruzioni di terra, fondazioni, strutture di sostegno, opere di controllo dell'erosione, canali, discariche per rifiuti solidi o rifiuti liquidi, ferrovie, sistemi drenanti, bacini e dighe, gallerie e strutture in sotterraneo). Le norme sono citate ufficialmente come norme armonizzate nel DPR 7 aprile 2004. Per ciascuna destinazione d'impiego, a seconda della funzione del geotessile o prodotto affine, le norme armonizzate fanno riferimento a specifici metodi di prova:

UNI EN ISO 9864	Geotessili e prodotti affini - Determinazione della massa areica.
UNI EN ISO 9863-1	Geotessili e prodotti affini - Determinazione dello spessore a pressioni stabilite - Strati singoli.
UNI EN ISO 13433	Geosintetici - Prova di punzonamento dinamico (prova di caduta del cono)
UNI EN ISO 12236	Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento statico (metodo CBR)
UNI EN ISO 10319	Geotessili - Prova di trazione a banda larga.
UNI EN ISO 11058	Geotessili e prodotti affini - Determinazione delle caratteristiche di permeabilità all'acqua perpendicolare al piano, senza carico
UNI EN ISO 12958	Geotessili e prodotti affini - Determinazione della capacità drenante nel piano
UNI EN ISO 12956	Geotessili e prodotti affini - Determinazione della dimensione di apertura (opening size) caratteristica
UNI EN ISO 10321	Geotessili - Prova di trazione a banda larga per giunzioni e cuciture.
UNI EN ISO 13427	Geotessili e prodotti affini - Simulazione del danneggiamento dovuto ad abrasione (prova del blocco scorrevole in moto alternato)
UNI EN ISO 13431	Geotessili e prodotti affini - Determinazione delle proprietà di viscosità a trazione (tensile creep) e comportamento a rottura (creep rupture)
UNI EN ISO 10320	Geotessili e prodotti affini - Identificazione in sito
UNI EN ISO 13437	Geotessili e prodotti affini - Metodo per la messa in opera ed il prelievo dei campioni nel terreno e per l'esecuzione delle prove di laboratorio sui provini
UNI EN 13719	Geotessili e prodotti affini - Determinazione dell'efficacia della protezione a lungo termine di geotessili in contatto con geosintetici con funzione barriera
UNI EN 12224	Geotessili e prodotti affini - Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici

UNI EN 12477	Geotessili e prodotti affini - Metodo di prova selettivo per la determinazione della resistenza all'idrolisi in acqua
UNI EN 12225	Geotessili e prodotti affini - Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interramento
UNI EN 13249	Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico (escluse ferrovie e l'inclusione in conglomerati bituminosi)
UNI EN 13251	Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nelle costruzioni di terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno
UNI EN 13252	Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nei sistemi drenanti
UNI EN 15381	Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nelle pavimentazioni e nelle coperture di asfalto

Geotessile

Il telo geotessile sarà costituito da polipropilene o poliestere senza l'impiego di collanti e potrà essere realizzato con le seguenti caratteristiche costruttive:

- 1) con fibre a filo continuo mediante agugliatura meccanica;
- 2) con fibre intrecciate con il sistema della tessitura industriale a " trama ed ordito";
- 3) con fibre di adeguata lunghezza intrecciate mediante agugliatura meccanica.

Il prodotto dovrà essere certificato UNI EN ISO 9001, fornito con la marchiatura dei rotoli secondo UNI EN ISO 10320 ed essere provvisto del marchio di conformità europeo CE.

Geogriglie

La griglia sarà realizzata con fibre di poliestere ad elevato modulo, inattaccabile dagli agenti atmosferici, indeformabile, inalterabile, trattata con additivi anti raggi ultravioletti.

Il prodotto dovrà essere certificato UNI EN ISO 9001, fornito con la marchiatura dei rotoli secondo UNI EN ISO 10320 ed essere provvisto del marchio di conformità europeo CE.

Biotessile

La rete sarà costituita da fibre biodegradabili naturali ottenute per macerazione, cardatura, filatura e tessitura, con capacità di assorbimento dell'acqua, durata e resistenza a trazione

Il prodotto dovrà essere certificato UNI EN ISO 9001, fornito con la marchiatura dei rotoli secondo UNI EN ISO 10320 ed essere provvisto del marchio di conformità europeo CE.

Rete metallica a doppia torsione/geostuoia 3D vegetata

Geocomposito costituito da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale e da una geostuoia tridimensionale polimerica compenetrata e rese solidali durante il processo di produzione.

La geostuoia avrà una massa areica minima di 600 g/mq e sarà costituita da due strutture, realizzate in filamenti di polipropilene termosaldati tra loro nei punti di contatto e stabilizzati per resistere ai raggi UV, anch'esse termosaldate nei punti di contatto: quella superiore a maglia tridimensionale con un indice alveolare >90% mentre quella inferiore sarà a maglia piatta.

La rete metallica a doppia torsione avrà una maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 550 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 2,70 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco – Alluminio (5%) - Cerio - Lantanio conforme alla EN 10244 - Classe A e ASTM 856-98 con un quantitativo non inferiore a 245 g/mq.

L'adesione della galvanizzazione al filo dovrà essere tale da garantire che avvolgendo il filo attorno ad un mandrino avente diametro 4 volte maggiore, il rivestimento non si crepa e non si sfalda sfregandolo con le dita.

La galvanizzazione inoltre dovrà superare un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa (SO₂) secondo la normativa DIN 50010 (KESTERNICH TEST) per un minimo di 28 cicli.

Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale non inferiore a 0,5 mm, portando il diametro esterno ad almeno 3,70mm. Lo spessore nominale del geocomposito sarà di 12 mm.

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. il relativo certificato di origine rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, e le quantità fornite. Tale Ditta produttrice dovrà inoltre essere in certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9001; in assenza di ciò, la D.L. darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate.

Il geocomposito sarà posata dopo che sarà stato regolarizzato il piano di posa in modo da eliminare solchi e materiale sciolto in precario equilibrio. I teli saranno stesi srotolandoli dall'alto verso il basso lungo le linee di massima pendenza, il fissaggio alla scarpata avverrà mediante ancoraggi costituiti da spezzoni di acciaio, Ø = 12 mm, di lunghezza 50-70 cm secondo la consistenza e profondità del substrato, impiegati con densità di 0,5 picchetti al metro quadrato infissi nel terreno. Alla sommità della scarpata la rete dovrà essere saldamente ancorata per tutta la sua ampiezza, risvoltando le estremità dei rotoli di rete. Compresa fornitura e posa in opera, esclusa idrosemina

Art.11 Prodotti verniciati, pitture, vernici e smalti

Tutti i prodotti in argomento dovranno essere forniti in cantiere in recipienti originali sigillati, di marca qualificata, recanti il nome della Ditta produttrice, il tipo e la qualità del prodotto, le modalità di conservazione e di uso, e l'eventuale data di scadenza. I recipienti, da aprire solo al momento dell'impiego in presenza di un assistente della Direzione, non dovranno presentare materiali con pigmenti irreversibilmente sedimentati, galleggianti non disperdibili, peli, addensamenti, gelatinizzazioni o degradazioni di qualunque genere.

Salvo diversa prescrizione, tutti i prodotti dovranno risultare pronti all'uso, non essendo consentita alcuna diluizione con solventi o diluenti, tranne che nei casi previsti dalle Ditte produttrici e con i prodotti e nei rapporti dalle stesse indicati. Risulta di conseguenza assolutamente vietato preparare pitture e vernici in cantiere, salvo le deroghe di cui alle norme di esecuzione.

In ogni caso saranno presi in considerazione solo prodotti di ottima qualità, di idonee e costanti caratteristiche per i quali potrà peraltro venire richiesto che siano corredati del "Marchio di Qualità Controllata" rilasciato dall'Istituto Italiano del Colore (I.I.C.).

Prodotti per tinteggiature - idropitture

Caratterizzate dal fatto di avere l'acqua come elemento solvente e/o diluente.

Latte di calce

Sarà preparato con perfetta diluizione in acqua di grassello di calce grassa con non meno di sei mesi di stagionatura; la calce dovrà essere perfettamente spenta. Non sarà ammesso l'impiego di calce idrata.

Idropitture a base di cemento

Saranno preparate a base di cemento bianco, con l'incorporamento di pigmenti bianchi o colorati in misura non superiore al 10%. La preparazione della miscela dovrà essere effettuata secondo le prescrizioni della Ditta produttrice e sempre nei quantitativi utilizzabili entro 30 minuti dalla preparazione stessa.

Idropitture a base di silicati

Dette anche "pitture minerali", saranno ottenute sospendendo in una soluzione di vetro solubile (legante di silicato di potassio) polveri di caolino, talco e pigmenti vari. Verranno fornite in prodotto confezionato e saranno accompagnate da documento di qualificazione.

Idropitture a base di resine sintetiche

Ottenute con l'uso di veicoli leganti quali l'acetato di polivinile e la resina acrilica (emulsioni, dispersioni, copolimeri), saranno distinte in base all'impiego come di seguito:

- a) - *Idropittura per interno*: l'idropittura non dovrà presentare distacchi o rammollimenti, né alterazioni di colore
- b) - *Idropittura per esterno*: In aggiunta alle caratteristiche riportate alla lett. a), dovrà risultare particolarmente resistente agli alcali ed alle muffe, all'acqua ed agli agenti atmosferici e dovrà presentare facilità d'impiego e limitata sedimentazione.

Pitture

Ai fini della presente normativa verranno definiti come tali tutti i prodotti verniciati non classificabili tra le idropitture di cui al precedente punto né tra le vernici trasparenti e gli smalti.

Di norma saranno costituite da un *legante*, da un *solvente* (ed eventuale diluente per regolarne la consistenza) e da un *pigmento* (corpo opacizzante e colorante)

Pitture a olio

Pitture essiccanti per ossidazione, nelle quali cioè la polimerizzazione avviene per forte assorbimento di ossigeno atmosferico con l'aggiunta di opportuni siccativi innestati in dosi adeguate.

Pitture oleosintetiche

Composte da olio e resine sintetiche (alchidiche, gliceroftaliche), con appropriate proporzioni di pigmenti, veicoli e sostanze coloranti.

Le pitture saranno fornite con vasta gamma di colori in confezioni sigillate di marca qualificata.

Pitture antiruggine e anticorrosive

Saranno rapportate al tipo di materiale da proteggere, al grado di protezione, alle modalità d'impiego, al tipo di finitura nonché alle condizioni ambientali nelle quali dovranno esplicare la loro azione protettiva. Si richiamano le norme:

- UNI 9863** - Prodotti vernicianti. Pitture antiruggine su supporto di acciaio per ambiente urbano o rurale con essiccamento e/o reticolazione a temperatura ambiente. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.
- UNI 9864** - Idem per ambiente marino od industriale. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.
- UNI 9865** - Idem per ambiente misto.
- UNI 9866** - Prodotti vernicianti. Pitture di fondo. Zincati organici ad alto contenuto di zinco metallico. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.
- UNI 9867** - Idem per zincati inorganici.
- UNI 9868** - Prodotti vernicianti. Pitture di finitura su supporto di acciaio per ogni tipo di ambiente con essiccamento e/o reticolazione a temperatura ambiente. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.

Vernici

Saranno perfettamente trasparenti e derivate da resine o gomme naturali di piante esotiche (flating grasse e fini) o da resine sintetiche, escludendosi in ogni caso l'impiego di gomme prodotte da distillazione. Dovranno formare una pellicola dura ed elastica, di brillantezza cristallina e resistere all'azione degli olii lubrificanti e della benzina. Le vernici sintetiche

e quelle speciali (acriliche, cloroviniliche, epossidiche, catalizzate poliesteri, poliuretaniche, al clorocaucciù, ecc.) saranno approvvigionate nelle loro confezioni sigillate e corrisponderanno perfettamente alle caratteristiche d'impiego e di qualità richieste. Caratteristiche comuni saranno comunque l'ottima adesività, l'uniforme applicabilità, l'assoluta assenza di grumi, la rapidità d'essiccazione, la resistenza all'abrasione ed alle macchie nonché l'inalterabilità all'acqua ed agli agenti atmosferici in generale.

Smalti

Nel tipo grasso avranno come leganti le resine naturali e come pigmenti diossido di titanio, cariche inerti ed ossido di zinco. Nel tipo sintetico avranno come componenti principali le resine sintetiche (nelle loro svariate formulazioni: alchidiche, maleiche, fenoliche, epossidiche, poliesteri, poliuretaniche, siliconiche, ecc.) ed il bianco titanio rutilo e, come componenti secondari pigmenti aggiuntivi (cariche) ed additivi vari (dilatanti, antipelle, anti-impolmonimento, anticoloranti, ecc.).

Gli smalti sintetici, prodotti di norma nei tipi *per interno* e *per esterno*.

Gli smalti presenteranno altresì ottimo potere coprente, perfetto stendimento, brillantezza adeguata, nonché resistenza agli urti, alle macchie, all'azione dell'acqua, della luce, degli agenti atmosferici e decoloranti in genere.

Anche gli smalti, come le vernici, saranno approvvigionati in confezioni sigillate, con colori di vasta campionatura. Per i metodi di prova si rimanda alle precedenti elencazioni.

Art.12 Segnaletica stradale

SEGNALETICA VERTICALE

Cartelli

Tutti i segnali dovranno essere rigorosamente conformi ai tipi, alle dimensioni nonché alle misure prescritte dal Regolamento di Esecuzione del nuovo Codice della Strada (approvato con D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495, e successive modifiche e integrazioni)ⁱⁱ.

I segnali saranno costruiti in ogni loro parte in lamiera di acciaio di spessore non inferiore a 10/10 di mm ovvero in lamiera di alluminio semicrudo puro di spessore non inferiore a 25/10 o 30/10 di mm, secondo prescrizione e saranno rinforzati sul perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola; sul retro saranno dotati di attacchi speciali per l'ancoraggio dei sostegni.

I segnali, sia di acciaio che di alluminio, dovranno essere idoneamente trattati contro la corrosione e verniciati; in particolare il retro e la scatola dei cartelli saranno rifiniti in colore grigio neutro opaco.

I segnali dovranno riportare, sul retro, il nome del fabbricante, quello dell'Ente proprietario della strada e l'anno di fabbricazione. Il complesso di tali iscrizioni non dovrà occupare una superficie maggiore di 200 cm², secondo quanto disposto dall'art. 77 del Regolamento. Per i segnali di precrizione, ad accettazione di quelli utilizzati nei cantieri stradali, dovranno inoltre essere riportati gli estremi dell'ordinanza di prescrizione.

Qualora infine i segnali siano costituiti da due o più pannelli contigui questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari, in metallo resistente alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloni zincati. La lamiera di ferro dovrà essere prima decapata e quindi fosfatizzata mediante procedimento di bonderizzazione per ottenere sulle superfici della lamiera uno strato di cristalli salini protettivi e ancoranti per la successiva verniciatura.

ⁱⁱ V. il D.P.R. 26 aprile 1993, n. 147, il D. Lgs. 10 settembre 1993, n. 360, la Legge 29 ottobre 1993, n. 427, la Legge 4 gennaio 1994, n. 19, il D.L. 17 maggio 1996, n. 270; il D.P.R. 16 settembre 1996, n. 610; il D.L. 4 ottobre 1996, n. 517 (conv. in Legge n. 611/96); il D. Lgs. 15 gennaio 2002, n. 9, ecc.

I sostegni saranno in ferro del tipo tubolare o ad arco nelle misure idonee al segnale; potranno essere forniti o messi in opera, a richiesta della D.L., sia sostegni trattati previa fosfatizzazione del grezzo con una mano di antiruggine e due mani di vernice a smalto colore grigio, sia sostegni trattati con idonea zincatura a caldo.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare, per la relativa accettazione preliminare, i campioni rappresentativi della fornitura ed inoltre, a garanzia della conformità dei campioni stessi alle norme prescritte, dichiarazioni impegnative e certificati ufficiali di analisi da cui risultino:

- le caratteristiche tecniche dei prodotti impiegati nella fornitura;
- i tipi e i cicli di lavorazione eseguiti presso il fabbricante con l'indicazione delle attrezzature impiegate;
- le prove tecnologiche e le analisi fotometriche effettuate.

La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di prelevare in qualsiasi momento, senza preavviso, campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli agli accertamenti che riterrà opportuno eseguire presso riconosciuti Istituti specializzati. Il tutto a carico dell'Appaltatore che sarà pertanto tenuto, ove non fosse il diretto produttore, a comunicare tempestivamente il nome del fabbricante.

Pellicole retroriflettenti

Le pellicole retroriflettenti, da impiegare nella realizzazione della segnaletica stradale, dovranno essere flessibili, piane e lisce, resistenti alla trazione ed all'abrasione nonché ai solventi, ai carburanti e lubrificanti, agli agenti atmosferici, alle atmosfere aggressive ed ai raggi ultravioletti. Le superfici inoltre dovranno essere stampabili con apposite paste serigrafiche trasparenti (e coprenti) e lavabili con detersivi anche forti senza subire decolorazione alcuna, o fessurazione o corrugamento. Per le proprietà di riflessione dovranno infine essere conformi alle prescrizioni di cui al D.M. 31 marzo 1995 che approva il *"Disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali"*ⁱⁱⁱ.

In termini qualitativi le pellicole retroriflettenti saranno ritenute accettabili se avranno superato positivamente le prove di *adesività*, di *flessibilità*, di *resistenza all'invecchiamento accelerato*, alla *nebbia salina*, all'*impatto*, al *calore*, ecc. di cui al Cap. 4 dell'Allegato al decreto.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere sottili, a superficie perfettamente liscia e dovranno recare sul retro un adesivo non asportabile. L'adesivo potrà essere del tipo a caldo (pellicole di tipo A, termoadesive) o del tipo a freddo (pellicole di tipo B, autoadesive); in entrambi i casi, ad applicazione avvenuta, lo stesso adesivo dovrà presentare alta resistenza alla trazione (superiore alla resistenza della pellicola), nonché all'acqua, alle muffe, alle soluzioni saline, a quelle detergenti ed agli agenti atmosferici in generale.

Inoltre nel certificato di conformità dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti sia effettivamente integrato con la struttura interna, inasportabile e perfettamente visibile dopo la prova di invecchiamento accelerato.

Sui triangoli e sui dischi della segnaletica di pericolo e di prescrizione, la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento continuo di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore, o per esso la Ditta fornitrice, dovrà presentare apposita certificazione, rilasciata da laboratori od istituti riconosciuti, dalla quale risultino superate favorevolmente le prove in precedenza specificate, o altre eventualmente richieste, e risultino altresì comprovati i valori del coefficiente specifico di intensità luminosa di cui ai punti che seguono.

Pellicole a normale risposta luminosa (classe 1)

ⁱⁱⁱ Integrato e modificato con D.M. 11 luglio 2000 (G.U. n. 234/2000).

Dovranno presentare, per l'accettazione, valori minimi del coefficiente di intensità luminosa retroriflessa (espresso in candele per lux di luce bianca incidente – sistema CIE illuminante A, temperatura di colore T_c 2856 K) per ogni metro quadro di pellicola.

Pellicole ad alta risposta luminosa (classe 2)

Dovranno presentare, per l'accettazione, valori minimi del coefficiente di intensità luminosa retroriflessa (espresso come al punto precedente) per ogni metro quadro di pellicola riflettente ad elevato coefficiente specifico di intensità luminosa.

SEGNALETICA ORIZZONTALE

Materiale elasto-plastico

Il materiale in laminato elasto-plastico per segnaletica stradale orizzontale, che sarà fornito in rotoli di diverse altezze, nei colori bianco, o giallo, nonché in lettere per diciture a terra e frecce nelle varie misure, dovrà essere elastico, resistente agli urti all'azione del freddo e del caldo, alle dilatazioni e ai movimenti del fondo stradale e plastico perché automodellante alla conformazione del fondo, non si dovrà spaccare né crepare in superficie per rigidità o scarsa adesione; deve essere idoneo alla sua applicazione sulla pavimentazione stradale con collante a due componenti, il fissa polvere e l'avvitatore.

I laminati stessi dovranno possedere i sotto elencati requisiti:

- spessore dei segnali posti in opera compresi tra 1,5 e mm 3;
- rifrangenza e visibilità diurna, entro i limiti di seguito indicati;
- indeformabilità agli agenti atmosferici comprese le variazioni termiche;
- non infiammabilità;
- perfetta adesione al suolo;
- antiscivolosità sia nei riguardi dei pedoni che dei veicoli di qualsiasi tipo e in qualsiasi condizione di tempo;
- rifiuto dello sporco che, pertanto, dovrà eliminarsi automaticamente in occasione della pioggia;
- assenza di riflessi speculari.

Per garantire una buona stabilità del colore ed un ancoraggio ottimale delle particelle antisdrucchiolo e delle microsferi, il prodotto dovrà essere trattato in superficie con speciali resine.

Vernice spartitraffico rifrangente

Le vernici rifrangenti per segnaletica orizzontale dovranno essere del tipo con perline di vetro premiscelate ed avere pigmento costitutivo di biossido di titanio per il colore bianco e giallo cromo per quello giallo. Le perline di vetro contenute nella vernice dovranno essere incolore e dovranno avere un diametro compreso tra 66 ÷ 200 micron; la quantità in massa dovrà essere non inferiore al 33%.

Le vernici rifrangenti dovranno possedere le proprietà adesive nei riguardi di tutti i tipi di pavimentazione; dovranno altresì possedere ottima resistenza all'usura del traffico, alle soluzioni saline ed agenti atmosferici in generale. In particolare le proprietà rifrangenti non dovranno subire decadimenti fino al completo consumo.

Le qualità delle vernici dovranno comunque essere comprovate con referenze e certificazioni di laboratorio.

Si richiama la norma **UNI EN 1436** - Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada.

Caratteristiche generali

La vernice deve essere del tipo rifrangente premiscelata e cioè contenere sfere di vetro mescolate durante il processo di fabbricazione, così che, dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro, dovuta all'usura dello strato superficiale di vernice stesa sulla pavimentazione stradale, la striscia orizzontale dello spartitraffico svolga effettivamente efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli sotto l'azione della luce dei fari.

Deve essere già pronta per l'uso ad eccezione di minima diluizione col solvente indicato dalla Ditta, di consistenza adatta per lo spruzzo ed idonea come guida rifrangente di traffico su pavimentazioni stradali.

L'Impresa rimetterà descrizione impegnativa delle caratteristiche della vernice rifrangente.

Condizioni di stabilità

Per la vernice rifrangente il pigmento colorante sarà costituito da biossido di titanio. Il veicolo, o liquido portante, deve essere del tipo oleo resinoso con parte resinosa sintetica con rapporto olio resina di 1 e 4. Il fornitore dovrà indicare i solventi contenuti nella vernice. La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi.

La vernice non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, applicata su pavimentazioni bituminose, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose. Il potere corrente della vernice dovrà essere compreso tra 1,2 e 1,5 mq./Kg. (Federal Test Method Standards n.141 method 4121: applicando uno spessore di film umido di 300 micron su un supporto a bande bianche e nere, il rapporto di contrasto non deve risultare inferiore a 0,98). Il peso specifico della vernice non dovrà essere inferiore a Kg. 1,50 per litro a 25°C. (ASTM-D 1475).

Caratteristiche delle sfere di vetro

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria di diametro maggiore del raggio delle sfere stesse, di forma sferica, e non saldate insieme per almeno il 90% del peso totale.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore al 1,50 usando per la determinazione il metodo dell'immersione con luce al tungsteno. Le sfere di vetro dovranno resistere all'acqua, agli acidi ed al cloruro di calcio in soluzione.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni Kg. di vernice premiscelata dovrà essere compresa fra il 30 e il 35%.

Le sfere di vetro (premiscelate) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche di granulometria:

Setaccio A.S.T.M.	% in peso
Perline passanti per il setaccio n. 70	100%
Perline passanti per il setaccio n. 140	15-55%
Perline passanti per il setaccio n. 230	0-10%

Idoneità di applicazione

La vernice dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente, piena ed uniforme, della larghezza richiesta. Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 5% in peso (6% in peso nel periodo invernale data la notevole viscosità della vernice alle basse temperature) e comunque la percentuale indicata dalla ditta fornitrice di cui all'art. 6.

Tempo di essiccamento

La vernice, quando applicata a mezzo delle normali macchine, spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, nella quantità di Kg. 0,100 per ml. di striscia larga cm 12 o Kg 0,125 per ml di striscia larga cm 15 ed alla temperatura dell'aria compresa tra 15°C. e 40°C. e umidità relativa non superiore al 70%, dovrà asciugarsi sufficientemente entro 60 minuti dall'applicazione, trascorso tale periodo di tempo la vernice non dovrà staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Viscosità

La vernice, nello stato in cui viene consegnata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con le macchine traccialinee; tale consistenza, misurata allo Stormer Viscosimeter a 25°C., espressa in unità Krebs sarà compresa fra 70 e 90 (ASTM-D 562).

Colore

La vernice dovrà essere conforme al bianco richiesto. La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore. La vernice non dovrà contenere alcun elemento colorante organico e non dovrà scolorire al sole. Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75%, accertato mediante opportuna attrezzatura. Il colore dovrà conservarsi nel tempo, dopo l'applicazione e l'accertamento di tale conservazione, che potrà essere richiesto dalla Stazione appaltante nel tempo di validità del contratto e dovrà determinarsi con opportuno metodo di Laboratorio.

Residuo non volatile totale

Il residuo non volatile sarà compreso fra il 65% ed il 75% in peso.

Contenuto del pigmento

Il contenuto in biossido di titanio non dovrà essere inferiore al 12% in peso.

Resistenza ai lubrificanti e carburanti

La pittura dovrà resistere all'azione di lubrificanti e carburanti di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione.

Prove di rugosità su strada

Le prove di rugosità dovranno essere eseguite su stese nuove, in un periodo tra il 10° e il 30° giorno dell'inizio del traffico sulla strada interessata.

Le misure saranno effettuate con apparecchio SKID tester ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previsto dal R.R.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 60% di quello che presenta la pavimentazione non verniciata nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pittura; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 35 (trentacinque).

Certificato di origine della vernice e tolleranze ammesse

L'impiego di vernice effettuato, a fronte del presente Capitolato, dovrà essere accompagnato da una dichiarazione delle seguenti caratteristiche rilasciata dal produttore:

- a) peso per litro a 25°C.
- b) tempo di essiccazione.
- c) viscosità.
- d) percentuale di pigmento.
- e) percentuale di non volatile.
- f) peso del biossido di titanio per litro di vernice bianca.
- g) percentuale in peso delle sfere di vetro, gradazione e percentuale di sfere rotonde.
- h) tipo, quantità di solvente da usarsi per diluire nell'impiego della vernice, e ogni altro requisito tecnico descritto nei precedenti articoli.

Per le varie caratteristiche sono ammesse le seguenti tolleranze massime, superate le quali, la vernice verrà rifiutata:

- a) peso per litro: kg. 0.03 in più od in meno di quanto indicati nell'art. 6, paragrafo b) ultimo capoverso;
- b) viscosità: intervallo di 5 unità krebs rispetto al valore dichiarato dal venditore nella dichiarazione delle caratteristiche, il quale valore dovrà essere peraltro compreso entro i limiti indicati nell'art. 6, paragrafo f).

Nessuna tolleranza è invece ammessa per i requisiti prescritti per il tempo di essiccazione, la percentuale di sfere di vetro, il residuo volatile ed il contenuto di pigmento.

CAPO 2 NORME PER L'ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

2.1 LAVORI STRADALI, MOVIMENTI DI MATERIE

Art.13 Rilievi – Capisaldi - Tracciamenti

13.1 Rilievi

Prima di dare inizio a lavori che interessino in qualunque modo movimenti di materie, l'Appaltatore dovrà verificare la rispondenza dei piani quotati, dei profili e delle sezioni allegati al Contratto o successivamente consegnati, segnalando eventuali discordanze, per iscritto, nel termine di 30 giorni dalla consegna. In difetto, i dati plano-altimetrici riportati in detti allegati si intenderanno definitivamente accettati, a qualunque titolo.

Nel caso che gli allegati di cui sopra non risultassero completi di tutti gli elementi necessari, o nel caso che non risultassero inseriti in Contratto o successivamente consegnati, si applica quanto prima specificato nel presente Capitolato. In difetto, nessuna pretesa o giustificazione potrà essere accampata dall'Appaltatore per eventuali ritardi sul programma o sull'ultimazione dei lavori.

13.2 Capisaldi

Tutte le quote dovranno essere riferite a capisaldi di facile individuazione e di sicura inamovibilità.

Spetterà all'Appaltatore l'onere della conservazione degli stessi fino al collaudo.

Qualora i capisaldi non esistessero già in sito, l'Appaltatore dovrà realizzarli secondo quanto indicato dalla D.L. e disporli opportunamente. I capisaldi dovranno essere ben visibili ed identificabili.

L'impresa dovrà inoltre fornire alla D. L. un apposito libretto corredato di tutte le informazioni utili per l'identificazione (fotografie, coordinate, etc..).

13.3 Tracciamenti

Prima di dare inizio ai lavori, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire la picchettazione completa delle opere e a indicare con opportune modine i limiti degli scavi e dei riporti. Sarà tenuto altresì al tracciamento di tutte le opere, in base agli esecutivi di progetto, con l'obbligo di conservazione dei picchetti e delle modine.

2.2 SCAVI, DEMOLIZIONI E MOVIMENTI DI MATERIE

Art.14 Movimenti di Terra e Demolizioni

14.1 Generalità

14.1.1 Tecnica operativa – Responsabilità

Prima di iniziare i lavori in argomento l'Appaltatore dovrà accertare con ogni cura la natura, lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire, disfare o rimuovere, al fine di affrontare con tempestività e adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi. La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, le opere provvisorie, i mezzi d'opera, i macchinari e l'impiego del personale. Di conseguenza sia l'Amministrazione che il personale tutto di direzione e sorveglianza resteranno esclusi da ogni responsabilità connessa all'esecuzione dei lavori di che trattasi.

L'Impresa è tenuta a demolire murature e fabbricati ricadenti nelle aree d'impronta del solido stradale.

Nei tratti in trincea la demolizione delle opere murarie deve essere spinta fino ad un metro al di sotto del piano di posa della pavimentazione stradale, mentre nei tratti in rilevato fino a raso campagna o del profilo naturale del terreno.

In ogni caso, prima di procedere alla demolizione di fabbricati, l'Impresa è tenuta a darne tempestiva comunicazione alla Direzione Lavori.

14.1.2 Disposizioni antinfortunistiche

Dovranno essere osservate, in fase esecutiva, le norme riportate nel D. Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 e s.m.i..

14.1.3 Accorgimenti e protezioni

Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte tutte le eventuali erogazioni, nonché gli attacchi e gli sbocchi di qualunque genere; dovranno altresì essere vuotati tubi e serbatoi.

La zona dei lavori sarà opportunamente delimitata, i passaggi saranno ben individuati e idoneamente protetti; analoghe protezioni saranno adottate per tutte le zone (interne ed esterne al cantiere) che possano comunque essere interessate da caduta di materiali.

Le demolizioni avanzeranno tutte alla stessa quota, procedendo dall'alto verso il basso; particolare attenzione, inoltre, dovrà porsi ad evitare che si creino zone di instabilità strutturale, anche se localizzate. In questo caso, e specie nelle sospensioni di lavoro, si provvederà ad opportuno sbarramento.

Nella demolizione di murature è tassativamente vietato il lavoro degli operai sulle strutture da demolire; questi dovranno servirsi di appositi ponteggi, indipendenti da dette strutture. Salvo esplicita autorizzazione della Direzione (ferma restando nel caso la responsabilità dell'Appaltatore) sarà vietato altresì l'uso di esplosivi nonché ogni intervento basato su azioni di scalzamento al piede, ribaltamento per spinta o per trazione.

Per l'attacco con taglio ossidrico o elettrico di parti rivestite con pitture al piombo, saranno adottate opportune cautele contro i pericoli di avvelenamento da vapori di piombo a norma dell'art. 8 della Legge 19 luglio 1961, n. 706.

14.1.4 Limiti di demolizione

Le demolizioni, i disfacimenti, le rimozioni dovranno essere limitate alle parti e dimensioni prescritte. Ove per errore o per mancanza di cautele, puntellamenti, ecc., tali interventi venissero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al ripristino delle stesse, ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni.

14.1.5 Smaltimento

I materiali non utilizzabili provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, al più presto, essere trasportati a rifiuto presso discariche autorizzate o presso ditte autorizzate al conferimento di materiali di risulta che l'Impresa preventivamente deve provvedere a reperire a sua cura e spese, secondo le modalità imposte dalla tipologia del rifiuto e nel rispetto delle normative vigenti in materia.

Il raggruppamento del materiale prima della raccolta e trasporto a rifiuto dovrà essere realizzato secondo le modalità imposte dalla normativa vigente in materia.

14.1.6 Diritti dell'Amministrazione

Tutti i materiali provenienti dalle operazioni in argomento, ove non diversamente specificato, resteranno di proprietà dell'Amministrazione. Competerà però all'Appaltatore l'onere della selezione, pulizia, trasporto ed immagazzinamento nei depositi o accatastamento nelle aree che fisserà la Direzione, dei materiali utilizzabili ed il trasporto a rifiuto dei materiali di scarto.

L'Amministrazione potrà ordinare l'impiego dei materiali selezionati in tutto o in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Capitolato Generale, con i prezzi indicati in Elenco o da determinarsi all'occorrenza. Potrà altresì consentire che siano ceduti all'Appaltatore, applicandosi nel caso il disposto del 3° comma dello stesso art. 36.

14.2 Demolizioni e fresatura di pavimentazioni in conglomerato bituminoso

Nei casi di demolizioni parziali della pavimentazione si dovrà procedere al taglio dei bordi della zona da demolire allo scopo di non danneggiare le zone limitrofe.

Le demolizioni dovranno essere effettuate con la dovuta cautela, impedendo danneggiamenti della struttura del corpo stradale, senza compromettere la continuità del transito veicolare che deve essere costantemente garantito, salvo quanto diversamente disposto, in condizioni di sicurezza a cura e spese dell'Impresa.

La fresatura della sovrastruttura in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta su automezzi.

In via eccezionale, secondo la discrezione e il giudizio insindacabile della D.L., potrà essere autorizzato l'impiego di attrezzature alternative quali ripper, escavatori, demolitori ecc..

Le attrezzature dovranno essere tutte perfettamente funzionanti ed efficienti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni preventivamente approvate dalla D.L. che ha facoltà di richiederne la sostituzione, durante il corso dei lavori, qualora non più rispondenti alle caratteristiche approvate, anche quando la granulometria del materiale di risulta sia idonea per il reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie su cui si interviene, salvo il caso di demolizione integrale della sovrastruttura, dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti e priva di polveri o materiali lapidei sciolti, mediante spazzolatura ed aspirazione meccanica,

nonché priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'adesione delle nuove stese di materiale da porre in opera.

L'Impresa dovrà attenersi scrupolosamente agli spessori di demolizione stabiliti dalla D. L..

Qualora questi risultassero inadeguati e comunque differenti in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al D. L. che potrà autorizzare la modifica delle quote di fresatura, senza questo parere, le fresature verranno compensate con i centimetri di spessore indicati in progetto o negli ordinativi di lavoro; in ogni caso il rilievo dei nuovi spessori deve essere effettuato in contraddittorio.

Il rilievo dei nuovi spessori verrà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali e dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Le pareti dei tagli dovranno risultare perfettamente verticali, con andamento longitudinale rettilineo ed esente da sgretolature.

Prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, il piano fresato e le pareti dovranno risultare perfettamente puliti, asciutti, e uniformemente rivestiti da una mano d'attacco in legante bituminoso.

Art.15 Scavi in genere ed opere di contenimento

15.1 Generalità

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la configurazione del terreno di impianto, per il raggiungimento del terreno di posa delle fondazioni o delle tubazioni, nonché per la formazione di cunette, passaggi e rampe, cassonetti e simili, opere d'arte in genere, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che potrà dare la Direzione Lavori in sede esecutiva.

Le sezioni degli scavi e dei rilevati dovranno essere rese dall'Appaltatore ai giusti piani prescritti, con scarpate regolari e spianate, cigli ben tracciati e profilati, fossi esattamente sagomati. L'Appaltatore dovrà inoltre procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti (provvedendo, qualora necessario, alle opportune puntellature, sbadacchiature o armature) restando lo stesso, oltre che responsabile di eventuali danni a persone ed opere, anche obbligato alla rimozione delle materie franate.

Per l'effettuazione sia degli scavi che dei rilevati, l'Appaltatore sarà tenuto a curare, a proprie spese, l'estirpamento di piante, cespugli, arbusti e relative radici, e questo tanto sui terreni da scavare, quanto su quelli designati all'impianto dei rilevati; per gli scavi inoltre dovrà immediatamente provvedere ad aprire le cunette ed i fossi occorrenti e comunque evitare che le acque superficiali si riversino nei cavi.

L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con mezzi adeguati, meccanici e di mano d'opera, in modo da dare gli stessi possibilmente completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato; esso sarà comunque libero di adoperare tutti quei sistemi, materiali, mezzi d'opera ed impianti che riterrà di sua convenienza, purché dalla Direzione riconosciuti rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per il regolare andamento e la buona riuscita dei lavori.

In ogni caso dovrà tener conto delle indicazioni e prescrizioni dello studio geologico e geotecnico di cui al paragrafo 6 del D.M. 17 Febbraio 2018 e s.m.i. (Norme Tecniche per le costruzioni), delle prescrizioni di cui alla pianificazione di sicurezza e, per lo smaltimento, delle disposizioni legislative in vigore.

15.1.1 Trasporto e allontanamento materiali di scavo

Le materie provenienti dagli scavi che non fossero utilizzabili, o che a giudizio della Direzione non fossero ritenute idonee per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, alle pubbliche discariche o

su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, previa le dovute autorizzazioni, evitando in questo caso che le materie depositate possano arrecare danni ai lavori o alle proprietà, provocare frane o ancora ostacolare il libero deflusso delle acque.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempo differito per riempimenti o rinterri, esse saranno depositate nei pressi dei cavi, o nell'ambito del cantiere ed in ogni caso in luogo tale che non possano riuscire di danno o provocare intralci al traffico.

15.1.2 Determinazione sulle terre

Per le determinazioni relative alla natura delle terre, al loro grado di costipamento ed umidità, l'Appaltatore dovrà provvedere a tutte le prove richieste dalla Direzione Lavori presso i laboratori ufficiali (od altri riconosciuti) ed in sito. Le terre verranno classificate secondo la norma CNR UNI 10006/02 "Costruzione e Manutenzione delle Strade - Tecnica di impiego delle terre " o in alternativa, ove richiesto, secondo la UNI EN ISO 14688-1 (Indagini e prove geotecniche. Identificazione e classificazione dei terreni. Identificazione e descrizione) e classificate sulla base della parte 2a della stessa norma.

15.2 Smacchiamento

Nell'ambito dei movimenti di terra l'Impresa deve procedere, preliminarmente, al taglio degli alberi, degli arbusti e dei cespugli, nonché all'estirpazione delle ceppaie e delle radici.

I prodotti dello smacchiamento, salvo diversa indicazione specificamente prevista, sono lasciati a disposizione dell'Imprenditore che ha l'obbligo e la responsabilità del loro trasporto, a qualsiasi distanza, in siti appositamente attrezzati per l'incenerimento (osservando le prescritte misure di sicurezza) ovvero in discariche abilitate alla loro ricezione.

15.3 Scotico

Articoli di Elenco Prezzi correlati:

- **A.01.001** "Scavo di sbancamento in materie di qualsiasi natura"

Lo scotico consiste, negli scavi in trincea, nella rimozione ed asportazione del suolo, del terreno vegetale di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua, nella rimozione ed asportazione di erba, radici, cespugli, piante e alberi, da effettuarsi preventivamente a tutte le lavorazioni di scavo, avendo cura di rimuovere completamente tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito.

Il materiale vegetale scavato, se ritenuto idoneo dalla D.L., previo ordine di servizio, e nei quantitativi già stabiliti nel Progetto Esecutivo (Relazione del Piano di Gestione Materie), potrà essere accantonato per essere successivamente utilizzato per il rivestimento delle scarpate; altrimenti esso dovrà essere trasportato a discarica. Rimane comunque categoricamente vietata la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati.

Lo scotico, laddove realizzato propedeuticamente alla preparazione del piano di posa di rilevati prevede, oltre alle operazioni sopra descritte, il costipamento del fondo scavo ed il riempimento con materiali idonei. Tali operazioni vengono dettagliatamente descritte al successivo paragrafo A.02 "Rilevati".

La larghezza dello scotico ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni previste nel Progetto Esecutivo, o impartite dalla D.L., in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scotico è stabilito fino alla profondità di cm 20 al di sotto del piano campagna.

15.4 Scavi di sbancamento

Articoli di Elenco Prezzi correlati:

- **A.01.001** "Scavo di sbancamento in materia di qualsiasi natura"
- **A.01.003.a** "Scavo di sbancamento in roccia dura da mina - di cubatura superiore a mc 1.00"
- **A.01.003.b** "Scavo di sbancamento in roccia dura da mina - con microcariche"
- **A.01.003.c** "Scavo di sbancamento in roccia dura da mina - con demolizione meccanica (martellone)"
- **A.01.003.d** "Scavo di sbancamento in roccia dura da mina - senza mine con disgreganti"
- **A.01.004** "Scavo a sezione ristretta per trincee, bonifiche, drenaggi e sondaggi"
- **A.01.006** "Scavo continuo a campione a cielo aperto"
- **A.01.007** "Sovraprezzo scavo continuo a campione a cielo aperto"
- **A.01.010** "Sovraprezzo per trasporto a discarica e/o da cava di prestito oltre 5 km"
- **A.02.002.a** "Compattazione del piano di posa nei tratti in trincea - su terreni appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3"
- **A.02.002.b** "Compattazione del piano di posa nei tratti in trincea - su terreni appartenenti ai gruppi A4, A2-6, A2-7, A5"

15.4.1 Descrizione

Riguardano gli scavi inerenti il corpo stradale e comprendono 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;
- taglio delle scarpate di trincee o rilevati;
- formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali.

15.4.2 Modalità esecutive

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici e, ove previsto, con l'impiego di esplosivi o, laddove previsto in progetto al fine di contenere il disturbo da vibrazioni, di materiali espansivi.

Nell'esecuzione dei lavori di scavo l'Impresa dovrà scrupolosamente rispettare le prescrizioni di seguito elencate, assumendosene l'onere:

- Profilare le scarpate, rifinire il fondo e le pareti degli scavi secondo le indicazioni ed i disegni di Progetto Esecutivo. Qualora il fondo degli scavi risultasse smosso, l'Impresa provvederà a compattarlo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (Prova di compattazione AASHO modificata) (UNI EN 13286).
- 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.
- Recintare e apporre sistemi di segnaletica, diurna e notturna, intorno alle aree di scavo.
- Provvedere, a proprie cure, con qualsiasi sistema (paratie, palancole, sbatacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti degli scavi, in accordo con 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, ecc.) ad evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrati 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 d'inosservanza a tale norma 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;
- la fornitura di 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;
- il 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;
- il monitoraggio vibrazionale ed acustico, finalizzato a non recare disturbo alle aree circostanti, secondo norma DIN 4150-3, effettuato a cura ed oneri dell'impresa.

I materiali provenienti dagli scavi, in relazione alle loro caratteristiche geotecniche, dovranno essere preferibilmente reimpiegati nella formazione dei rilevati o di altre opere in terra nell'ambito del medesimo cantiere. L'aliquota di riutilizzo, per ciascun tratto in scavo individuato e per ogni formazione geologica interessata, verrà puntualmente definita in sede di Progetto Esecutivo (Relazione del Piano di Gestione Materie), accertata e verificata nel corso dei lavori, sulla base dell'esito di prove di idoneità, eseguite sotto il controllo della D.L..

Tab.1 **Prove di idoneità sui materiali di scavo**

Tipo di prova	Obiettivo
Classificazione stradale (UNI 13242 - UNI 14688 - UNI 13285)	Appartenenza a gruppi idonei al riutilizzo
AASHO mod.	Definizione delle modalità ottimali di costipamento

I materiali ritenuti idonei, nelle quantità e con le modalità descritte in Progetto Esecutivo, nella Relazione del Piano di Gestione Materie, dovranno essere trasportati, a cura dell'Impresa, nelle corrispondenti tratte di previsto reimpiego o, ove necessario, in aree di deposito temporaneo.

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

I materiali che, invece, in fase progettuale risultassero non idonei al reimpiego, come formalmente verificato dalla D.L., dovranno essere trasportati a cura dell'Impresa, e conferite, o disposte, nelle aree di deposito definitivo indicate nel Progetto Esecutivo.

Classificazione dei materiali di scavo

Lo scavo in roccia è comprensivo degli oneri necessari alla riduzione granulometrica del materiale alle dimensioni, e nelle proporzioni, idonee a consentire la sistemazione in rilevato, di seguito descritte (paragrafo 5.2).

L'utilizzo, per l'abbattimento di roccia di cui alla cat. A di materiali espandenti, dovrà essere previsto in progetto, limitatamente a quelle aree per le quali si renda necessario contenere il disturbo arrecato dalle vibrazioni nei riguardi di beni o edifici sensibili.

Ai fini della corretta definizione delle lavorazioni i materiali di scavo, con riferimento ai valori di resistenza a compressione uniassiale del materiale (UCS) deducibile dalle corrispondenti prove di laboratorio, vengono classificati, in fase di Progetto Esecutivo, come di seguito, definendone le relative categorie e quantità.

Tab.2 **Classificazione dei materiali di scavo**

Categoria Materiali di scavo		UCS (MPa)
A	Roccia da mina	≥ 30 MPa
B	Roccia di media resistenza (<i>martellone</i>)	$10 \div 30$ MPa
C	Terre e roccia tenera	< 10 MPa

La correttezza applicazione di tale classificazione alle diverse tratte del tracciato, nelle proporzioni definite nel Progetto Esecutivo verrà, quindi, verificata in corso d'opera, in contraddittorio con la D.L.

15.5 **Sistemazione scarpate in trincea**

Articoli di Elenco Prezzi correlati:

- **A.02.004.a** “Fornitura di terreno vegetale per rivestimento delle scarpate - fornito dall'Impresa”
- **A.02.004.b** “Fornitura di terreno vegetale per rivestimento delle scarpate - da depositi dell'Amministrazione”
- **E.01.075** “Geostuoia per il controllo dell'erosione su scarpate”
- **E.01.085** “Grigliato in elementi di cemento vibrato per copertura scarpate”
- **E.01.090** “Rivestimento scarpate a grigliato in geotessile interrato”
- **E.01.092** “Rivestimento di scarpate aride o rocciose con geocelle in materiale sintetico”

La profilatura delle scarpate nei tratti in trincea corrisponderà alla configurazione geometrica stabilita in Progetto Esecutivo, sulla base delle caratteristiche litologiche dei terreni presenti e delle corrispondenti verifiche geotecniche.

Le scarpate potranno essere ricoperte, in funzione della litologia e della pendenza e, comunque, secondo le previsioni di Progetto Esecutivo, da uno strato di terreno e di idonea copertura vegetale. Il terreno vegetale dovrà essere tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso, seminato tempestivamente, con essenze corrispondenti a quelle previste in Progetto Esecutivo, scelte per ottenere i migliori risultati in relazione al periodo operativo ed alle condizioni locali.

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

Laddove, sulla base delle caratteristiche litologiche (presenza di terreni granulari sciolti o facilmente erodibili, di terreni coesivi alterati o soggetti ad erosione accelerata – di tipo calanchivo o simile) sia prevista una propensione delle scarpate

ad essere soggette a processi erosivi, il Progetto Esecutivo prevedrà le necessarie misure, basate su tecniche di protezione antierosiva (georeti tridimensionali, geostuoie/biostuoie semplici od accoppiate a reti, geocelle e simili).

Qualora lungo le scarpate dovessero manifestarsi erosioni od ammaloramenti, dovuti ad imperizia o a negligenze dell'impresa, questa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite dalla D.L..

Qualora le particolari caratteristiche geologico-litologiche e climatiche (con eventuale rischio per la circolazione stradale di colate di fango rapide) richiedano un rapido e duraturo inerbimento delle scarpate, il Progetto Esecutivo potrà prevedere l'inerbimento mediante sistemi alternativi ai tradizionali, basati su un più rapido e profondo radicamento.

15.6 Scavi di fondazione

15.6.1 Generalità

Per scavi di fondazione in generale si intenderanno quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui al precedente punto, chiusi tra pareti verticali o meno, riproducenti il perimetro delle fondazioni; nella pluralità di casi, quindi, si tratterà di scavi incassati ed a sezione ristretta. Saranno comunque considerati come scavi di fondazione quelli eseguiti per dar luogo alle fogne, alle condotte, ai fossi e alle cunette (per la parte ricadente sotto il piano di cassonetto o, più in generale, di splateamento).

15.6.2 Modo di esecuzione

Qualunque fosse la natura e la qualità del terreno interessato, gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che la Direzione Lavori riterrà più opportuna, intendendosi quella di progetto unicamente indicativa, senza che per questo l'Appaltatore possa muovere eccezioni o far richiesta di particolari compensi.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerli con convenienti armature e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno a persone e cose provocato da franamenti e simili. Il piano di fondazione sarà reso perfettamente orizzontale, e ove il terreno dovesse risultare in pendenza, sarà sagomato a gradoni con piani in leggera contropendenza^{iv}.

Gli scavi potranno anche venire eseguiti con pareti a scarpa, o a sezione più larga, ove l'Appaltatore lo ritenesse di sua convenienza. In questo caso però non verrà compensato il maggiore scavo, oltre quello strettamente necessario all'esecuzione dell'opera e l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera ed al ripristino, con gli stessi oneri, delle maggiori quantità di pavimentazione divelte, ove lo scavo dovesse interessare strade pavimentate^v.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa deve provvedere, di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare e regolamentare il deflusso delle acque scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare il loro riversamento negli scavi aperti.

L'Impresa deve eliminare ogni impedimento e ogni causa di rigurgito che si opponesse al regolare deflusso delle acque, ricorrendo eventualmente all'apertura di canali fugatori

^{iv} Per scavi in trincea di profondità superiore a due metri, nei quali sia prevista la permanenza di operai e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti dovrà essere eseguita la verifica delle armature.

^v Fa eccezione il caso in cui, per profondità di fondazione eccedente la portata degli ordinari mezzi di scavo, sia necessario eseguire lo scavo a sezioni parziali di profondità progressiva, con l'affondamento dei mezzi stessi. Ove situazioni contingenti e formalmente riconosciute non consentissero lo scavo a pareti verticali o nella sagoma di progetto, la Direzione Lavori adotterà le opportune varianti.

Gli scavi delle trincee per dar luogo alle condotte ed ai canali di fogna dovranno, all'occorrenza, garantire sia il traffico tangenziale degli autoveicoli, sia quello di attraversamento, nei punti stabiliti dalla Direzione e per qualsiasi carico viaggiante.

15.6.3 Attraversamenti

Qualora nella esecuzione degli scavi si incontrassero tubazioni o cunicoli di fogna, tubazioni di acqua o di gas, cavi elettrici, telefonici, ecc., o altri ostacoli imprevedibili, per cui si rendesse indispensabile qualche variante al tracciato ed alle livellette di posa, l'Appaltatore ha l'obbligo di darne avviso alla Direzione Lavori che darà le disposizioni del caso. Particolare cura dovrà comunque porre l'Appaltatore affinché non vengano danneggiate dette opere sottosuolo e di conseguenza egli dovrà, a sua cura e spese, provvedere con sostegni, puntelli e quant'altro necessario, perché le stesse restino nella loro primitiva posizione. Resta comunque stabilito che l'Appaltatore sarà responsabile di ogni e qualsiasi danno che potesse venire dai lavori a dette opere e che sarà di conseguenza obbligato a provvedere alle immediate riparazioni, sollevando l'Amministrazione appaltante da ogni onere.

15.6.4 Scavi in presenza di acqua

L'Appaltatore dovrà provvedere ad evitare il riversamento nei cavi di acque provenienti dall'esterno, restando a suo carico l'allontanamento o la deviazione delle stesse o, in subordine, la spesa per i necessari aggotamenti.

Qualora gli scavi venissero eseguiti in terreni permeabili sotto la quota di falda, e quindi in presenza di acqua, ma il livello della stessa naturalmente sorgente nei cavi non dovesse superare i 20 cm, l'Appaltatore sarà tenuto a suo carico a provvedere all'esaurimento di essa, con i mezzi più opportuni e con le dovute cautele per gli eventuali effetti dipendenti e collaterali.

15.6.5 Scavi subacquei

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

Sono eseguiti con mezzi idonei all'operatività sotto battente d'acqua ovvero previo sollevamento meccanico e smaltimento delle portate.

L'allontanamento dell'acqua deve essere eseguito con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo; tali mezzi debbono essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

15.6.6 Ture provvisorie

Nella esecuzione degli scavi di fondazione verranno disposte, se ordinato dalla Direzione Lavori, delle ture provvisorie, a contorno e difesa degli scavi stessi ed a completa tenuta d'acqua. Le ture potranno essere realizzate con pali di abete e doppia parete di tavoloni di abete o di pino riempita di argilla o con palancolate tipo "Larssen" di profilo, peso e lunghezza stabiliti, o con altro idoneo sistema approvato dalla stessa Direzione. Resta inteso comunque che le ture saranno contabilizzate e compensate solo ed in quanto espressamente ordinate.

15.6.7 Paratie subalvee

Le paratie subalvee a difesa delle fondazioni potranno essere ottenute con palificate a contatto, o in cemento armato o con altro sistema prescritto o approvato dalla Direzione Lavori. Sarà cura dell'Appaltatore presentare in tempo utile alla

stessa Direzione i disegni costruttivi, di precisare le modalità di esecuzione, la natura e le caratteristiche dei materiali che verranno impiegati. Il tutto nel rispetto delle disposizioni vigenti.

15.6.8 Divieti e oneri

Sarà tassativamente vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire e rimuovere le opere già eseguite, di porre mano alle murature o altro, prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani di fondazione. Del pari sarà vietata la posa delle tubazioni prima che la stessa Direzione abbia verificato le caratteristiche del terreno di posa ed abbia dato esplicita autorizzazione.

Il rinterro dei cavi, per il volume non impegnato dalle strutture o dalle canalizzazioni, dovrà sempre intendersi compreso nel prezzo degli stessi scavi, salvo diversa ed esplicita specifica.

15.7 Scavi per acquedotti e fognature

I cavi entro i quali si poseranno le tubazioni dovranno avere il fondo regolarmente spianato affinché i tubi gli si appoggino in tutta la loro lunghezza.

I cavi dovranno avere la profondità precisa stabilita nei rispettivi profili o quella che verrà fissata all'atto esecutivo dalla Direzione Lavori comunque non inferiore a m. 0,60, misurati sulla generatrice superiore della tubazione.

Nei punti ove cadono i giunti dei tubi, si faranno delle nicchie sufficienti per poter eseguire regolarmente tutte le operazioni relative alla posa dei tubi e alla esecuzione dei giunti.

Nel pareggiamento delle materie fuori dei cavi, si dovranno tenere separate quelle terrose e scegliere quelle che dovranno poi per primo essere riversate e buttate sul fianco del tubo e per almeno cm. 15 al di sopra del medesimo per difenderlo dalle rotture e rincalzarlo solidamente.

Nei tratti di cavo ricadenti per tutta la loro altezza nella roccia, le materie scelte necessarie per costruire il primo strato a protezione del tubo verranno fornite da cave di prestito senza speciale compenso oltre a quello stabilito per gli scavi per la posa in condotta.

Gli scavi da eseguire entro gli abitati o comunque in prossimità di abitazioni, dovranno essere tenuti aperti il minor tempo possibile in modo da dare il minor disturbo ai privati e non interrompere il transito dei veicoli sulle strade.

L'Impresa dovrà provvedere ai necessari puntellamenti, ripari o sbadacchi ed ai passaggi provvisori con tavole od altro per assicurare la libera circolazione dei pedoni in piena sicurezza e l'accesso alle case fronteggianti.

In ogni modo, l'Impresa prima di procedere agli scavi per la condotta dovrà accertarsi dello stato delle fondazioni delle case latitanti sospendendo ogni lavoro quando dette fondazioni non siano in buone condizioni e si possano temere danni in occasione dell'esecuzione dei detti scavi. In tali casi l'Impresa ne informerà immediatamente la Direzione Lavori per stabilire i provvedimenti del caso e frattanto essa Impresa dovrà provvedere d'urgenza ai puntellamenti e a quanto altro necessario per evitare danni.

I prezzi degli scavi per le condotte resteranno invariati anche se si dovesse modificare in tutto od in parte il tracciato delle condotte stesse.

In tali prezzi sono compresi lo spianamento del fondo, la formazione delle nicchie e buche in corrispondenza dei giunti, l'eventuale taglio degli alberi ed arbusti e della sterpaglia della striscia ove ricadono gli scavi, lo sgombero delle materie che eventualmente franassero nei cavi prima del collocamento dei tubi, gli eventuali esaurimenti di acqua comunque provenienti e comunque eseguiti sia durante l'esecuzione dei cavi che durante la posa in atto delle tubazioni e ove previsto, il trasporto a rifiuto delle materie di scavo eccedenti al riempimento.

E' vietato all'Appaltatore sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature ed alla posa dei tubi prima che la Direzione lavori abbia verificato ed accertato i piani di fondazione; lo scavo che si fosse fatto all'ingiro della medesima,

dovrà essere diligentemente riempito e costipato a cura e spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate sino al pianerottolo naturale e primitivo.

Per quanto riguarda i materiali di risulta provenienti dagli scavi, vale quanto specificato per quanto concerne il trasporto e la movimentazione dei materiali di scavo.

15.8 Interventi di contenimento degli scavi

Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbadacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Impresa deve provvedervi adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti.

In ogni caso resta a suo carico il risarcimento per i danni, dovuti a negligenze o errori, subiti da persone e cose o dall'opera medesima. Nel caso di franamento degli scavi è altresì a carico dell'Impresa procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo. Nulla è dovuto per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbadacchiature.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni geotecniche e statiche lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie.

Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti e le dimensioni assegnati in progetto, l'Impresa deve ripristinare a suo carico le previste geometrie, utilizzando materiali idonei.

Qualora l'Impresa ritenga necessario variare le dimensioni delle opere finalizzate alla sicurezza, fatta salva l'approvazione dell'Ufficio Direzione Lavori, gli oneri derivanti da tale variazione saranno a completo carico dell'Impresa.

Art.16 Rilevati

16.1 Scotico

Articoli di Elenco Prezzi correlati:

- **A.02.001** "Preparazione del piano di posa"

Lo scotico, laddove realizzato propedeuticamente alla preparazione del piano di posa di rilevati prevede, oltre alle operazioni di asportazione del terreno vegetale, il costipamento del fondo scavo ed il riempimento con materiali idonei.

Il materiale vegetale scavato, se ritenuto idoneo dalla D.L., previo ordine di servizio, e nei quantitativi già stabiliti nel Progetto Esecutivo (Relazione del Piano di Gestione Materie), potrà essere accantonato per essere successivamente utilizzato per il rivestimento delle scarpate; altrimenti esso dovrà essere trasportato a discarica. Rimane comunque categoricamente vietata la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati.

La larghezza dello scotico ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni previste in Progetto Esecutivo, ovvero fornite dalla D.L., in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scotico è stabilito fino alla profondità di cm 20 al di sotto del piano campagna.

16.2 Bonifica

Articoli di Elenco Prezzi correlati:

- **A.01.001** "Scavo di sbancamento in materia di qualsiasi natura"
- **A.02.003** "Fornitura materiali per rilevati da cave con distanza < 5 km"
- **A.02.005** "Carico, scarico e trasporto di materiale di proprietà dell'amministrazione"

- **A.02.007.a** "Sistemazione in rilevato o in riempimento - appartenenti ai gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅, A₃"
- **A.02.007.b** "Sistemazione in rilevato o in riempimento - appartenenti ai gruppi A₂₋₆, A₂₋₇"
- **A.02.008** "Sistemazione di materiale ripreso da aree di deposito scavi"
- **A.02.009** "Materiali aridi con funzione anticapillare o filtro"
- **A.02.015** "Materiali aridi"
- **A.02.020.a** "Stabilizzazione e sistemazione di terreni - con uso di cemento"
- **A.02.020.b** "Stabilizzazione e sistemazione di terreni - con uso di calce"
- **E.01.030** "Fornitura e stesa di teli di geotessile con funzione di separazione e filtrazione"
- **E.01.031** "Fornitura e stesa di teli di geotessile con funzione di separazione e filtrazione e rinforzo non strutturale"

16.2.1 Descrizione

Consiste nell'asportazione del terreno posto al di sotto del piano di posa dei rilevati, qualora non idoneo, e nella sua sostituzione con terreni di adeguate caratteristiche. Di norma la bonifica non è prevista nei tratti in trincea a meno che, alla quota di scavo prevista, non permanga la presenza di terreni di non idonee caratteristiche.

16.2.2 Modalità esecutive

La bonifica del terreno di posa dei rilevati, nell'accezione più generale, dovrà essere eseguita in conformità alle previsioni di Progetto Esecutivo, ed ogniqualvolta nel corso dei lavori si dovesse riscontrare, alla quota posta al di sotto di 20 cm dal piano campagna (fondo scotico), la presenza di volumi di terreno non idoneo.

Terreni idonei: sono quelli che soddisfano, contemporaneamente, i seguenti requisiti:

1. appartenenza ai gruppi A₁, A₂, A₃ (UNI 13242 - UNI 14688 - UNI 13285);
2. dopo compattazione, al grado di umidità ottima, corrispondente ad una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata, possesso di valori del modulo di deformazione Md, al primo ciclo, determinato con prova di carico su piastra (diametro 30 cm) (rif. CNR 146/92), non inferiori a quelli riportati in tabella 3:

Tab.3 Modulo di deformazione minimo al primo ciclo di carico

Modulo deformazione (MPa)	Intervallo di riferimento
20	50 ÷ 150 kPa (0.05 - 0.15 N/mm ²) sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione stradale
15	50 ÷ 150 kPa (0.05 - 0.15 N/mm ²) sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori di Md 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 suddette prescrizioni valgono a meno di diverse, e più restrittive, indicazioni motivate, in sede di progettazione, dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato. 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; 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 (UNI EN 13286), (CNR 22 - 1972), sul piano di posa dei rilevati;
- almeno pari al 95% della massa volumica massima AASHO modificata (UNI EN 13286), (CNR 22 - 1972), nel corpo del rilevato e 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 D.L., sentito il Progettista, potrà ordinare un intervento di bonifica di adeguato spessore, con l'impiego di materiali idonei adeguatamente miscelati e compattati.

Qualora fossero prevedibili cedimenti del piano di posa dei rilevati superiori ai 15 cm, l'Impresa sottoporrà alla D.L. un piano di monitoraggio per il controllo della loro evoluzione. La posa in opera delle apparecchiature necessarie a tale scopo, e il rilevamento dei cedimenti, saranno eseguite a cura dell'impresa, secondo le indicazioni del Progetto Esecutivo ed, eventualmente, della D.L..

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

Qualora i terreni non soddisfino tali requisiti si prevedrà la bonifica con i metodi di seguito descritti.

Bonifica tradizionale

Il terreno in sito, per la parte di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, dovrà essere sostituito con materiale selezionato, appartenente ai gruppi (UNI 13242 - UNI 14688 - UNI 13285):

- A₁, A₃ se proveniente da cave di prestito. Nel caso in cui il materiale appartenga al gruppo A₃, esso deve presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7;
- A₁, A₂₋₄, A₂₋₅, A₃, se proveniente dagli scavi. Il materiale appartenente al gruppo A₃ deve presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7.

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHO modificata (UNI EN 13286) (CNR 22-1972).

Per le terre appartenenti ai gruppi A₂₋₄ e A₂₋₅, gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto).

Il modulo di deformazione dello strato bonificato dovrà risultare non inferiore a 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 50 e 150 kPa (0.05 e 0.15 N/mm²)).

Nel caso in cui la bonifica debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'Impresa dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa.

Bonifica con stabilizzazione in posto con leganti

In alternativa al punto precedente, laddove le caratteristiche dei materiali presenti in sito al di sotto della quota di fondo dello scotico soddisfino i requisiti di cui al successivo paragrafo 6, la bonifica potrà essere effettuata in posto mediante stabilizzazione con leganti (calce/cemento).

Le prescrizioni generali sull'idoneità al trattamento e sulle modalità di stabilizzazione di questi materiali sono descritte al citato paragrafo 6.

Il trattamento in posto avverrà per strati di spessore max pari a 30 cm, fino al raggiungimento della profondità prevista in progetto. La stabilizzazione dello strato inferiore avverrà tramite fresatura e miscelazione con idonea attrezzatura (*pulvimixer*) senza asportazione di terreno; gli strati superiori verranno stabilizzati previo accantonamento del materiale scavato e successiva miscelazione in posto, procedendo sempre per strati < 30 cm.

Il trattamento in sito dei terreni di posa del rilevato, stabilizzati, deve essere tale da garantire le seguenti caratteristiche di portanza:

- 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 deformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 MPa, nell'intervallo di carico tra 150 ÷ 250 kPa (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 deformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 150 ÷ 250 kPa (0.05 - 0.15 N/mm²), (CNR 146 - 1992).

Geotessile non tessuto

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto ed avere caratteristiche meccaniche conformi al Progetto Esecutivo.

Le relative caratteristiche prestazionali dovranno corrispondere alle seguenti norme:

- UNI EN ISO 10319
- UNI EN ISO 13433
- UNI EN ISO 12956

Qualora 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 D.L., 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 geotessile dovrà essere imputrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si instaurano nel terreno, all'azione dei microrganismi ad essere antinquinante. Le caratteristiche di resistenza chimica dovranno essere accuratamente valutate in presenza di terreni stabilizzati a calce/cemento.

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

Prima della posa del geotessile, sarà cura dell'Appaltatore preparare il terreno naturale pulendolo da oggetti appuntiti o sporgenti quali ad esempio ceppaie, rami, rocce o altri materiali in grado di produrre lacerazioni. Il terreno non dovrà presentare dislivelli o solchi profondi più di 15 cm. Eventuali lacerazioni accidentali saranno coperte da un telo di geotessile intatto, dello stesso tipo e di dimensioni pari a 4 volte più grandi della lacerazione stessa.

Una volta preparato il piano con adeguata rullatura, si procederà alla stesa dei teli di geotessile in direzione ortogonale al senso di marcia dei veicoli ad opera finita. I teli dovranno essere ben stesi senza presentare pieghe od ondulazioni.

I singoli teli dovranno essere sovrapposti per almeno 30 cm, o per lunghezze maggiori a seconda di quanto previsto dalle schede tecniche fornite dal produttore, e fissati al terreno, lungo le sovrapposizioni, con graffe metalliche in numero di almeno 4 ogni 25 mq di sovrapposizione. Particolare cura, nelle fasi operative, dovrà essere posta nella realizzazione dei risvolti, prevedendo un'adeguata lunghezza del telo da posare. I lembi di geotessile da risvoltare dovranno risultare ben stesi e i teli paralleli tra loro.

Il taglio dei singoli pannelli di geotessile da rullo dovrà avvenire senza danneggiare il materiale avvolto o comunque sottostante. Il materiale accidentalmente danneggiato dovrà essere allontanato.

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.

16.3 STRATO ANTICAPILLARE

Articoli di Elenco Prezzi correlati:

- **A.02.009** "Materiali aridi con funzione anticapillare o filtro"
- **A.02.015** "Materiali aridi"
- **E.01.035** "Geocomposito"
- **E.01.037** "Geocomposito a comportamento isotropo con permeabilità all'acqua di 190 mm/s"

La necessità di realizzazione di uno strato con funzione anticapillare dev'essere prevista in fase di Progetto Esecutivo, in relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, connesse alla profondità della superficie piezometrica della falda rispetto al piano di posa del rilevato, alla natura dei terreni presenti in sito, ed alla conseguente stima dell'altezza di risalita capillare, che evidenzia possibili interferenze fra la quota di falda ed il corpo del rilevato stesso.

Tale strato potrà essere realizzato:

- con la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- con la posa, in alternativa al punto precedente, di un geocomposito con funzione drenante.

16.3.1 Strato granulare anticapillare

Lo strato dovrà avere uno spessore compreso tra 30 e 50 cm; sarà composto da 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.

La stesa di tale strato sarà sempre accompagnata alla posa di uno strato di geotessile non tessuto, con funzione di separazione granulometrica, come da previsioni di Progetto Esecutivo.

Il controllo qualitativo dello strato anticapillare va effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 1 prova ogni 1000 mc di materiale posto in opera, salvo maggiori e più restrittive verifiche disposte dalla D.L.

16.3.2 Geocomposito drenante

In alternativa alla stesa dello strato anticapillare minerale, descritto al punto precedente, potrà essere prevista la posa in opera di un geocomposito drenante, di spessore variabile da 0.6 a 2.0 cm (UNI EN ISO 9863-1), dovranno essere dotati di marcatura CE e prodotti da ditte dotate di certificazione in sistema di qualità in conformità alle normative vigenti ISO EN 9001, le cui caratteristiche dovranno risultare conformi alle seguenti norme:

Tab.4 Caratteristiche del geocomposito

Proprietà	Valori ammissibili	Norma di riferimento
Capacità drenante (Pressione = 50 kPa; gradiente idraulico $i = 1$)	1.0 ÷ 2.3 l/s*m	EN 12958
Permeabilità	70 mm/s	EN 11058
Apertura dei pori	140.180 micron	EN 12956
Spessore	0.6 mm	EN964-1
Assorbimento di energia (al 5% di allungamento)	80 J/m ²	EN 10319
Resistenza a trazione (al 5% di allungamento in entrambe le direzioni)	3.2 kN/m	EN 10319

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

Nella posa in opera si dovrà porre attenzione a garantire la necessaria sovrapposizione del lembo di nontessuto sporgente fra due rotoli adiacenti e a chiudere tutte le aperture rimaste della struttura drenante con un nontessuto o con nastro adesivo, ad evitare la penetrazione del terreno che potrebbe intasare il filtro. La stesa del terreno di copertura andrà effettuata in avanzamento, evitando il contatto diretto fra ruote/cingoli e geocomposito, garantendo sempre la presenza di uno strato di almeno 30 cm di terreno di rinterro.

Gli schemi geometrici di posa ed ammorsamento dei teli nel corpo del rilevato dovranno corrispondere ai disegni di Progetto Esecutivo.

Prima della posa del geocomposito, sarà cura dell'Appaltatore preparare il terreno naturale pulendolo da oggetti appuntiti o sporgenti quali ad esempio ceppaie, rami, rocce o altri materiali in grado di produrre lacerazioni. Il terreno non dovrà presentare dislivelli o solchi profondi più di 15 cm. Una volta preparato il piano con adeguata rullatura, si procederà alla stesa dei teli in direzione ortogonale al senso di marcia dei veicoli ad opera finita. I teli dovranno essere ben stesi senza presentare pieghe od ondulazioni.

Il taglio dei singoli pannelli di geotessile da rullo dovrà avvenire senza danneggiare il materiale avvolto o comunque sottostante. Il materiale accidentalmente danneggiato dovrà essere allontanato.

16.4 Geosintetici per rinforzo del piano di posa

Articoli di Elenco Prezzi correlati:

- **E.01.030** "Fornitura e stesa di teli di geotessile con funzione di separazione e filtrazione"
- **E.01.031** "Fornitura e stesa di teli di geotessile con funzione di separazione e filtrazione e rinforzo non strutturale"

- **E.01.032** "Geotessile tessuto a marcatura CE"
- **E.01.040** "Fornitura e stesa di geogriglia con marcatura CE"

Qualora i terreni presenti in sito non siano tali da garantire i necessari requisiti di resistenza, il progetto, sulla base degli esiti di specifiche verifiche geotecniche, potrà prevedere l'interposizione, al di sotto del corpo del rilevato, di geogriglie o altri geosintetici con analoga funzione (geotessili tessuti).

Questi materiali dovranno essere dotati di marcatura CE e prodotti da ditte dotate di certificazione in sistema di qualità in conformità alle normative vigenti ISO EN 9001.

Per le geogriglie (in polietilene, poliestere, polipropilene o materiali analoghi) e per i geotessili tessuti le caratteristiche di resistenza a trazione, nella direzione di maggior resistenza, secondo UNI EN 10319, saranno corrispondenti a quelle indicate negli elaborati di Progetto Esecutivo.

Prima della posa del geosintetico, sarà cura dell'impresa preparare il terreno naturale pulendolo da oggetti appuntiti o sporgenti quali ad esempio ceppaie, rami, rocce o altri materiali in grado di produrre lacerazioni. Il terreno non dovrà presentare dislivelli o solchi profondi più di 15 cm. Una volta preparato il piano con adeguata rullatura, si procederà alla stesa dei teli di geosintetico in direzione ortogonale al senso di marcia dei veicoli ad opera finita. I teli dovranno essere ben stesi senza presentare pieghe od ondulazioni.

I singoli teli dovranno essere sovrapposti per almeno 30 cm, o per lunghezze maggiori a seconda di quanto previsto dalle schede tecniche fornite dal produttore, e fissati al terreno, lungo le sovrapposizioni, con graffe metalliche in numero di almeno 4 ogni 25 mq di sovrapposizione. Particolare cura, nelle fasi operative, dovrà essere posta nella realizzazione dei risvolti, prevedendo un'adeguata lunghezza del telo da posare. I lembi di geosintetico da risvoltare dovranno risultare ben stesi e i teli paralleli tra loro.

Il taglio dei singoli pannelli di geotessile da rullo dovrà avvenire senza danneggiare il materiale avvolto o comunque sottostante. Il materiale accidentalmente danneggiato dovrà essere allontanato.

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.

16.5 Rilevati tradizionali

- **A.02.003** "Fornitura materiali per rilevati da cave con distanza < 5 km"
- **A.02.004.a** "Fornitura di terreno vegetale per rivestimento delle scarpate - fornito dall'Impresa"
- **A.02.004.b** "Fornitura di terreno vegetale per rivestimento delle scarpate - da depositi dell'Amministrazione"
- **A.02.005** "Carico, scarico e trasporto di materiale di proprietà dell'amministrazione"
- **A.02.007.a** "Sistemazione in rilevato o in riempimento - appartenenti ai gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅, A₃"
- **A.02.007.b** "Sistemazione in rilevato o in riempimento - appartenenti ai gruppi A₂₋₆, A₂₋₇"
- **A.02.008** "Sistemazione di materiale ripreso da aree di deposito scavi"

16.5.1 Descrizione

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).

16.5.2 Modalità esecutive

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 A_{1-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 argilloscistica 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 da soddisfare i requisiti già precedentemente richiamati.

Il materiale a pezzatura grossa (compreso tra i 7,1 ed i 20 cm) deve essere di dimensioni disuniformi 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 costituenti il corpo del rilevato, ad eccezione dello strato terminale, di seguito descritto, 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. (UNI EN 13286), (CNR 22 - 1972) e un valore del modulo di deformabilità Md al primo ciclo non inferiore a 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 50 ÷ 150 kPa (0.05 e 0.15 N/mm²), (CNR 146 - 1992).

L'ultimo strato di 30 cm, costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione, dovrà, invece, presentare un grado di costipamento pari o superiore al 95%; 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 50 ÷ 150 kPa (0,15 - 0.25 N/mm²) sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato.

La variazione di detti valori minimi al variare della posizione all'interno del corpo del rilevato, al termine del costipamento del singolo strato, dovrà risultare lineare.

Su ciascuna sezione trasversale i materiali impiegati per ciascuno strato dovranno appartenere allo stesso gruppo. Le scarpate dovranno avere pendenze corrispondenti a quelle previste in Progetto Esecutivo ed indicate nei relativi elaborati.

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.

Ogniqualvolta i rilevati siano impostati su pendii con acclività superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche progettuali, 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 sagomare il terreno, costituente il corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, a gradoni orizzontali, adottando le necessarie cautele volte a garantirne la stabilità. Le operazioni andranno condotte procedendo per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (di altezza massima 50 cm) la stesa del corrispondente nuovo strato di analoga altezza ed il suo costipamento, mantenendo nel contempo l'eventuale viabilità sul 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 copertura delle scarpate del nuovo rilevato, o portato a rifiuto se inutilizzabile.

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

Le terre appartenenti ai gruppi A₂₋₆ ed A₂₋₇ saranno impiegate, se previsto dal progetto, e solo se provenienti dagli scavi nell'ambito del medesimo cantiere.

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 l'umidità con cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati e sottoposti alla approvazione della D.L., 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.

Controlli prestazionali

Se queste terre provengono da formazioni geologiche per le quali la percentuale passante al setaccio ASTM n. 200 non è ritenuta rappresentativa delle reali caratteristiche del materiale, la Direzione Lavori potrà ordinare l'esecuzione di uno specifico campo prove sulla base dei cui esiti, a suo insindacabile giudizio, valutarne le possibilità di riutilizzo, sulla base del possesso dei seguenti requisiti:

- la percentuale di passante al setaccio ASTM n. 200 sia inferiore al 12%;
- sia posta particolare attenzione alla fase di costipamento, soprattutto al contenuto d'acqua nella frazione fine;
- sia utilizzato un rullo con tamburo vibrante e vengano effettuate passate con differente ampiezza della vibrazione (alta inizialmente per il costipamento della parte profonda, più bassa successivamente per gli strati superiori);
- il modulo di deformazione Md ottenuto da prove di carico su piastra, nell'intervallo di carico compreso tra 50 ÷ 150 kPa (0,05 e 0,15 N/mm²), risulti sempre maggiore di 40 MPa, anche nelle condizioni più sfavorevoli;
- il grado di addensamento determinato con prove di carico a doppio ciclo debba preferibilmente giungere ad un rapporto Md\Md' uguale o maggiore di 0,15.

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

In fase di progetto, con le modalità descritte al paragrafo 4, verrà stabilito se le terre provenienti da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A₄, A₅, A₆, A₇ potranno essere riutilizzate previa stabilizzazione a calce e/o cemento, ovvero conferite ad aree di deposito delle terre di scarto.

Tale lavorazione presuppone, obbligatoriamente, l'esecuzione, nell'ambito del progetto, di uno specifico studio sperimentale, supportato da prove di laboratorio, secondo le modalità descritte al par. 4).

Lo spessore degli strati da stabilizzare non dovrà superare i 30 cm.

Il progetto (Relazione del Piano di Gestione Materie) dovrà definire i quantitativi di materie provenienti dagli scavi, riutilizzabili in rilevato. L'Impresa non potrà, quindi, pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco, per la formazione dei rilevati qualora, pur essendoci disponibilità ed idoneità di materie idonee provenienti dagli scavi, essa ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, di ricorrere, in tutto o in parte, a fornitura da cava.

È fatto obbligo all'Impresa di confermare alla D.L. l'utilizzo, per la fornitura di materiali per la costruzione dei rilevati, delle cave indicate in progetto. La D.L. si riserverà la facoltà di far analizzare i materiali provenienti dai siti estrattivi indicati in progetto dal Centro Sperimentale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altri Laboratori ufficiali.

Solo dopo che la D.L. abbia autorizzato l'utilizzazione della cava, l'Impresa sarà autorizzata a sfruttarla per il prelievo dei materiali da portare in rilevato.

L'accettazione della cava da parte della D.L. non esime, comunque, 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 utilizzata.

16.5.3 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 e 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;
- 30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A₂₋₆, A₂₋₇.

Per i rilevati 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 (UNI EN 13286).

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 scelta dell'Impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo, un'energia costipante tale da assicurare il raggiungimento del grado di costipamento prescritto. 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 sempre sottoposte alla preventiva approvazione della D.L..

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 rinterrati 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 il progetto potrà prevedere 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. La D.L., qualora tale lavorazione non fosse stata prevista in progetto e laddove lo ritenesse necessario, ha facoltà di ordinarne l'esecuzione.

Il cemento sarà del tipo normale ed in ragione di 25-50 kg/m³ di materiale compattato. La D.L. 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 (UNI 13286), (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 trapezoidale avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a 2,00 m + 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.

16.5.4 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 D.L., limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es.: pietrame).

In seguito a precipitazioni intense e concentrate, l'Impresa dovrà verificare le condizioni del rilevato ed eventualmente ripristinare le condizioni iniziali.

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.

16.6 Rilevati in terra stabilizzata con leganti

Articoli di Elenco Prezzi correlati:

- **A.02.019** "Miscela di inerti per stabilizzazione terre"
- **A.02.020.a** "Stabilizzazione e sistemazione di terreni - con uso di cemento"
- **A.02.020.b** "Stabilizzazione e sistemazione di terreni - con uso di calce"

Vengono realizzati con terre provenienti dagli scavi del medesimo cantiere i cui materiali soddisfino i requisiti di idoneità al trattamento.

16.6.1 Terra stabilizzata a calce

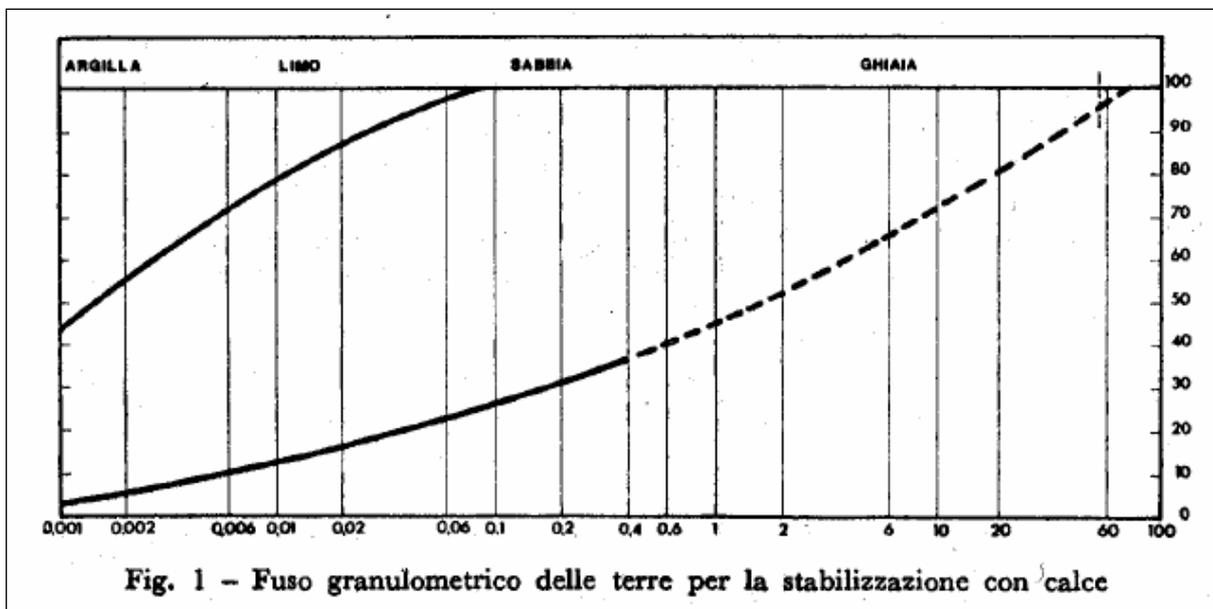
La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da terra, calce viva od idrata e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche della terra, onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità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

- Affinché risulti idonea alla stabilizzazione a calce, una terra deve essere di tipo limo-argilloso, appartenente ai gruppi A₆- A₇, con valori dell'indice di plasticità compreso tra 10 e 50.

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.

- 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 calce di cui alle disposizioni vigenti.

- Il valore di VB nella prova del blu di metilene dev'essere > di 200 centimetri cubi di soluzione (10 g/l) di per 100 grammi della frazione di terra passante al setaccio da 0,25 mm UNI 2332, determinato in conformità alla Norma UNI-EN 933-9;
- Il valore CIC, determinato secondo norma ASTM C977-92, deve essere maggiore dell'1,5% come verifica di idoneità, dove per CIC, si intende il consumo iniziale di calce ovvero della quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce, in relazione alla capacità di scambio cationico dei minerali d'argilla.

E' indispensabile che, in fase di progetto, la previsione di stabilizzazione con calce di terre sia supportata da uno studio sperimentale, basato su una serie di prove di laboratorio geotecnico, di seguito elencate, per verificare sia l'idoneità al trattamento con calce, sia l'indicazione della miscela di progetto, espressa in tenore percentuale di calce.

Tab.4 **Caratteristiche di idoneità alla stabilizzazione a calce**

Proprietà	Valori ammissibili
Gruppo di appartenenza	A ₆ - A ₇ con $10 \leq IP \leq 50$
	A ₂₋₆ e A ₂₋₇ passante al setaccio 0.4 UNI $\geq 35\%$
S.O.V.	$\leq 2\%$
Contenuto in solfati	$\leq 1\%$
VB	>200
CIC	> 1.5%

A. *Prove sul materiale prima del trattamento*

Su campione rimaneggiato (da pozzetto geognostico)

- Analisi granulometrica;
- Limiti di Atterberg;
- Valore al Blu di Metilene;
- Tenore in sostanze organiche;
- Tenore in solfati;
- Consumo iniziale di calce (C.I.C.);
- Prova di costipamento Proctor modificata;
- Prova di resistenza al punzonamento CBR non imbibito;
- Prova di resistenza al punzonamento CBR dopo imbibizione per 96 ore.

Su campione indisturbato (eventuale)

- Prova di compressione semplice;

- Prova di compressione edometrica.

Una volta verificata l' idoneità del terreno alla stabilizzazione, devono essere eseguite le prove sulle miscele terra-calce, a seguito delle quali, da una valutazione congiunta dei risultati, verrà individuata la miscela ottimale da utilizzare.

B. Prove sulla miscela terra – calce

La percentuale di calce viva va valutata a partite dal CIC + 0.5% in su, per tre diverse miscele.

Per ogni miscela, dopo 1 e 14 gg, almeno, di maturazione, vanno determinati:

- Limiti di Atterberg;
- Analisi granulometrica;
- Classificazione UNI 13242-UNI 14688-UNI 13285;
- Prova di costipamento Proctor modificata (UNI EN 13286);
- CBR (UNI EN 13286) senza maturazione;
- CBR dopo maturazione a 7 giorni e 28 giorni ed imbibizione per 96 ore (CNR UNI 10009);
- Prova di compressione monoassiale ad espansione laterale libera (ELL) (ASTM 2166), dopo maturazione a 7 giorni;
- Prova di compressione edometrica.

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 (UNI EN 13286) 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, verrà definita, 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.

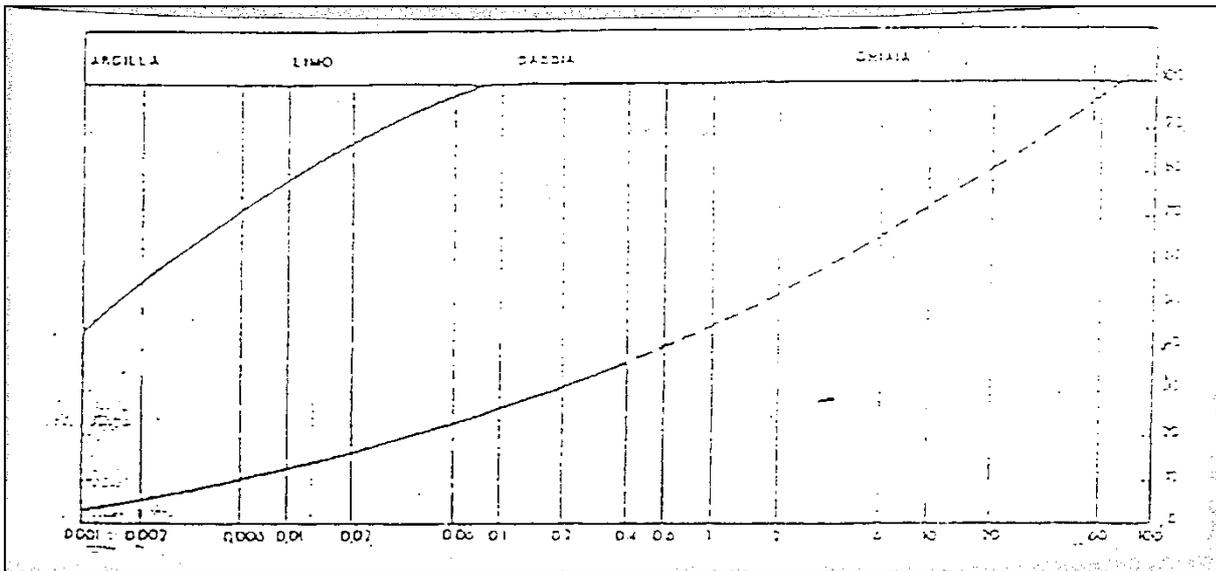
16.6.2 Terra stabilizzata a cemento

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

di 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 (UNI EN 13286) 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, verrà definita, 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.

16.6.3 Piano di appoggio della sovrastruttura

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 deformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 MPa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm².

16.6.4 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.

16.6.5 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 nel progetto della miscela.

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.

16.6.6 Sistemazione delle scarpate in rilevato

Articoli di Elenco Prezzi correlati:

- **A.02.004.a** "Fornitura di terreno vegetale per rivestimento delle scarpate - fornito dall'Impresa"
- **A.02.004.b** "Fornitura di terreno vegetale per rivestimento delle scarpate - da depositi dell'Amministrazione"

Si dovrà garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno e di idonea copertura vegetale. Nel primo caso, si applicherà uno strato di 30 cm di spessore, da stendere a cordoli orizzontali opportunamente costipati seguendo dappresso la costruzione del rilevato e ricavando gradoni di ancoraggio. Nel caso in cui il rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso, tali gradoni non saranno necessari.

Il terreno vegetale deve essere tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso, seminato tempestivamente, con essenze corrispondenti a quelle previste in Progetto, scelte per ottenere i migliori risultati in relazione al periodo operativo ed alle condizioni locali.

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

Non è consentita l'applicazione, a partire dalle scarpate del rilevato, di elementi vegetali (talee, astoni, specie erbacee a radicamento profondo) che, penetrando all'interno del corpo del rilevato, possano pregiudicarne la stabilità e la necessaria integrità strutturale.

Nel caso di sospensione della costruzione del rilevato, l'Impresa sarà tenuta ad adottare ogni provvedimento volto ad evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo dello stesso. Allo scopo, le superfici, ben livellate e compattate, dovranno risultare sufficientemente chiuse e presentare pendenza trasversale non inferiore al 4%.

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 precedentemente impiegati e dovranno essere ripetute le prove di controllo della compattazione, della deformabilità e delle caratteristiche prestazionali.

Qualora lungo le scarpate dovessero comunque manifestarsi 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 D.L..

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.

Art.17 Demolizioni

Il presente Capitolato è relativo alle demolizioni di pavimentazioni stradali, fabbricati, murature di qualsiasi genere e strutture in acciaio.

Le demolizioni di opere d'arte, di fabbricati e di strutture di qualsiasi genere (anche in c.a.p. od in carpenteria metallica) potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

L'Appaltatore dovrà eseguire le demolizioni nel rispetto delle indicazioni contenute nel progetto esecutivo, nella Normativa richiamata di seguito e nel presente capitolato. Particolare attenzione dovrà essere posta nel rispetto delle prescrizioni di cui agli articoli dal 150 al 156 del DM81/08.

17.1 Piano della demolizione

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali e dei macchinari, all'esame ed all'approvazione della direzione Lavori e del Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione il Piano della demolizione.

Il Piano della demolizione descrive:

- l'estensione dell'intervento.
- il tipo di macchine e materiali da utilizzate.
- le procedure che devono essere attuate per la rimozione e demolizione dei vari elementi costruttivi dell'opera.
- le valutazioni dei rischi inerenti sostanze pericolose presenti nel sito ed i relativi metodi di bonifica.
- la valutazione dei rischi ambientali, in particolare polvere e rumore, e le misure di controllo ed attenuazione.
- le misure di sicurezza, collettiva ed individuale degli operatori, con l'individuazione e prescrizione degli appropriati DPI.
- I punti da trattare nel un Piano della demolizione sono:
 - Descrizione del sito e delle condizioni al contorno (vincoli fisici, recettori sensibili ecc).
 - Individuazione dei vincoli normativi (presenza materiali inquinanti, gestione dei residui di demolizione ecc.).
 - Pianificazione delle operazioni (sequenza operazioni, tipologie di macchine e tecnica di demolizione ecc.).
 - Individuazione di apposite misure di protezione collettiva.
 - Verifiche sulla stabilità delle strutture nelle fasi transitorie.
 - Progetto (calcoli e disegni) delle opere provvisorie di rinforzo e puntellamento.
 - Individuazione di apposite misure di protezione ambientale (polveri, vibrazioni, rumore ecc.).

- Individuazione di apposite misure di sicurezza in cantiere.
- Valutazione dei rischi.
- Redazione di apposite procedure di informazione e comunicazione.
- Redazione di apposite procedure di emergenza.

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

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

L'esame e la verifica da parte della Direzione dei Lavori e del Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione dei progetti e dei certificati ricevuti non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Le operazioni di demolizione potranno iniziare soltanto dopo il benestare della D.L.

17.2 Prescrizioni particolari per le demolizioni integrali o parziali di strutture complesse

L'Appaltatore dovrà effettuare i lavori di demolizione procedendo in maniera da non compromettere la stabilità delle strutture interessate e di quelle di collegamento, impiegando eventuali opere provvisorie di rafforzamento e puntellamento delle zone interessate, in caso di demolizione parziale, o della struttura nel suo complesso, in caso di demolizione totale. Di regola questo tipo di demolizioni, più propriamente dette decostruzioni, avvengono con procedimenti inversi alla costruzione. Per esse potrà essere previsto anche l'impiego di esplosivi, nel rispetto della vigente normativa in materia.

L'Appaltatore dovrà prevedere ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture residuali e le proprietà di terzi.

Nel caso di demolizioni parziali, o in qualunque altro caso ritenuto opportuno dalla D.L., potrà essere richiesto:

- l'impiego di attrezzature speciali quali seghe circolari, fili diamantati, pinze idrauliche o qualsiasi altra tecnica, in modo da realizzare tagli netti e puliti e contestualmente evitare l'insorgere di vibrazioni e conseguenti danni alle strutture eventualmente da conservare.
- il trattamento con getto di vapore e pressione tale da ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

Il tutto senza alcuna maggiorazione del prezzo in quanto già compreso negli oneri da tenere in considerazione a carico dell'Appaltatore.

Per le demolizioni da eseguirsi su sede stradale in esercizio, l'Appaltatore dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la D.L., coerentemente con i piani di sicurezza, le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

In particolare, la demolizione di travi di impalcato di opere d'arte o di impalcato di cavalcavia anche a struttura mista, su sede stradale in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni integrali.

17.3 Prescrizioni particolari per le idrodemolizioni

La idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione e portata modulabile.

Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore.

L'Appaltatore dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e alla pulizia finale del sito.

Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della D.L., coerentemente con i piani di sicurezza; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo. Le attività in parola dovranno prevedere idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico

17.4 Prescrizioni particolari per la demolizione della pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso, per l'intero spessore o per parte di esso, dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L. relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto, o prescritti dalla D.L., e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito.

Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolature.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivi aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.

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.

Art.18 Contabilizzazione e misurazione movimenti di materie

Resta stabilito che, per i lavori compensati sia a corpo che a misura, l'Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio, e di sottoporre alla Direzione Lavori per il necessario controllo, tutti i disegni contabili delle lavorazioni eseguite con l'indicazione (quote, prospetti ecc.) delle quantità, parziali e totali, nonché della computazione delle relative quantità di ogni singola categoria di lavoro.

Si precisa che:

I lavori compensati "a misura" saranno liquidati secondo le misure geometriche, o a numero, o a peso, così come rilevate dalla D.L. in contraddittorio con l'Appaltatore durante l'esecuzione dei lavori.

I lavori da compensare "a corpo" saranno controllati in corso d'opera attraverso le misure geometriche, o a peso, o a numero, rilevate dalla D.L. in contraddittorio con l'Appaltatore, e confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati di progetto.

Per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate d'acconto il corrispettivo da accreditare nei S.A.L. è la parte percentuale del totale del prezzo a corpo risultante da tale preventivo controllo, effettuato a misura, oltre le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative (detrazioni) scaturite a seguito del Collaudo in corso d'opera.

A completamento avvenuto di tutte le opere a corpo, risultante da apposito Verbale di constatazione redatto in contraddittorio con l'Appaltatore, la D.L. provvederà, con le modalità suddette, al pagamento del residuo, deducendo le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative scaturite dalle operazioni e dalle verifiche effettuate dalla Commissione di Collaudo in corso d'opera.

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.

18.1 Scavi di sbancamento

Comprendono:

- apertura della sede stradale e relativo cassonetto;
- bonifica del piano di posa dei rilevati oltre la profondità di 20 cm;
- apertura di gallerie in artificiale;
- formazione o l'approfondimento di cunette, fossi e canali;
- impianto di opere d'arte;
- regolarizzazione o approfondimento di alvei in magra;

essi sono eseguiti anche a campioni di qualsiasi lunghezza, a mano o con mezzi meccanici, in materie di qualunque natura e consistenza salvo quelle definite dai prezzi particolari dell'Elenco, asciutte o bagnate, compresi i muri a secco od in malta di scarsa consistenza, compreso le rocce tenere da piccone, ed i trovanti anche di roccia dura inferiori a mc 1,00 ed anche in presenza d'acqua, escluso l'onere di sistemazione a gradoni delle scarpate per ammorsamento di nuovi rilevati; compreso l'onere della riduzione del materiale dei trovanti di dimensione inferiore ad 1 mc alla pezzatura di cm 20 per consentirne il reimpiego a rilevato, compresi il carico e l'allontanamento del materiale di risulta.

La misurazione degli Scavi di Sbancamento e dei Rilevati sarà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate. All'atto della consegna dei lavori l'Impresa eseguirà, in contraddittorio con la D.L., il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse, distanze misurate sull'asse di progetto.

In base a tali rilievi ed a quelli da praticarsi ad opera finita od a parti di essa purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà determinato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti.

Resta inteso che, sia in trincea sia in rilevato, la sagoma rossa delimitante le aree di scavo o di riporto è quella che segue il piano di banchina, il fondo cassonetto sia della banchina di sosta che della carreggiata e del piazzale, come risulta dalla sezione tipo.

Unità di misura **MC**

18.2 Preparazione piano di posa dei rilevati

Preparazione Piano di posa dei Rilevati compreso lo scavo di scorticamento per una profondità media di cm 20, previo taglio degli alberi e dei cespugli, estirpazione ceppaie cariche, trasporto a rifiuto od a reimpiego delle materie di risulta anche con eventuale deposito e ripresa, compattamento del fondo dello scavo fino a raggiungere la densità prescritta, il riempimento dello scavo ed il compattamento dei materiali all'uopo impiegati fino a raggiungere le quote del terreno preesistente ed il costipamento prescritto compreso ogni onere. Con l'impiego di materiali idonei provenienti da cave di prestito e/o dagli scavi.

La misurazione verrà effettuata, calcolando l'impronta geometrica effettiva del rilevato sul terreno.

Unità di misura **MQ**

18.3 Realizzazione dei rilevati stradali

Sistemazione in Rilevato o in Riempimento utilizzando materiali idonei provenienti sia dagli scavi che dalle cave di prestito, realizzata secondo le prescrizioni delle Norme Tecniche;

Comprese la sagomatura e profilatura dei cigli, delle banchine e delle scarpate, rivestite con terra vegetale, compresa ogni lavorazione ed onere per dare il rilevato a perfetta regola d'arte.

La misurazione verrà effettuata, secondo il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilievi eseguiti, prima e dopo i relativi lavori.

Unità di misura **MC**

18.4 Stabilizzazione e sistemazione dei terreni con uso di calce o cemento

Stabilizzazione e Sistemazione di terreni con uso di Calce o Cemento compreso l'onere della fornitura del legante da dosare, secondo quanto prescritto nelle Norme Tecniche.

La misurazione verrà effettuata calcolando con metodo geometrico le opere realizzate oggetto del trattamento.

Unità di misura **MC**

18.5 Fornitura e stesa di teli di Geotessile

Fornitura e stesa di geotessile a marchiatura CE con funzione di separazione, filtrazione dei piani di posa dei rilevati o in opere in terra, (escluso l'utilizzo nella realizzazione di manufatti in terra rinforzata e muri verdi), mediante l'inserimento alla base o in strati intermedi di geotessili, nella direzione di sforzo prevalente.

La misurazione verrà effettuata calcolando con metodo geometrico, l'effettiva superficie del materiale posto in opera.

Unità di misura **MQ**

18.6 Trasporti a discarica o da cava di prestito

I trasporti a Discarica o da Cava di Prestito sono inclusi nei singoli articoli di Elenco Prezzi, fino ad una distanza massima di 5 km dal perimetro del lotto.

Oltre tale distanza viene applicato il relativo sovrapprezzo da Elenco Prezzi, valutato per ogni metro cubo e per ogni km eccedente i primi 5 km.

18.7 Demolizione di murature

Demolizione di Murature di qualsiasi genere, entro e fuori terra e delle strutture in C.A.

La misurazione verrà computata misurando geometricamente l'effettivo volume dei manufatti interessati dalla demolizione, senza conteggiare i vuoti di area maggiori di 1,00 mq.

Unità di misura **MC**

18.8 Demolizione integrale di fabbricati e di strutture in C.A. e C.A.P.

Demolizione Integrale di Fabbricati e di Strutture in C.A. e C.A.P. di qualsiasi genere, entro e fuori terra.

La misurazione verrà computata conteggiando i volumi, calcolati vuoto per pieno, misurati geometricamente dal filo delle pareti esterne e della copertura, con esclusione di balconi, aggetti, sporgenze o simili.

Unità di misura **MC**

18.9 Demolizione di impalcati in C.A.P. o strutture similari in C.A., sia totali che parziali e/o a sezione obbligata

Demolizione di opere d'arte da suddividersi in elementi, quali le travi, da eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità delle parti di struttura sottostante.

Demolizione a sezione obbligata di qualsiasi dimensione eseguite anche in breccia, a qualsiasi altezza, di porzioni di strutture in conglomerato cementizio armato e/o precompresso, di impalcati di opere d'arte e di pile esistenti, per modifiche od allargamenti della sede stradale, per rifacimento di parti di strutture per creare ammorsamenti, per formazione di incavi per l'incastro di travi, per l'alloggiamento di particolari attrezzature, per variazioni della sezione dei cordoli di coronamento ecc.

La misurazione verrà computata misurando geometricamente i volumi effettivamente interessati dalle demolizioni.

Unità di misura **MC**

18.10 Idrodemolizione e asportazione corticale di conglomerato cementizio sull'intradosso ed estradosso degli impalcati, comprese le superfici verticali di spalle, pile, pulvini, muri, ecc – per uno spessore medio fino a 3 cm

Idrodemolizione superficiale di strutture in Cemento Armato su superfici sia verticali che orizzontali, sia per l'asportazione delle parti ammalorate che per la preparazione delle zone di attacco tra vecchi e nuovi getti.

Compresa l'eventuale scalpellatura di rifinitura, mediante demolitori leggeri e l'approvvigionamento dell'acqua.

La misurazione verrà computata misurando geometricamente lo spessore medio del materiale da rimuovere mediante rilievo su un reticolo di 1,00 mt di lato

Unità di misura **MQ fino a 3cm**

Unità di misura **MQxCM per ogni cm in più**

18.11 Demolizione di sovrastruttura stradale

Demolizione di Sovrastruttura Stradale comprese le pavimentazioni, da eseguirsi anche in presenza di traffico, la frantumazione del materiale demolito per poterlo adoperare per altri usi stradali, quali le fondazioni e sottofondazioni.

La misurazione verrà computata misurando geometricamente lo spessore del materiale da rimuovere misurato per la superficie interessata alla demolizione.

Unità di misura **MC**

18.12 Spicconatura di intonaco

Spicconatura di intonaco mediante l'utilizzo di mezzo meccanico e/o manuale, comprensivo di ogni mezzo provvisorio.

La misurazione verrà computata misurando geometricamente la superficie da rimuovere misurata vuoto per pieno, salvo la detrazione dei vani di superficie superiori a 2,00mq.

Unità di misura **MQ**

18.13 Rimozione e demolizione strutture in acciaio

La rimozione, demolizione e/o smontaggio di strutture dovrà procedere in maniera da non compromettere la stabilità delle strutture interessate e di quelle di collegamento. Sono comprese eventuali opere provvisorie di rafforzamento e puntellamento, tutte le attrezzature necessarie alla demolizione, il trasporto del materiale fino ad area da concordarsi.

La misurazione verrà effettuata misurando geometricamente i vari elementi componenti i manufatti di acciaio rimossi, suddivisi per tipologia di profilato, o la dimensione e lo spessore nel caso di lamiere, moltiplicato per il peso specifico di 7,85 kg/dmc indicato nel D.M. 17 febbraio 2018

Art.19 Controllo

19.1 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 quale 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, etc.) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., 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.

La frequenza minima delle prove ufficiali sarà quella indicata nella allegata Tabella 2, 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 1.

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	UNI 13242-UNI 14688-UNI 13285 UNI 13286 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	UNI 13242-UNI 14688-UNI 13285 UNI 13286 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	UNI 13242-UNI 14688-UNI 13285 UNI 13286 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

19.2 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 (UNI 13286);

la caratterizzazione e frequenza delle prove è riportata in Tabella 2.

19.3 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, 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 nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modo 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.

19.4 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 D.L. potrà richiedere, in presenza di terreni "instabili", l'esecuzione di prove speciali (prove di carico previa saturazione, ecc.).

Il controllo della strato anticapillare sarà effettuato con le stesse frequenze per i singoli strati del rilevato, e dovrà soddisfare alle specifiche riportate al punto 4.3.3.

Tabella 1 Formazione del Rilevato - Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali

Prospetto I - Classificazione delle terre												
Classificazione generale	Terre ghiaia - 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 palustri
	A 1		A 3	A 2		A 4	A 5	A 6	A 7		A 8	
Gruppo	A 1-a		A 1-b	A 2-4		A 2-5	A 2-6	A 2-7	A 7-5		A 7-6	
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												
2mm	≤50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,4mm	≤30	≤50	>50	≤35	≤35	≤35	≤35	>35	>35	>35	>35	
0,063	≤15	≤25	≤10									
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI2332												
Limite liquido	-	-	-	≤40	>40	≤40	>40	≤40	>40	≤40	>40	>40
Indice di plasticità	≤6	-	N.P.	≤10	≤10max	>10	>10	≤10	≤10	>10	>10	(IP > LL-30)
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 fortemente plastiche	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	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	Media	Molto elevata	Media	Elevata	Media		
Ritiro o rigonfiamento	Nulla	Nulla o lieve	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	
* 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.									

TABELLA 2 Frequenza delle prove

Tipo di prova	Rilevati Stradali				Terre Rinforzate	
	Corpo del rilevato		Ultimo strato di cm 30		primi 5000 m ³	successivi m ³
	primi 5000 m ³	successivi m ³	primi 5000 m ³	successivi m ³		
Classificazione UNI 13242 UNI 14688 UNI 13285	500	10000	500	2500	500	5000
Costipamento AASHO Mod. UNI 13286	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	**	**	**	**	**	**
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

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

19.5 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.

19.5.1 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 (UNI 13286);
- 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.

19.5.2 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.

19.6 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.

19.6.1 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 (UNI 13286);
- 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.

19.6.2 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.

19.7 Telo Geotessile "tessuto non tessuto"

Le normative di riferimento UNI EN maggiormente impiegate per l'esecuzione delle prove sui geotessili sono:

Campionatura CARATTERISTICA	RIFERIMENTO
Caratteristiche richieste per l'impiego nei sistemi drenanti	UNI EN 13252
Prova di punzonamento statico (metodo CBR)	UNI EN ISO 12236
Prova di trazione a banda larga	UNI EN ISO 10319
Caratteristiche richieste per l'impiego nelle costruzioni di terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno	UNI EN 13251
Identificazione in sito	UNI EN ISO 110320
Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico (escluse ferrovie e l'inclusione in conglomerati bituminosi)	UNI EN 13249
Massa Areica	UNI EN ISO 9864
Spessore	UNI EN ISO 9863-1
Apertura dei pori	UNI EN ISO 12956
Permeabilità perpendicolare all' acqua indice VH2050	UNI EN ISO 11058

Tra le prove eseguite rientrano anche quelle che il CSS svolge in veste ufficiale (campioni inviati dai Compartimenti).

Queste norme aggiornano e sostituiscono le CNR 110-111 del 1985 e le CNR da 141 a145 del 1992 oltre alle norme UNI (gruppo UNITEX).

Qualora 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 D.L., 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 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.

19.8 Controllo scavi

Nel corso dei lavori, al fine di verificare la rispondenza della effettiva situazione geotecnica-geomeccanica con le ipotesi progettuali, la DL, 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 DL.

b) Prove in sito

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.

19.9 *NORMATIVE DI RIFERIMENTO*

D.Lgs. 81/08 e s.m.i. "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. "Norme in materia ambientale".

Norme Tecniche per le costruzioni (semplicemente chiamate NTC).

2.3**2.3 PIATTAFORMA STRADALE****Art.20 Sottofondazione stradale in misto granulare stabilizzato****20.1 Generalità**

La sottofondazione in oggetto è costituita da una miscela di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tale miscela (trattenuta al setaccio UNI 2 mm) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla DL.

Questa lavorazione si applica per strati di fondazione nelle Manutenzioni Straordinarie (MS) o Nuove Lavorazioni (NC) esclusivamente nei casi di strade di minore rilevanza e può essere impiegata anche per lavori di sottofondazione come ultimo strato del rilevato stradale.

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 progettualmente e verificato dalla DL.

20.2 Caratteristiche del materiale da impiegare – Aggregati lapidei di primo impiego

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

1. l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 63 mm., né forma appiattita, allungata o lenticolare;
2. la granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Setacci UNI (mm)	Fuso (passante %)
Setaccio 63	100 - 100
Setaccio 40	84 - 100
Setaccio 20	70 - 92
Setaccio 14	60 - 85
Setaccio 8	46 - 72
Setaccio 4	30 - 56
Setaccio 2	24 - 44
Setaccio 0.25	8 - 20
Setaccio 0.063	6 - 12

3. perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso;
4. equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio ASTM n. 4 compreso tra 40 e 80 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia pari a 80 potrà essere modificato dalla DL in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 40 e 60 la DL richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma. Indice di portanza C.B.R. (CNR UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non minore di 50, per un intervallo di + 2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

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, 2, 3, 4, salvo nel caso citato al comma 4) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

20.3 Studio preliminare

L'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla DL mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno per la loro valutazione prima dell'inizio delle lavorazioni.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli della DL in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo avere effettuato il costipamento.

20.4 Modalità esecutive

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

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

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

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla DL con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento), tali da portare alla eventuale taratura dei mezzi costipanti.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (AASHTO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4".

La portanza dello strato dovrà essere rilevata mediante tramite LWD (Light Weight Deflectometer) con valore min 80 Mpa secondo procedura di prova descritta all'art 1.4.

La DL effettuerà tale controllo prima della stesa degli strati superiori; in caso di carenze interromperà le lavorazioni successive fino all'ottenimento del valore richiesto.

Le prove LWD devono rispettare le Norme ASTM E2583-07 "Standard Test Method for Measuring Deflections with a Light Weight Deflectometer (LWD)" e andranno eseguite applicando uno sforzo di sollecitazione pari a circa 70 KPa mentre la durata dell'impulso di carico sarà pari a circa 30 msec.

Tale configurazione si ottiene utilizzando il carico da 10 Kg con una altezza di caduta (distanza tra terreno e base del carico) pari a 100 cm.

Le battute del LWD, secondo quanto indicato nella Norma, dovranno essere ripetute fino ad ammettere uno scarto tra le deflessioni a centro piastra $\leq 3\%$; Pur nel rispetto del limite di modulo elastico richiesto, se non viene raggiunto il limite dello scarto tra due deflessioni consecutive dopo 4 ripetizioni per più di 5 punti di misura distanziati almeno 5 metri tra loro lo strato andrà riaddensato.

Le prove eseguite, salvabili su file informatico, devono registrare almeno la pressione effettivamente applicata, il tempo di applicazione del carico, la deflessione al centro piastra ed il modulo elastico che dovrà essere calcolato con la seguente espressione $E=f \cdot (1-h^2) \cdot s \cdot r/d_0$ con $f = 2$, $h = 0,35$, $s =$ sforzo effettivamente applicato (intorno a 70 KPa), $r = 150$ mm (raggio della piastra), e $d_0 =$ deflessione misurata al centro piastra.

Art.21 Cordoli di ciglio stradale, per marciapiedi e rotatorie

21.1 Cordoli in elementi prefabbricati

Saranno del tipo prescritto in progetto ed avranno di norma lunghezza non inferiore a 100 cm, salvo che nei tratti in curva o in casi particolari.

Lo strato superficiale dei cordoli prefabbricati sarà realizzato con impasto di graniglia bianca e polvere bianca mescolata con cemento bianco ad alto dosaggio. La stilatura dei giunti sarà effettuata con sola malta di cemento bianco.

Art.22 Strati di usura, binder e base in conglomerato bituminoso

22.1 Generalità

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di seguito denominato "Bitume", in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato. Ai fini del loro impiego i conglomerati bituminosi dovranno avere marcatura CE relativamente alle grandezze indicate in premessa.

22.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

22.2.1 Bitume

Il bitume da impiegare per la confezione dei conglomerati bituminosi sarà rispondente alle prescrizioni indicate all'art. 11 del presente capitolato.

22.2.2 Materiali inerti

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043; gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

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

Ai fini dell'impiego è obbligatoria l'attestazione di conformità (CE) da parte del produttore relativamente (almeno) ai requisiti richiesti

Aggregato grosso (pezzature da 4 a 31.5 mm)

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

Strato di base

Nella miscela di questo strato dovranno essere impiegati inerti frantumati (privi di facce tonde) in percentuale superiore al 70% in peso. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la Norma UNI EN 1097-2 dovrà essere inferiore o uguale al 25%.

Il coefficiente di appiattimento, determinato in accordo con la UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15.

Strato di binder

Per questo strato dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati (privi di facce tonde), con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo la Norma UNI EN 1097-2) inferiore o uguale al 25%.

Il coefficiente di appiattimento, determinato in accordo con la UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15.

Strato di usura

Dovranno essere impiegati frantumati di cava con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo la Norma UNI EN 1097-2) inferiore o uguale a 20% ovvero, in percentuali ridotte, aggregati artificiali (argilla espansa, scorie di altoforno ecc.), in questo caso sarà la DL a decidere, caso per caso, l'idoneità dei materiali e le percentuali di impiego. Gli aggregati dovranno poi rispondere ai seguenti requisiti:

- coefficiente di appiattimento minore o uguale a 15% (UNI EN 933-3);
- resistenza alla levigabilità
- PSV (Polished Stone Value) maggiore o uguale a 44 (UNI EN 1097-8);
- resistenza al gelo/disgelo minore o uguale all'1% (UNI EN 1367-1)

E' facoltà della DL prevedere l'impiego di aggregati "alluvionali", cioè provenienti da frantumazione di rocce tondeggianti; in questo caso (fermo restando i requisiti richiesti), la percentuale (totale) di impiego di questi ultimi non deve essere superiore al 50%.

Gli aggregati alluvionali dovranno provenire dalla frantumazione di elementi sufficientemente grandi da essere formati da elementi completamente frantumati (privi di facce tonde) in percentuale (in peso) $\geq 80\%$; la restante parte non dovrà essere mai completamente tonda.

Aggregato fino (pezzature inferiori a 4 mm)

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione.

L'equivalente in sabbia determinato secondo la UNI EN 933-8 dovrà essere superiore od uguale a 75, nel caso di impiego in strati di usura, ovvero superiore o uguale a 60 negli altri casi.

22.2.3 Additivi

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

- alla prova UNI EN 933-10 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:
 - setaccio UNI 2 mm passante in peso 100%
 - setaccio UNI n. 0,125 passante in peso 85 - 100%
 - setaccio UNI n. 0,063 passante in peso 70 - 100%
- indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 17892-12): NP
- palla e anello (filler/bitume=1.5) (UNI EN 13179-1): $\Delta R\&B > 5\%$

22.3 Composizione delle miscele

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica determinata in conformità con la UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2 e compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso della miscela, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

Requisiti granulometrici delle miscele di aggregati

Apertura setacci UNI (mm)		Base	Binder	Usura	
				A	B
Setaccio	31.5	100	-	-	-
Setaccio	20	68 - 88	100	100	-
Setaccio	16	55 - 78	90 - 100	-	-
Setaccio	12.5	-	66 - 86	90 - 100	100
Setaccio	8	36 - 60	52 - 72	70 - 88	90 - 100
Setaccio	4	25 - 48	34 - 54	40 - 58	44 - 64
Setaccio	2	18 - 38	25 - 40	25 - 38	28 - 42
Setaccio	0.5	8 - 21	10 - 22	10 - 20	12 - 24
Setaccio	0.25	5 - 16	6 - 16	8 - 16	8 - 18
Setaccio	0.063	4 - 8	4 - 8	6 - 10	6 - 10
% di bitume		3.8 - 5.2	4.1 - 5.5	4.5 - 6.1	4.5 - 6.1

Il fuso A è da impiegare per strati di usura con spessori superiori ai 4 cm; il fuso B per spessori compresi tra 3 cm e 4 cm. La quantità di bitume di effettivo impiego, per tutti i tipi di conglomerato bituminoso, deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico.

22.4 Requisiti di accettazione

I conglomerati dovranno avere ciascuno i requisiti descritti nei punti a cui si riferiscono.

Le miscele devono avere massime caratteristiche di resistenza a fatica, all'ormaiamento, ai fattori climatici e in generale ad azioni esterne.

Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria con i seguenti parametri di prova:

METODO VOLUMETRICO	STRATO PAVIMENTAZIONE			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Angolo di rotazione	°	1.25 ± 0.02		
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30		
Pressione verticale	kPa	600 ± 3		
Diametro del provino	mm	150	100	100

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia dalla miscela e dalla tipologia del legante. La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale). Si riportano a seguire il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti.

Requisiti delle miscele di conglomerato tradizionale e ad elevate prestazioni studiate con metodo volumetrico

Condizioni prova	STRATO PAVIMENTAZIONE							
	Base		Binder		Usura Soft		Usura Hard	
	N° giri	% vuoti	N° giri	% vuoti	N° giri	% vuoti	N° giri	% vuoti
N1	10	11 – 15	10	11 – 15	10	11 – 15	10	11 – 15
N2	100	3 – 6	100	3 – 6	130	3 – 6	140	3 – 6
N3	180	≥ 2	180	≥ 2	220	≥ 2	230	≥ 2

Requisiti meccanici delle miscele per strati di usura, binder e base di conglomerato bituminoso tradizionale e ad elevate prestazioni studiate con metodo volumetrico

BASE			
Requisiti meccanici	Unità di misura	Bitume tal quale	Bitume Soft e Hard
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**) (CNR 97/84)	(GPa x 10-3)	0.72 -1.40	0.95 – 1.70
Coefficiente di trazione indiretta ² a 25 °C (**) (CNR 97/84)	(GPa x 10-3)	≥ 50	≥ 75
<i>(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria</i>			

STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)

Requisiti meccanici	Unità di misura	Bitume tal quale	Bitume Soft e Hard
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**) (CNR 97/84)	(GPa x 10 ⁻³)	0.72 -1.40	0.95 – 1.70
Coefficiente di trazione indiretta ² a 25 °C (**) (CNR 97/84)	(GPa x 10 ⁻³)	≥ 65	≥ 75
<i>(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria</i>			

STRATO DI USURA			
Requisiti meccanici	Unità di misura	Bitume tal quale	Bitume Soft e Hard
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**) (CNR 97/84)	(GPa x 10 ⁻³)	0.72 -1.60	0.95 – 1.90
Coefficiente di trazione indiretta ² a 25 °C (**) (CNR 97/84)	(GPa x 10 ⁻³)	≥ 65	≥ 75
<i>(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria</i>			

22.5 Controllo dei requisiti di accettazione

Almeno tre mesi prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a provvedere con congruo anticipo, rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, alla composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali delle miscele (mix design).

Una volta accettata dalla DL la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

Le tolleranze ammesse relative alla granulometria risultante rispetto alla miscela ottimale approvata sono:

Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	5%
Aggregato fino (passante setaccio al 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	3%
Additivi Filler (passante al setaccio 0,063mm)	1,5%

Per la percentuale di bitume non sarà accettato uno scostamento da quella di progetto di $\pm 0,3\%$ e sempre contenuta nei limiti indicati per ciascuna miscela. Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate in stesa, all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

Dovranno essere effettuati i seguenti controlli:

1. la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;

2. la verifica della composizione del conglomerato andrà effettuata mediante estrazione del legante con ignizione o sistemi a solvente dalla quale verrà ricavata la granulometria e la percentuale di legante, prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o dietro finitrice;

3. Sui prelievi di conglomerato andranno inoltre realizzati provini giratoria per in controllo della percentuale dei vuoti e delle resistenze diametrali che dovranno rispettare gli intervalli espressi (art. 7.1.8);

I controlli 2 e 3 saranno effettuati ogni 500 tonnellate per le prime 1.000 tonnellate di fornitura ed ogni 1.500 per le successive.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume dovrà essere fatta almeno ogni 2000 mt di lavorazione (per ciascun strato) con prelievi a norma UNI EN 58 sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto.

Per lavorazioni di estensione inferiori a 500mt e sufficiente un prelievo per strato in corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la DL effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli che riterrà necessari atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Ai fini della valutazione della aderenza, relativamente alle miscele Usura e Binder (se quest'ultimo è oggetto di aperture temporanee al traffico), nel caso l'intervento interessi tratte brevi o con particolari caratteristiche geometriche tali da non poter effettuare misure con mezzi ad alto rendimento, la valutazione potrà essere effettuata mediante misura di attrito radente PTV con Skid Tester (UNI EN 13036-4) misurato tra il 60° e il 180° ° giorno di apertura al traffico. Il valore PTV dovrà risultare > 55.

22.6 *Formazione e confezione delle miscele*

Il conglomerato 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. La DL potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature 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 mescolazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammanimento 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 dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei 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 dovrà essere compresa tra 160° e 180°C e quella del legante tra 150 e 180°C salvo diverse disposizioni della DL 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 superare lo 0,5% in peso.

22.7 Posa in opera

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla DL in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La DL si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

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 con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa acida al 55% in peso 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, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e /o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.

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

L'impianto di confezionamento del conglomerato dovrà essere collocato di norma entro un raggio di 70 chilometri dalla zona di stesa.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160°C per conglomerati con bitume modificato e 140°C per conglomerati con bitumi normali.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono 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 di norma dovrà essere realizzato con rulli dei seguenti tipi:

- strato di base, basebinder e binder - rullo combinato vibrante gommato più rullo gommato con almeno sette ruote e peso del rullo di 12 t;
- strato di usura - rulli gommati e vibranti tandem con peso di almeno 10 t.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 t per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base a discrezione della DL potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

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 dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente; sarà tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 10. Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla DL 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 acida al 55% 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 o bitume preferibilmente modificato in ragione di 0,6-1,2 kg/m².

Nel caso di risanamento superficiali l'uso dei bitumi modificati come mano di attacco è d'obbligo. Tra i vari strati deve comunque essere sempre prevista la mano di attacco.

22.8 **Controllo sulla qualità della compattazione delle miscele**

Per ogni lavorazione descritta nelle presenti Norme Tecniche sono indicati i mezzi più adatti per eseguire un buon costipamento.

A riprova della presenza e del buon uso dei sistemi di compattazione dei diversi strati presenti in opera la percentuale dei vuoti (rilevabile da carotaggi) dovrà risultare nei limiti della tabella seguente:

Lavorazioni	% dei vuoti (Vm: UNI EN 126978)	
	Min	max
Base	3	9
Binder	3	8
Usura A e B	3	8

Le verifiche potranno essere fatte anche in corso d'opera con possibilità di richiesta da parte della DL di variazione del sistema di compattazione.

22.9 **Requisiti di laboratorio sottoposti a detrazione**

Le caratteristiche tecniche rilevate da misure di laboratorio dei conglomerati bituminosi eseguiti a caldo oggetto di detrazioni riguardano la percentuale e la qualità del bitume e lo spessore del conglomerato bituminoso in opera.

Qualità e percentuale di bitume

Ai fini dell'applicazione della detrazione penale dovranno essere rispettate le caratteristiche richieste nella prova di cui all'art. 6 tabelle 6.A e 6.B relativamente alla Penetrazione, Palla e Anello e Viscosità a 160°C sul bitume prelevato in impianto, con una tolleranza del 10% sui range (ad es. se la penetrazione prevista è 50-70 dmm le soglie per la penale sono $50 - 0,1 \cdot 50 = 45 \text{ dmm}$ e $70 + 0,1 \cdot 70 = 77 \text{ dmm}$).

Sempre ai fini della applicazione della penale dovrà essere rispettato la conformità della percentuale di legante rilevato mediante estrazione rispetto a quella approvata (di progetto) contenuta negli studi di formulazione della miscela in esame.

Rispetto al contenuto di bitume di progetto (che dovrà essere sempre contenuto nei range delle percentuali del bitume di cui agli art. 7.1.7 e 7.2.) ai fini dell'applicazione della penale e ammessa una tolleranza di + 0,3%.

La percentuale di bitume dovrà essere sempre riferita in peso rispetto alla miscela e potrà essere misurata su carotaggi eseguiti sulla pavimentazione o da conglomerato sciolto prelevati in fase di stesa e sarà eseguita secondo UNI EN 12697-1 o 39.

La DL potrà applicare la penale anche nel caso una sola delle quattro grandezze di cui sopra risulti fuori dalle tolleranze descritte.

Calcolo della penale

Qualora una o più delle grandezze di cui sopra non risulti nei range descritti verrà detratta del 15% una quantità standard CM di conglomerato bituminoso ad un prezzo PS, calcolata secondo il seguente metodo:

$$CM_{(metri\ cubi)} = Q / (2,3 \times 0,045)$$

$$D_{(euro)} = 0,15 \times CM \times PS$$

CM = Quantità di conglomerato bituminoso (in metri cubi) realizzato con la fornitura di Q tonnellate di bitume

Q = Quantità in tonnellate della fornitura di bitume a cui il prelievo si riferisce, nel caso in cui non si riesca a risalire alla quantità Q di bitume oppure il parametro da penalizzare (fuori tolleranza) sia la percentuale del bitume si considererà Q = 20ton.

PS = prezzo in €/mc di aggiudicazione dei lavori del conglomerato realizzato con il bitume in oggetto

D = valore da detrarre in euro (€)

Nel caso lo stesso bitume sia utilizzato per più tipologie di conglomerato si utilizzerà il conglomerato con il prezzo più alto.

Spessori degli strati della pavimentazione (mediante carotaggi)

La valutazione della conformità degli spessori realizzati ai quelli di progetto può essere eseguita sia mediante carotaggi che con georadar (GPR) in quest'ultimo caso si rimanda all'art 10.5.

La misura di spessore con carotaggi, valutato attraverso la Norma UNI EN 12697-36, sarà basata su carote di diametro compreso tra 100 e 200 mm, su cui calcolare per ciascuna carota lo spessore medio SM da confrontare con lo spessore di progetto. Sarà applicata la detrazione per spessori in difetto con le seguenti tolleranze (T):

strato di usura (A e B),

strato di binder 7%

strati di base 10%

a discrezione della DL potrà essere valutato lo spessore totale, in tal caso la tolleranza massima è del 7%.

La detrazione sarà calcolata nel seguente modo:

$$DP_{(\%)} = 100 \times \frac{(SP - SM)}{SP}$$

$$D_{(euro)} = \frac{(DP - T)}{100} \times 3 \times PR \times A$$

dove:

DP = differenza percentuale tra lo spessore di progetto e quello rilevato

SP = spessore di progetto (mm)

SM = spessore medio misurato della singola carota (mm)

T = tolleranza in %

PR = prezzo (€/mq)

A = area di influenza della carota in mq

D = valore da detrarre in euro (€)

La superficie di detrazione A sarà calcolata moltiplicando l'area di influenza della carota (interasse delle carote) per la larghezza dell'intervento.

Nel caso di scostamenti per difetto degli spessori degli strati rispetto a quelli di progetto superiori al 20% (oltre la tolleranza) la DL si riserva la facoltà di ordinare la rimozione ed il rifacimento dello strato a totale carico dell'impresa.

E' facoltà della DL ritenere comunque accettabili le lavorazioni così come eseguite

22.10 Generalità per l'esecuzione dei lavori – Autocontrollo dell'impresa

22.10.1 Prima dell'esecuzione dei lavori

L'Impresa è tenuta, a propria cura e spese, a formulare gli studi delle miscele completi delle prove di laboratorio riguardanti i lavori, che tengano conto della disponibilità dei materiali, delle specificità degli impianti di fabbricazione e del cantiere di stesa, per la definizione delle miscele da porre in opera ed il mix design, valutato in conformità alle presenti Norme Tecniche, e impegnativo per l'Impresa.

Gli studi dovranno essere presentati alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvati dalla stessa DL. E dovranno contenere:

tipo di miscela sito di applicazione (strada, carreggiata, corsia, quantità ecc) impianto di produzione; aggregati: provenienza, granulometrie, PSV, e percentuali di impiego, fresato compreso;

- caratteristiche volumetriche (% vuoti, pesi di volume) e meccaniche (ITS, Rc e CTI.);
- percentuale di legante (bitume o emulsione), tipo, fornitore, dati e scheda tecnica relativa;
- eventuale impiego di additivi (con indicate le percentuali di progetto);
- descrizione degli impianti e delle attrezzature utilizzate per produrre le miscele e per applicarle definiti in tipologia, caratteristiche e modalità operative.

Tutte le curve di progetto per le miscele contenente bitume e/o cemento devono essere verificate mediante l'impiego della apparecchiatura "Pressa Giratoria".

Entro 15 gg dalla presentazione degli studi, il Committente si riserva la facoltà di rifiutare gli studi proposti, chiedendone il rifacimento.

L'accettazione delle miscele da parte della DL, che potrà effettuare controlli con i Laboratori descritti in seguito, non solleva l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

L'utilizzo dei Laboratori esterni, che potranno provvedere anche alle misure ad alto rendimento eseguite ai fini dei controlli prestazionali, sono possibili, purché i loro processi siano accreditati ISO9001; in questo caso le loro attrezzature dovranno essere verificate su piste di taratura prestabilite definite dal CSS, a meno che non siano accreditate ISO17025. Il CSS è autorizzato comunque ad eseguire controlli a campione sulle zone testate da detti laboratori e qualsiasi altra operazione di verifica.

22.10.2 Autocontrollo durante l'esecuzione dei lavori

Durante l'esecuzione dei lavori il controllo basato sulle presenti Norme Tecniche andrà esercitato in modo continuo dai Laboratori dell'Impresa che a questo fine dovrà disporre di attrezzature e personale dedicato.

La DL si riserva la facoltà di verificare la sufficienza di dette prove, qualora le ritenga non adeguate per i controlli di produzione.

Il Committente potrà comunque effettuare controlli tramite i suoi Laboratori al fini del rilievo del *modus operandi* delle Imprese in corso d'opera ed al fine della verifica di congruità tra il progetto presentato e il lavoro in esecuzione.

In tale ambito potrà richiedere documentazione (schede tecniche, bolle di accompagnamento ecc.) atte a facilitare la verifica di idoneità delle lavorazioni in oggetto.

Tutti i prelievi dei materiali devono essere effettuati in contraddittorio con l'Impresa.

In caso di lavorazioni di particolare rilevanza e complessità, come i riciclaggi in sito, va prevista l'effettuazione di una serie di verifiche in corso d'opera, considerando la possibile variabilità del materiale da stabilizzare per cui potrebbe essere insufficiente l'effettuazione di un solo studio *mix design* per ottimizzare la lavorazione.

Tali attività di autocontrollo durante l'esecuzione dei lavori, necessarie per la corretta esecuzione delle lavorazioni, sono obbligatorie ed a carico dell'Impresa.

22.10.3 Controlli al termine dei lavori eseguiti

Ai fini dell'attività di verifica finale, saranno eseguite le verifiche e le prove disposte per l'accertamento delle prestazioni del rispetto delle presenti NT (Art.10.1), che saranno a cura e spese di ANAS secondo quanto previsto dal vigente Regolamento.

Ulteriori controlli disposti dall'organo di collaudo saranno a cura e spese dell'Impresa.

Le tariffe applicate per l'esecuzione delle prove inerenti i requisiti di idoneità (miscele, aggregati, bitumi, ecc.), eventuale verifica dei lavori in sito e prove di alto rendimento, saranno secondo quanto riportato dal tariffario di riferimento.

22.11 Controlli requisiti di accettazione delle pavimentazioni

I controlli per i requisiti di accettazione delle pavimentazioni, e la valutazione delle eventuali detrazioni o penalizzazioni da applicare, sono basati su controlli sempre di tipo prescrittivo per i lavori di manutenzione ordinaria MO.

I controlli per i requisiti di accettazione delle pavimentazioni, e la valutazione delle eventuali detrazioni o penalizzazioni da applicare, sono basati su controlli sempre di tipo prestazionale per i lavori di tipo manutenzione straordinaria MS e nuove costruzioni NC, salvo quanto indicato nella premessa.

A discrezione della DL, anche nel caso di lavori tipo MO, potranno essere richieste verifiche prestazionali sulle caratteristiche di aderenza, tessitura, e valutazioni degli spessori, da cui potranno scaturire, da parte della DL, detrazioni o penalizzazioni come previste nelle attività MS e NC.

I controlli dei requisiti di accettazione di tipo prescrittivo sono richiamati negli articoli precedenti che si riferiscono alle specifiche miscele e leganti da sottoporre al controllo.

Di seguito sono riportati, in tabella, i controlli di tipo prestazionale che valutano le caratteristiche superficiali e strutturali delle pavimentazioni.

Tipo di lavorazione	% bitume e qualità	spessori	CAT20	HS	IRI	IS300	IS200
articolo	7.4	7.4 e 10.5	10.2	10.2	10.3	10.4	10.4
RSS	SI	SI	SI SE ESTESI ≥ 500 m	SI SE ESTESI ≥ 500 m	NO	NO	NO
TS	SI SE ESTESI ≥ 500 m	NO	SI	SI	NO	NO	NO
RS	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
RP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NON APPLICABILE
NC	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NON APPLICABILE

22.11.1 Aderenza e tessitura

I valori di ADERENZA E TESSITURA costituiscono il dato prestazionale superficiale, i valori da ottenere sono dipendenti da:

- i tipi di materiale usati per l'esecuzione dello strato superficiale;
- le condizioni planoaltimetriche del tracciato in ogni suo punto;
- il tipo di traffico prevalente e la sua intensità.

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale CAT verrà misurato con l'apparecchiatura SCRIM, SUMMS o ERMES secondo la Norma CNR B.U. n° 147 del 14.12.92 1.

La tessitura geometrica HS, intesa come macrotessitura superficiale, verrà misurata in termini di MPD ed espressa in mm con l'apparecchiatura SCRIM, SUMMS o ERMES secondo la Norma UNI EN ISO 13473-1 di Agosto 2004; il valore di HS da confrontare con i limiti riportati in tabella risulterà:

$$HS = 0,2 + 0,8 \cdot MPD$$

Gli indicatori CAT, riportati alla temperatura di riferimento dell'aria di 20°C, e HS, dovranno essere superiori o uguali ai seguenti valori:

TIPOLOGIA LAVORAZIONE	CAT ₂₀	HS (mm)
Conglomerati bituminosi per strati di usura	58	0,4
Conglomerati bituminosi per strati di usura provvisoria (binder)	50	0,3
Conglomerati bituminosi per strati di usura con argilla espansa	62	0,4

Le misure di CAT e di HS dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, ad eccezione dei conglomerati bituminosi drenanti ad elevata rugosità superficiale, per i quali le misure dovranno essere effettuate tra il 60° ed il 270° giorno dall'apertura al traffico, mentre le irradiazioni meccaniche di irruvidimento (pallinatura) andranno valutate entro il 60° giorno dall'intervento.

Le misure di CAT e HS saranno effettuate con gli strumenti del CSS o anche da Laboratori accreditati ISO9001, purché operanti con specifiche ed attrezzature verificate preventivamente dal CSS2;

La velocità di rilievo dovrà essere mantenuta per quanto possibile costante e pari a 60 ± 5 km/h.

Dovrà essere rilevata l'intera lunghezza degli interventi realizzati da ogni singolo cantiere; le misure di CAT e HS dovranno essere restituite con un passo di misura di 10 m e quindi analizzate per tratte omogenee.

Prima di detta analisi i valori di CAT dovranno essere riportati alla temperatura di riferimento 20°C ; l'operazione si effettuerà secondo la seguente formula correttiva elaborata dal TRRL, non sono previste invece correzioni per l'HS:

$$CAT_{20} = \frac{CAT_t}{0,548 + \frac{44,69}{(t + 80)}}$$

dove CAT_{20} è il valore CAT riportato alla temperatura di riferimento 20°C ; CAT_t è il valore CAT nelle condizioni di prova t e la temperatura dell'aria nelle condizioni di prova in $^{\circ}\text{C}$

Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio; l'analisi sarà condotta con il programma di calcolo fornito dal CSS.

I valori medi di CAT e HS ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare maggiori o uguali alle prescrizioni riportate.

Nel caso in cui l'apparato di misura abbia rilevato CAT ed HS sui due lati della corsia in esame e facoltà della DL analizzare entrambe le serie e prendere in considerazione i valori medi di CAT ed HS relativi alle TRATTE OMOGENEE in condizioni peggiori, detta misurazione valuterà comunque l'intera larghezza dell'intervento.

Detrazioni

Le detrazioni saranno applicate per i tratti omogenei quando i valori medi di CAT e/o HS del tratto omogeneo risultino più bassi dei valori prescritti; qualora i valori medi di CAT e HS risultino ambedue deficitari sarà applicata la penalità più gravosa.

La riduzione sarà applicata in punti percentuali ai prezzi di aggiudicazione dello strato più superficiale (usura); detti punti corrisponderanno alla meta dei punti percentuali per cui il CAT o l'HS differisce in diminuzione rispetto ai valori limite prescritti (esemplificando, se la differenza è del 6% rispetto al valore previsto, la penale sarà del 3%).

La detrazione riguarderà la larghezza dello strato più superficiale oggetto del lavoro per tutto il tratto omogeneo a cui si riferisce fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata:

TIPOLOGIA LAVORAZIONE	CAT ₂₀	HS (mm)
Tutte le lavorazioni	40	N.A.

Se i valori medi di CAT risultassero inferiori ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere, a completa cura e spese dell'Appaltatore, all'asportazione completa con fresa ed al rifacimento dello strato superficiale per tutta la larghezza dell'intervento; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare il valore deficitario al di sopra della soglia di non accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni non si raggiungessero i valori prescritti, pur essendo i valori di CAT al di sopra dei valori inaccettabili e sempre che la lavorazione sia accettata da parte della DL, sarà applicata la detrazione prevista valutata con le stesse modalità sopra riportate.

22.11.2 Regolarita'

I valori di REGOLARITA' costituiscono il dato prestazionale superficiale insieme alla ADERENZA e TESSITURA.

La regolarità della superficie di rotolamento potrà essere misurata con apparecchiature ad alto rendimento dotate di profilometro laser tipo inerziale di classe 1 secondo ASTM E950-98(2004) e calcolata attraverso l'indice IRI (International Roughness Index) come definito dalla World Bank Technical Paper Number 45 e 46 nel 1986.

L'indicatore IRI dovrà essere inferiore o uguale ai seguenti valori:

TIPOLOGIA DI INTERVENTO	IRI (mm/m)
RS, RP ed NC, come definiti in appendice	2,5
RSS e TS, come definiti in appendice	N.A.

Le misure di regolarità dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra la stesa ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Le misure saranno effettuate con gli strumenti del CSS o anche da Laboratori accreditati ISO9001, purchè operanti con specifiche attrezzature verificate preventivamente dal CSS3; La velocità di rilievo dovrà essere mantenuta quanto più possibile costante e non dovrà scendere sotto i 25 km/h.

Dovrà essere rilevata l'intera lunghezza degli interventi realizzati da ogni singolo cantiere e dovrà essere interessata almeno una corsia; le misure di IRI dovranno essere restituite con un passo di misura di 10 m e quindi analizzate per tratte omogenee.

Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio; l'analisi sarà condotta con il programma di calcolo fornito dal CSS.

I valori medi di IRI ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare minori o uguali alle prescrizioni riportate. Nel caso in cui l'apparato di misura abbia rilevato l'IRI sui due lati della corsia in esame e facoltà della DL analizzare entrambe le serie e prendere in considerazione i valori medi di IRI relativi alle TRATTE OMOGENEE in condizioni peggiori, detta misurazione valuterà comunque l'intera larghezza dell'intervento.

Detrazioni

Le detrazioni saranno applicate per i tratti omogenei quando i valori medi di IRI del tratto omogeneo risultino più alti dei valori prescritti.

La riduzione sarà applicata in punti percentuali ai prezzi di aggiudicazione dello strato di usura; detti punti corrisponderanno ad un terzo dei punti percentuali per cui l'IRI differisce in aumento rispetto ai valori limite prescritti (esemplificando, se la differenza è del 18% rispetto al valore previsto, la penale sarà del 6%).

La detrazione riguarderà la larghezza dello strato steso di usura oggetto del lavoro per tutto il tratto omogeneo a cui si riferisce fino al raggiungimento di una soglia appresso specificata.

TIPOLOGIA DI INTERVENTO	IRI (mm/m)
RS, RP ed NC, come definiti in appendice	4,0
RSS e TS, come definiti in appendice	N.A.

Se i valori medi di IRI risultassero maggiori di dette soglie, la DL, anche tenendo conto dell'effettiva estensione e della distribuzione di tali tratte, potrà richiedere, a completa cura e spese dell'Appaltatore, l'asportazione completa con fresa

di adeguati spessori di conglomerato ed il rifà cemento con eventuali imbottiture degli strati fresati per tutta la larghezza dell'intervento; la nuova superficie sarà comunque soggetta alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

22.11.3 Portanza

I valori di PORTANZA costituiscono il dato prestazionale strutturale.

La misura della portanza si ottiene valutando il bacino di deflessione effettivo della pavimentazione dovuto all'applicazione di un carico dinamico imposto da una macchina a massa battente da 350 kg (Falling Weight Deflectometer - FWD) e/o una macchina mobile ad alto rendimento con asse di misura da 12 t (Traffic Speed Deflectometer - TSD).

La macchina FWD da usare deve essere dotata di almeno 7, preferibilmente 9, misuratori di abbassamento (deflessione) montati in linea ad una distanza prefissata dalla piastra di carico (le distanze dal centro piastra in mm sono: 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500, 1800); le misure saranno effettuate di norma su un allineamento disposto centralmente rispetto alla larghezza dell'intervento, o, in caso di dubbi sulla buona riuscita ai bordi, potrà anche essere effettuate nella parte laterale ad almeno 50 cm dal bordo, comunque, i risultati ottenuti varranno per l'accettazione di tutta la larghezza di intervento.

In alternativa potrà essere usata la macchine a massa battente da 700 kg (Heavy Weight Deflectometer - HWD) dotata di almeno 7, preferibilmente 9, sensori montati con le distanze sopra indicate, tuttavia la massa battente applicata dovrà essere regolata a 350 kg.

L'attrezzatura mobile ad alto rendimento per il rilievo in velocità dovrà fornire valori di bacino (abbassamenti) almeno in corrispondenza dell'asse ruota ed a 200, 300, 900 e 1500 mm dall'asse, o almeno fornire direttamente gli indicatori IS300, IS200, e ISFOND di seguito specificati.

Il valore indicativo del bacino, da usare come dato di riferimento per i risanamenti profondi (RP come descritti in appendice) o per le nuove pavimentazioni (NC come descritte in appendice), e quello denominato Indice Strutturale 300 (IS300) misurato in m-10-6 ottenuto come differenza tra la deflessione massima registrata al centro del carico ed a 300 mm da detto centro, mentre i valori, comunque da registrare degli altri abbassamenti, potranno essere usati solo a fini di studio e non per le valutazioni contrattuali nel modo qui di seguito descritto. Il valore indicativo del bacino, da usare come dato di riferimento per i risanamenti superficiali (RS come descritti in appendice), e quello denominato Indice Strutturale 200 (IS200) misurato in m-10-6 ottenuto come differenza tra la deflessione massima registrata al centro del carico ed a 200 mm da detto centro con le modalità di seguito specificate.

Le valutazioni si faranno di norma sulle pavimentazioni finite, ed e su questi valori che si opererà per la verifica in termini contrattuali; altre misure, effettuate in corso d'opera sugli strati più bassi e/o intermedi, potranno essere usati dalla DL per dare indicazioni all'Impresa esecutrice, che comunque sarà valutata sul risultato finale⁴.

Le Riparazioni Superficiali di Soccorso (RSS come descritte in appendice) ed i Trattamenti Superficiali (TS come descritti in appendice) non prevedono accettazioni sulla portanza. Le misure con FWD saranno effettuate con gli strumenti del CSS o anche da Laboratori accreditati ISO9001, purché operanti con le specifiche ed attrezzature verificate preventivamente dal CSS⁵; esse avranno una cadenza minima di una valutazione ogni 20 o ogni 50 metri, in funzione dell'effettiva estensione dell'intervento, oppure su distanze minori indicate della DL. Per ogni stazione di misura si dovranno eseguire 3 ripetizioni di carico imponendo un assegnato sforzo pari a 1700 KPa, il bacino di riferimento e il bacino registrato nella terza ripetizione. Le misure si estenderanno tutto il tratto dell'intervento.

Con le nuove apparecchiature per le misure in velocità tipo Traffic Speed Deflectometer il rilevamento del parametro strutturale avverrà in continuo ed ad alta velocità.

Per ogni tipologia di intervento, definito in appendice, sono state valutate le caratteristiche di portanza, e quindi i bacini di deflessione, che si ottengono sollecitando con un assegnato sforzo i materiali previsti. Tali calcoli hanno permesso di determinare i limiti ammissibili per l'Indice Strutturale IS300, in funzione delle condizioni di prova, e sono riportati nei

grafici seguenti. Le condizioni di prova sono valutate attraverso la temperatura effettiva dell'aria al momento della prova e l'eventuale grado di maturazione della lavorazione rapportato al tempo di esecuzione della prova stessa.

Le prove vanno di norma eseguite ad una determinata temperatura di riferimento dell'aria (14°C), ma saranno considerate comunque valide se contenute negli intervalli di temperatura dell'aria comprese tra 8 e 25 °C; oltre tali intervalli di temperatura i dati saranno comunque registrati, ma non costituiranno condizioni vincolanti al fine dell'accettazione dei lavori eseguiti. Nel caso di lavorazioni o soluzioni progettuali diverse da quelle previste in appendice, prima dell'inizio dei lavori, sarà prodotto dal CSS il diagramma di controllo specifico della tipologia di pavimentazione che si intende realizzare.

Anche il caso di prove FWD eseguite con un diverso valore di carico imposto richiederà un adeguamento dei diagrammi di controllo.

In caso di mancata comunicazione circa la tipologia delle pavimentazioni da realizzare, od il carico imposto durante le prove FWD, varranno le prescrizioni dell'intervento più somigliante tra quelli proposti in appendice e l'Impresa dovrà accettare l'eventuale penalizzazione che potrebbe conseguire.

Le valutazioni di portanza effettuate su strade di nuove costruzioni, o su strade esistenti, tengono conto delle diverse condizioni di lavorazione obiettivamente legate alla presenza o meno del traffico stradale.

Nell'ambito dei Risanamenti Profondi o delle Nuove Costruzioni la portanza sarà valutata attraverso l'indicatore strutturale IS300, corretto con la temperatura dell'aria come di seguito descritto, valutato e rilevato, con le stesse modalità ed attrezzature sopra descritte ma giudicato attraverso la tabella di controllo seguente:

Tipologia lavorazione	IS300 _{14°C} misura FWD con pressione applicata 1700 KPa			IS300 _{14°C} misura TSD con pressione applicata 850 KPa		
	1 mese	6 mesi	1 anno	1 mese	6 mesi	1 anno
RPA1	84	72	67	48	41	39
RPA2	88	80	77	50	46	44
RPA3	67			39		
RPB1	106	86	76	59	48	44
RPB2	102	89	83	58	51	47
RPB3	76			44		
NC1	76	66	61	43	37	35
NC2	98	79	70	54	44	40

I differenti valori di IS300_{14°C} riguardanti gli RP (Risanamenti Profondi) ed NC (Nuove Costruzioni), che hanno strati a legante schiumato e/o legato all'emulsione, si riferiscono ai diversi momenti di maturazione di questi materiali valutati in riferimento al periodo di esecuzione delle misure (a un mese, a sei mesi e ad un anno dalla stesa dell'ultimo strato); Nel caso di uso di legante cementizio e misure andranno fatte almeno 3 giorni dopo la stesa.

Le misurazioni di accettazione si faranno sulle pavimentazioni finite al massimo entro un anno dalla stesa dell'ultimo strato. Nell'ambito dei Risanamenti Superficiali (RS) la portanza sarà valutata attraverso l'indicatore strutturale IS200, corretto con la temperatura dell'aria come di seguito descritto, valutato e rilevato, con le stesse modalità ed attrezzature sopra descritte ma giudicato attraverso la tabella di controllo seguente:

Tipologia lavorazione	IS200 _{14°C} misura FWD con pressione applicata 1700 kPa	IS200 _{14°C} misura TSD con pressione applicata 850 kPa
RSA1	138	55
RSB1	171	67
RSA2	133	53
RSB2	158	63

Per il calcolo dell'Indice Strutturale 200 (IS200) è necessario registrare anche la deflessione a 900 ed a 1500 mm dal centro del carico da cui si ottiene il fattore correttivo del sottofondo.

Il valore corretto con il sottofondo IS200cf è fornito dalla seguente espressione:

$$\frac{IS_{200cf}}{IS_{200}} = (f - 0,50 \times \text{LOG}(IS_{FOND}))$$

Dove $IS_{FOND} = D_{900} - D_{1500}$, essendo le deformazioni misurate in $m \cdot 10^{-6}$ rispettivamente a 900 e 1500 mm dal centro del carico, f è il fattore correttivo che vale 1,94 per le prove eseguite con l'apparecchiatura FWD o HWD e 1,77 per le prove eseguite con l'apparecchiatura TSD.

IS_{FOND} rappresenta il comportamento del sottofondo

Le misure dell'Indice Strutturale (IS) effettuate con i passi indicati andranno analizzate per tratte omogenee.

Prima di detta analisi si dovranno riportare alla temperatura di riferimento dell'aria di 14°C tutti i valori di IS300 e IS200 rilevati.

La trasformazione riguarderà le sole temperature in quanto tutte le prove, per il tratto in esame, si intendono eseguite in un tempo circoscritto (poche settimane), per cui la curva di controllo da scegliere sarà relativa al primo giorno di esecuzione dei rilievi..

Il valore corretto con temperatura dell'aria di IS300 o IS200, è fornito dalla seguente espressione:

$$\frac{IS_{14°C}}{IS_t} = e^{c \cdot (14 - T)}$$

dove $IS_{14°C}$ è il valore dell'Indice Strutturale riportato alla temperatura di riferimento dell'aria di 14°C

IS_t è il valore dell'Indice Strutturale nelle condizioni di prova

t è la temperatura dell'aria nelle condizioni di prova in °C

c è il coefficiente che vale 0,037 per gli interventi di tipo RP o NC e 0,022 per gli interventi di tipo RS.

La successiva definizione delle tratte omogenee della portanza sarà effettuata con i valori così ricavati utilizzando il programma di calcolo fornito dal CSS.

Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio.

I valori medi di IS ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare minori o uguali alle prescrizioni riportate.

Detrazioni

La detrazione sarà applicata in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori dell'intero pacchetto ricostruito (inteso costituito da fondazione, base, binder ed usura), determinato come somma dei prezzi dei singoli strati componenti sulla base dei relativi spessori di progetto; tale detrazione varrà per tutto il tratto omogeneo a cui si riferisce.

La detrazione corrisponderà alla meta dei punti percentuali di cui l'Indice Strutturale, alla temperatura di riferimento di 14°C, differisce in aumento rispetto al valore limite prescritto per la tipologia di intervento ed il tempo di maturazione (esemplificando, se la differenza è del 6% rispetto al valore prescritto, la penale sarà del 3%).

Se le differenze dell'IS raggiugessero il 40% in aumento, il lavoro non sarà considerato accettabile, e la DL, anche tenendo conto dell'estensione e della distribuzione delle tratte omogenee carenti, potrà richiedere il suo rifacimento a completa cura e spese dell'Appaltatore.

Non si accetteranno richieste di misure a tempi di maturazione più elevati qualora le misure effettuate a tempi di maturazione più bassi abbiano dato esito negativo, salvo casi particolari certificati dalla DL.

22.11.4 Spessore degli strati

Gli spessori degli strati della pavimentazione costituiscono il dato prestazionale strutturale.

La misura dello spessore per gli strati bituminosi potrà essere effettuata, oltre che con carote, anche con sistemi di misura ad alto rendimento dotati di georadar (GPR) opportunamente tarato con carote di controllo.

Le antenne da usare saranno di almeno 1 GHz ed il sistema di acquisizione dovrà garantire una risoluzione nella misura dello spessore dell'ordine di un centimetro; mentre il passo di campionamento spaziale dovrà essere di almeno 50 cm.

Le misure saranno effettuate di norma almeno su un allineamento disposto centralmente rispetto alla larghezza dell'intervento, o, in caso di dubbi sulla buona riuscita ai bordi, potranno anche essere effettuate nella parte laterale ad almeno 50 cm dal bordo, comunque, i risultati ottenuti varranno per l'accettazione di tutta la larghezza di intervento.

I valori degli spessori saranno dedotti dall'esame dei radargrammi ricavati con la suddetta apparecchiatura.

L'esame potrà essere effettuato visivamente oppure tramite software dedicato; prima dell'esame dovrà essere operata una taratura delle misure usando carotaggi di controllo, in ogni caso non meno di 3 carote/km per corsia.

Le misure con georadar, e/o i carotaggi, saranno effettuate con gli strumenti del CSS o anche da Laboratori accreditati ISO9001, purché operanti con le specifiche ed attrezzature verificate preventivamente dal CSS7;

Dovrà essere rilevata l'intera lunghezza dell'intervento realizzato da ogni singolo cantiere; le misure di spessore, realizzate con georadar, dovranno essere restituite con un passo di misura di 2 m e quindi analizzate per tratte omogenee.

Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio.

Tale analisi sarà condotta con il programma di calcolo fornito dal CSS.

I valori medi di spessore ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare maggiore od uguali agli spessori di progetto.

Detrazioni

Nel caso di misure di controllo effettuate con georadar il conglomerato bituminoso sarà valutato in spessore nel suo complesso senza distinzione tra gli strati componenti. La detrazione sarà applicata in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori dell'intero pacchetto ricostruito, determinato come somma dei prezzi dei singoli strati componenti sulla base dei relativi spessori di progetto; tale detrazione varrà per tutto il tratto omogeneo a cui si riferisce.

La detrazione corrisponderà a tre volte i punti percentuali di cui lo spessore complessivo, indipendentemente dalla sua composizione, differisce in diminuzione rispetto ai valori di progetto, ammettendo una tolleranza massima del 7% (esemplificando, se la differenza è del 10% rispetto al valore di progetto, la penale sarà del $((10 - 7) \cdot 3) \% = 9 \%$); se invece la differenza raggiugesse il 25%, esclusa la tolleranza, la DL, anche tenendo conto dell'effettiva estensione e

della distribuzione delle tratte omogenee carenti, potrà richiedere il suo rifacimento a completa cura e spese dell'Appaltatore.

Art.23 Strato di base in conglomerato bituminoso riciclato a freddo con emulsione di bitume modificato e cemento

23.1 Generalità

Lo strato di base viene eseguito in riciclato a freddo con emulsione di bitume modificato e cemento come nuova costruzione o come riciclo dello strato preesistente. E' costituito da fresatura di conglomerato bituminoso per almeno il 70% e da eventuali inerti vergini da usarsi come correzione granulometrica per non più del 30%, da cemento e da emulsione bituminosa di bitume modificato, è realizzato in impianto (fisso o mobile) mediante idonee attrezzature che consentano di impastarlo, stenderlo, livellarlo e compattarlo adeguatamente. Il conglomerato bituminoso fresato può provenire dalla sua primitiva posizione o da cumuli preesistenti. Gli spessori compattati non potranno superare i 20 cm e dovranno essere posati su sottofondo di caratteristiche adeguate.

23.2 Materiali

A) Legante

Il legante finale deve essere costituito dal bitume presente nel conglomerato riciclato integrato con quello proveniente dall'emulsione bituminosa formulata con bitume modificato.

L'emulsione per il riciclaggio a freddo deve essere un'emulsione cationica a rottura lenta con il 60% di bitume modificato residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2013: C60BP10), deve essere in grado di resistere alla rottura una volta impastata con cemento e rispondere alle specifiche della tabella sottoidicata.

Emulsione di bitume modificato (tipo RIGEVAL / RIGEVAL CM)			
Parametro	Normativa	Valori	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di legante (per contenuto di acqua)	UNI EN 1428	60+/-2%	6
Adesività	UNI EN 13614	> 90%	3
Stabilità alla miscelazione con cemento	UNI EN 12848	< 2%	10
Residuo bituminoso (per evaporazione)	UNI EN 13074		
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	< 70 dmm	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	> 65°C	2
Coesione forze ductility test a 10°C	UNI EN 13703	> 2 J/cm ²	6
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	> 75%	3

L'emulsione aggiunta dovrà essere compresa tra il 3,0% ed il 5,0% sugli aggregati. Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dell'emulsione tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere di norma rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

B) Fresato o conglomerato bituminoso di recupero (UNI EN 13108-8)

Per fresato o conglomerato bituminoso di recupero deve intendersi il conglomerato proveniente dalla demolizione (anche parziale) della pavimentazione preesistente con idonee macchine fresatrici. Prima del suo

reimpiego il conglomerato riciclato deve essere vagliato per eliminare eventuali elementi (grumi, placche, ecc.) di dimensioni superiori al Dmax previsto per la miscela (40 mm). Nel caso sia previsto l'impiego di conglomerato di recupero di provenienza esterna al cantiere, esso deve essere preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN 13108-8. La percentuale di conglomerato riciclato che si intende impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla DL prima dell'inizio dei lavori e deve essere almeno il 70%.

C) Inerti di integrazione

Qualora la composizione granulometrica del materiale fresato non consenta la realizzazione della curva di progetto, la miscela deve essere integrata con aggregati nuovi, grossi e fini, costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi). Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/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 13043. La percentuale massima di impiego degli inerti di integrazione è del 30%.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

Gli inerti di integrazione potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti delle tabelle sottoindicate.

Aggregato grosso			
Parametro	Normativa	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤25%	LA ₂₅
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100%	C _{100/0}
Dimensione Max	UNI EN 933-1	40 mm	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	≤1%	f ₁
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤1%	F ₁
Spogliamento	UNI EN 12697-12	≤10%	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	≤10%	FI ₁₀
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	≤1,5%	WA ₂₄₂

Aggregato fine			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥70%	-
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100%	C _{100/0}
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	≤16%	f ₁₆
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	non plastico	-
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	≤25%	-

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle degli inerti 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 DL almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore). Resta salva la facoltà del Direttore dei Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti

dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la DL richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 280/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevederà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

D) Cemento

E' da considerarsi un legante, un additivo per favorire il processo di disidratazione dello strato ed un catalizzatore per regolare i tempi di rottura dell'emulsione. La percentuale di utilizzo è compresa fra 1,5% e 2,5% sugli aggregati. I cementi dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/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 197-1. Saranno impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5 N, dei seguenti tipi:

- CEM I – cemento Portland;
- CEM III – cemento d'altoforno;
- CEM IV – cemento pozzolanico.

E) Acqua

Deve essere impiegata acqua esente da impurità, oli, acidi, alcali, sostanze organiche o da qualsiasi sostanza nociva.

23.3 Miscela

La granulometria della miscela da impastare deve essere compresa nel fuso della tabella sottoindicata.

Serie setacci UNI EN	Passante % totale in peso
Setaccio 40	100
Setaccio 31,5	90-100
Setaccio 20	68-92
Setaccio 14	50-75
Setaccio 8	36-60
Setaccio 4	25-48
Setaccio 2	18-38
Setaccio 0,25	8-20
Setaccio 0,125	5-14
Setaccio 0,063	4-9

Il fresato potrà essere corretto granulometricamente mediante granulazione, vagliatura o mediante l'aggiunta di inerti tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto. Le percentuali ottimali di cemento, acqua ed emulsione bituminosa sono stabilite mediante uno specifico studio in laboratorio.

Per una corretta valutazione del conglomerato di recupero (riciclato), al fine di stabilire la necessità di integrazione degli inerti, devono essere eseguite analisi granulometriche (UNI EN 933-1) su campioni prelevati dal sito di stoccaggio o direttamente dalla pavimentazione fresata. Percentuale e caratteristiche del bitume contenuto nel conglomerato da riciclare possono essere determinati anche su carote estratte dalla pavimentazione. Per l'ottimizzazione della miscela (mix design) devono essere confezionati provini con differenti quantità (percentuali riferite al peso degli aggregati) di emulsione bituminosa, cemento ed acqua, come da tabella sottoindicata e costipati con pressa giratoria (UNI EN 12697-31) nelle seguenti condizioni di prova:

Angolo di rotazione : $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$
Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto
Pressione verticale : 600 Kpa
Diametro provino : 150 mm
n° giri : 180
Peso campione : 4500 g comprensivo di bitume, cemento e acqua
Cemento% : 1,5 – 2,0 – 2,5
Emulsione % : 3,0 – 4,0 – 5,0
Liquidi totali % : 4,0 – 5,0 – 6,0

I provini così confezionati devono subire una maturazione a 40°C per 72 ore (al fine di accelerare la presa del cemento) e successivamente testati mediante prova di resistenza a trazione indiretta, dopo condizionamento per 4 ore a 25 °C. I valori richiesti sono i seguenti:

- Resistenza a trazione diametrale : 0,32 – 0,55 MPa
- Coefficiente di trazione indiretta : > 30 MPa
- Densità geometrica secca di riferimento a 180 giri per il controllo in sito.

23.4 Controllo dei requisiti di accettazione

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati. Una volta accettata dalla DL la composizione granulometrica di progetto, non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali dei tratti di +/- 10% per il conglomerato di recupero, di +/- 5% per gli aggregati di integrazione. Per la percentuale di emulsione bituminosa (determinata per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato) non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di +/- 0,25%. Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità. Sulla miscela vengono determinate:

- la percentuale di bitume (per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato);
- la percentuale d'acqua;
- la granulometria degli aggregati (riciclati e di integrazione).

Su provini confezionati con pressa giratoria devono venir eseguite le prove di:

- resistenza a trazione indiretta;
- densità secca a 180 giri.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate al momento della stesa, come pure (per la densità secca, la percentuale di bitume e la granulometria) dall'esame delle carote prelevate in sito. In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla DL sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati. In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la DL effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

23.5 Confezione e posa in opera delle miscele

Il conglomerato bituminoso riciclato a freddo può essere realizzato mediante un "treno" di riciclaggio costituito da: fresa, macchina riciclatrice (pulvimixer tale da frantumare i grumi del conglomerato fresato e miscelare

omogeneamente cemento ed emulsione), autobotte per l'emulsione bituminosa, autobotte per l'acqua, livellatrice e almeno 2 rulli. Subito dopo la miscelazione si deve procedere alla compattazione mediante l'impiego di un rullo vibrante metallico di peso almeno di 19 ton con controllo di frequenza e di ampiezza di vibrazione e di un rullo gommato di carico statico di peso almeno di 14 ton, al successivo livellamento del conglomerato secondo le quote previste dal progetto con motogreder ed alla ricompattazione del conglomerato smosso. 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. In alternativa all'impianto di riciclaggio semovente, per la confezione delle miscele potrà essere utilizzato un impianto fisso di dosaggio da installare nei pressi del cantiere. In questo caso la stesa viene effettuata con macchina vibrofinitrice di tipo approvato dalla DL, cui segue la compattazione come nel caso del treno di riciclaggio. Gli impianti (mobile o fisso) devono comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione. 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 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli. Il riciclaggio a freddo deve essere sospeso con temperatura dell'aria inferiore ai 5°C e comunque sempre in caso di pioggia o in generale quando le condizioni meteorologiche possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Dopo 30 giorni dal trattamento verrà eseguito il prelievo di carote di diametro 15 cm per il controllo delle caratteristiche della miscela e la verifica degli spessori. Lo strato finito deve avere una densità secca uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 95% rispetto ai provini compattati con pressa giratoria a 180 giri e relativi al materiale prelevato in corso d'opera su quella tratta.

Art.24 Strati di usura a tessitura ottimizzata realizzati con conglomerati bituminosi tipo asphalt rubber dense graded

24.1 Generalità e definizioni

I manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded sono delle miscele di conglomerato bituminoso di tipo chiuso con caratteristiche granulometriche tali da ridurre, rispetto a manti di usura di tipo tradizionale, le emissioni sonore generate dal contatto ruota-pavimentazione. La riduzione del rumore da rotolamento è dovuta esclusivamente al particolare assortimento granulometrico, che consente di ottenere manti di usura con caratteristiche di tessitura tali da ridurre il rumore prodotto dai fenomeni di risonanza che si generano al contatto ruota-pavimentazione. Per questo motivo si parla di manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded.

24.2 Qualificazione dei materiali

24.2.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fine o di additivazione: tali aggregati costituiscono la fase solida dei manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/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 13043.

Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee e da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella.1. Per la miscela di aggregato grosso deve essere misurato il valore di levigabilità (PSV) per ogni provenienza o natura petrografica del materiale utilizzato: il valore di PSV misurato sulla pezzatura minima passante allo staccio di 10 mm e trattenuta allo staccio a barre a 7,2 mm, deve essere ≥ 50 .

Tabella.1 Requisiti dell'aggregato grosso per strati di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded

Parametro	Indicatori di qualità			Categoria UNI EN 13043
	Normativa	Unità di misura	Valore	
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 20	LA ₂₀
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100	C _{100/0}
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	8	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F ₄
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f ₁
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 20	F ₂₀
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 15	S ₁₅
Porosità	UNI EN 1936	%	$\leq 1,5$	-
PSV	UNI EN 1097-8	%	≥ 50	PSV ₅₀

Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D = 4 mm.

Deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella.2.

Il trattenuto allo staccio di 2 mm non deve superare il 10% qualora gli aggregati fini provengano da rocce aventi un valore di PSV ≤ 50 .

Tabella.2 Requisiti dell'aggregato fine per strati di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded

Parametro	Indicatori di qualità			Categoria UNI EN 13043
	Normativa	Unità di misura	Valore	
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 80	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f ₃

Il filler è la frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm e proviene dalla frazione fine degli aggregati: può essere costituito, inoltre, da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso, il filler per manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella.3.

Tabella.3 Requisiti del filler

Parametro	Indicatori di qualità		Valore	Categoria UNI EN 13043
	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	V _{28/45}
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	Δ _{R&B} 8/16

24.2.2 Legante Asphalt Rubber

Il legante impiegato Asphalt Rubber per il confezionamento di miscele tipo Asphalt Rubber consiste in un bitume modificato con polverino di gomma riciclata di pneumatico, incorporata nel bitume tramite processo "wet". L'aggiunta a caldo del polverino di gomma, in ragione del 15 ÷ 22% riferito al peso totale del legante (bitume + polverino di gomma), modifica la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche del bitume base.

Bitume base

Il bitume base deve appartenere alla classe 50/70 definita dalla norma UNI EN 12591 e possedere un punto di rammollimento ≥ 50°C.

Polverino di gomma

Il polverino di gomma deve essere ottenuto dal riciclaggio di pneumatici di automobili o autocarri e deve possedere le seguenti caratteristiche:

1. gomma di pneumatico, 100% vulcanizzata;
2. assenza di fibra, tessuto, metallo o di qualsiasi altro materiale contaminante;
3. dopo la triturazione deve presentarsi come una polvere, non incollata, di materiale granulare con un peso specifico di $1,15 \pm 0,05$ g/cm³;
4. quantità di polvere minerale, carbonato di calcio o talco (utilizzato per impedire l'aderenza delle particelle), non superiore al 4% del peso della gomma;
5. contenuto d'acqua non superiore al 2% in peso, per evitare la formazione di bollicine d'aria durante il processo di miscelazione.

La granulometria del polverino di gomma deve rispettare i requisiti indicati nella tabella 4.

Tabella 4. Requisiti di granulometria per il polverino di gomma

Serie stacci ISO 525 (mm)		% Passante ASTM D 5644
Staccio	1,180	100
Staccio	0,850	95-100
Staccio	0,600	85-100
Staccio	0,425	45-70
Staccio	0,250	5-25
Staccio	0,075	0-5

Asphalt Rubber

Le proprietà richieste per il legante AR ed i relativi metodi di prova sono riportati nella Tabella 5. La verifica delle prestazioni del legante AR deve essere eseguita non prima di 45 minuti dalla sua produzione.

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e che faccia parte dell'albo dei Laboratori Ufficiali presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture.

Tabella 5. Requisiti del bitume modificato con polverino di gomma

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	25-55
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55
Resilienza a 25 °C	ASTM D 3407	%	≥ 20
Viscosità dinamica a 175°C, (20 giri/min)	UNI EN 13302	mPa·s	1500-5000
<i>Valori dopo RTFOT^(*)</i>			
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	≥ 40
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 12
(*) Rolling Thin Film Oven Test (UNI EN12607-1)			

ADDITIVI E FIBRE

È escluso l'utilizzo di qualsiasi tipologia di fibre e/o additivi.

24.3 Composizione della miscela

La miscela degli aggregati di primo impiego da adottarsi per i manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 6. La percentuale di legante totale, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

Tabella 6. Fuso granulometrico

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	8	100
Staccio	6,3	90 – 100
Staccio	4	65 – 85
Staccio	2	40 – 55
Staccio	1	25 – 35
Staccio	0,5	15 – 23
Staccio	0,25	10 – 17
Staccio	0,125	6 – 12
Staccio	0,063	6 – 10
Percentuale di bitume		6.0% – 7.0%
Spessore (mm)		≥ 30

Gli strati di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded devono avere uno spessore di almeno 30 mm. La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31. Le caratteristiche richieste per questi strati sono riportate nella Tabella 7.

Tabella 7. Requisiti della miscela per strati di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded con metodo volumetrico

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	100
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni ^(*)	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni ^(*) ^(**)	%	3 – 6
Vuoti a 180 rotazioni ^(*)	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C ^(***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 0,8
Coefficiente di trazione indiretta CTI ¹ a 25 °C ^(***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 50
Sensibilità all'acqua ITSR a 25 °C ^(***)	%	≥ 80
(UNI EN 12697-12)		
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8		
(**) La massa volumica ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _g		
(***) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

xiv

24.4 **Requisiti di accettazione**

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità della miscela di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi).

Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

24.5 **Controllo dei requisiti di accettazione**

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso, dell'aggregato fine e del passante allo staccio UNI 0,063 mm purché compatibili con i limiti del fuso riportato in tabella sopra.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$. I precedenti valori devono essere rispettati sia dalle miscele prelevate alla stesa, sia dalle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

24.6 **Confezionamento della miscela**

Il confezionamento del conglomerato deve essere eseguito in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Al fine di garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela, nonché una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati, la produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità. Si possono impiegare 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.

In ogni caso, l'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare la miscela rispondente a quella indicata nello studio presentato ai fini dell'accettazione: ogni impianto deve, poi, assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

¹ Coefficiente di trazione indiretta: $CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm²

D = diametro del campione espresso in mm

D_c = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

xiv

Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata; inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190°C e quella del legante tra 180°C e 195°C.

Gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati per consentire la verifica delle suddette temperature.

24.7 Preparazione della superficie di stesa

Prima di iniziare la stesa del manto di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded è necessario controllare che siano rispettate le pendenze trasversali del piano di posa (sempre > 2,5%), in caso contrario questo deve essere risagomato; inoltre, devono essere verificate le condizioni di regolarità longitudinale e la presenza di ormaie, per valutare la necessità di eseguire un intervento preliminare di regolarizzazione del piano di posa dello strato di usura. Questi sono necessari qualora l'IRI sia maggiore di 1,8 mm/m e di 2,0 mm/m, rispettivamente per intervento su tutta o su parte della carreggiata, e le ormaie abbiano profondità maggiore di 10 mm. Eventuali interventi preliminari di risanamento profondo o di rinforzo della pavimentazione esistente, necessari a garantire la vita utile richiesta, devono essere previsti in fase di progettazione. E' poi necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche l'eventuale preesistente segnaletica orizzontale.

La preparazione della superficie di stesa va eseguita prima della realizzazione dello strato di usura allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. Questo tipo di lavorazione, denominata mano d'attacco, consiste nell'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia tra i due strati.

Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60 % oppure al 65 % di legante), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 8 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m². Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella 9 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m².

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.

Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55 % di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella Tabella 8 e Tabella 9 per ciascun tipo di emulsione.

Prima dell'inizio dei lavori, ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati.

Il legante a base di bitume impiegato per le mani di attacco dovrà essere qualificato in conformità alla direttiva 89/106/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 13808 per le emulsioni di bitume.

Tabella 8. Requisiti delle emulsioni bituminose cationiche per mani d'attacco

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808					
			Cationica 55%		Cationica 60%		Cationica 65%	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 53	Classe 4	≥ 58	Classe 5	≥ 63	Classe 6
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 2 mm)	UNI EN 12846-1	s	15 - 45	Classe 3				
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s			10 - 45	Classe 6	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074								
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6

Tabella 9. Requisiti delle emulsioni bituminose modificate per mani d'attacco

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 67	Classe 8
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	Classe 3
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	Classe 3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Pendulum test	UNI EN 13588	J/cm ²	≥ 1,4	Classe 6
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75	Classe 5

24.8 Posa in opera della miscela

I conglomerati bituminosi saranno posti in opera mediante macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento; in ogni caso, le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 6-7 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Lo spessore dello strato deve essere posato per la sua intera altezza (spessore minimo: 30 mm) con una unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie.

Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente 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 deve 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 devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa 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; inoltre, la temperatura della miscela all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140°C.

lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e deve essere condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati, ma può essere utilizzato anche un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15 t.

Al termine della compattazione la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

A compattazione ultimata, la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del manto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

24.9 Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi per manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e in sito.

24.9.1 Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L..

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna. I requisiti da soddisfare sono riportati nella Tabella 10.

Tabella 10. Controllo delle forniture

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Bitume	Cisterna	Legante Asphalt Rubber

Aggregato grosso	Impianto	Tabella 1
Aggregato fine	Impianto	Tabella 2
Filler	Impianto	Tabella 3

24.9.2 Controlli delle miscele prelevate al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il tipo di prelievi da eseguire è riportato in Tabella 11. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697-39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2).

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al 0.

Tabella 11. Controlli delle miscele prelevate al momento della stesa

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela

24.9.3 Controlli prestazionali sullo strato finito

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il tipo di prelievo da eseguire è riportato nella Tabella 12.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere non inferiore a quello previsto nel progetto. La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

Tabella 12. Controlli prestazionali sullo strato finito

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	≤ % dei vuoti della miscela di progetto + 2%

Caratteristiche superficiali

Sulle pavimentazioni finite dovranno essere eseguite prove per il controllo dei valori di aderenza e macrotessitura superficiale dello strato di usura con le frequenze riportate in Tabella 13. Le misure di aderenza (resistenza ad attrito

radente) eseguite con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4, dovranno fornire valori di BPN (British Pendulum Number) ≥ 60 . La tessitura superficiale, misurata con l'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia riportata nella UNI EN 13036-1, deve risultare $\geq 0,5$ mm.

Tabella 13. Controllo delle caratteristiche superficiali

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 50 m di fascia stesa	BPN ≥ 60
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 50m di fascia stesa	HS $\geq 0,5$ mm
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 50 m di fascia stesa	F60 $\geq 0,22$
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 50m di fascia stesa	S _P ≥ 45 km/h

In alternativa, per la misura dell'aderenza e della macrotesitura, potranno essere eseguite prove ad alto rendimento utilizzando una delle apparecchiature che hanno partecipato all'esperimento di armonizzazione dell'AIPCR (1992). Per il calcolo del parametro HS (MTD) da prove eseguite con profilometro laser l'elaborazione dei dati deve essere eseguita secondo la procedura prevista nella UNI EN ISO 13473-1. I valori di aderenza ottenuti con tali attrezzature saranno ricondotti a valori di BPN utilizzando la relazione per il calcolo dell'IFI (AIPCR 1992), preventivamente accettata dalla D.L., con i coefficienti relativi alla particolare attrezzatura impiegata²; i valori dell'IFI (F60, SP) calcolati utilizzando le suddette attrezzature dovranno rispettare i valori limiti riportati in Tabella.

Le misure di aderenza e di macrotesitura dovranno essere effettuate in un periodo compreso tra il 60° e il 180° giorno dall'apertura al traffico. Le tratte da misurare, aventi lunghezze pari almeno a 200 m, potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; in ogni caso, l'aderenza dovrà essere controllata per tutta l'estensione dell'intervento.

Per la valutazione delle caratteristiche di aderenza e tessitura superficiale si farà riferimento ai valori medi, ricavati dalle misure puntuali (passo 50 m) o dai valori già mediati ogni 500 m, relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 10 valori dell'indicatore, distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate. Le tratte omogenee saranno individuate con una procedura statistica.

Le misure di aderenza e di tessitura dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 50 m e i valori misurati potranno, eventualmente, essere mediati ogni 500 m per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici. Ai fini di un controllo delle capacità dello strato di usura di ridurre la generazione del rumore da rotolamento sul profilo longitudinale acquisito utilizzando un profilometro laser in un periodo di tempo compreso tra il 15° e il 45° giorno dalla apertura al traffico, lo spettro di tessitura determinato secondo la procedura prevista dalla ISO/CD 13473-4 deve preferibilmente rispettare i requisiti riportati in Tabella 14.

xiv

Tabella 14. Spettro di tessitura

Lunghezza d'onda λ (mm)	Livello di tessitura L_{tx} (dB)
63,0	$\leq 38,0$
50,0	$\leq 39,5$
40,0	$\leq 40,5$
31,5	$\leq 41,0$
25,0	$\leq 42,0$
20,0	$\leq 43,0$
16,0	$\leq 44,0$
12,5	$\leq 45,0$
10,0	$\leq 46,0$
8,00	$\leq 47,0$
6,30	$\leq 48,0$
5,00	$\geq 44,0$
4,00	$\geq 44,0$
3,15	$\geq 43,5$
2,50	$\geq 42,0$
2,00	$\geq 41,5$

Dalla miscela prelevata all'atto della stesa saranno confezionati tre campioni con Pressa Giratoria, ad un numero di rotazioni pari a 100. Sulla faccia superiore dei campioni così preparati e tagliati dello spessore pari a quello di progetto verranno controllate le capacità di fonoassorbimento mediante tubo di impedenza secondo la procedura definita nella UNI EN ISO 10534-2. I valori dei coefficienti di assorbimento acustico devono essere inferiori a quelli riportati in Tabella 15.

Tabella 15. Controllo delle capacità di fonoassorbimento

Frequenza (Hz)	400	500	630	800	1000	1250	1600
Coefficiente di assorbimento acustico	$\alpha \leq 0,10$						

Regolarità

L'indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, dovrà essere:

- inferiore a 1,8 mm/m nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata;

² Nel caso di misure di BFC eseguite con skiddometer BV11, i valori di BPN e IFI (F60; S_p) si possono calcolare con la relazioni qui riportate, definite con un errore standard della stima pari a 0.029.

$$BPN = e^{\frac{50}{S_p}} \cdot \left[-2,1984 + 113,2513 \cdot BFC \cdot e^{\frac{0,17 \cdot V - 60}{S_p}} - 2,1019 \cdot \left(\frac{HS - 0,2}{0,8} \right) \right]$$

$$F60 = 0,03964 + 0,85618 \cdot BFC \cdot e^{\left(\frac{0,17 \cdot V - 60}{S_p} \right)} - 0,01589 \left(\frac{HS - 0,2}{0,8} \right)$$

dove:

BPN = resistenza di attrito radente (British Pendulum Number)

BFC = coefficiente di aderenza con ruota frenata (Braking Force Coefficient)

V = velocità di esecuzione della misura (km/h)

HS = altezza di sabbia (mm)

$S_p = -11,5981 + 113,63246 \cdot HS$ (km/h)

(Articolo "L'aderenza su pavimentazioni della viabilità ordinaria misurata con dispositivo a ruota parzialmente frenata", M. Losa, R. Bacci, P. Leandri)

- inferiore a 2,0 mm/m nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

Le misure del profilo longitudinale interesseranno tutta l'estensione dell'intervento e dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, utilizzando un profilometro laser, e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 100 m a partire dal profilo longitudinale misurato. Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 100 m), relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; i valori di IRI così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate. Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per percentuali dei vuoti maggiori di quelli previsti al 0 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso, fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori di medi di BPN o F60, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti verrà applicata una detrazione dell'5% dell'importo dello strato per ogni unità di BPN in meno o una detrazione dell'7% per ogni 0,01 unità di F60 in meno, fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata. Tali detrazioni saranno calcolate a riferimento la larghezza complessiva dello strato di rotolamento, anche se le misure interessano una sola corsia.

Per valori di medi di HS o SP, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 50% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure appresso specificata.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo di aderenza e macrotessitura saranno cumulate fino ad un valore massimo del 50%.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

BPN = 50	F60=0,15
HS = 0,4 mm	Sp=34 km/h

Qualora il valore medio di aderenza (BPN o F60) o di macrotessitura (HS o SP), come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m (misure di HS con profilometro laser) sia inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza ed alla stesa di un nuovo strato; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere a cura e spese dell'Impresa alla realizzazione di un nuovo strato al di sopra di quello esistente, previa stesa di una mano di attacco.

Non sono ammesse tolleranze sui valori dei coefficienti di assorbimento acustico riportati in Tabella 15.

Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

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 millimetro di materiale mancante, mentre carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da

calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità pari al valore di 3,5 mm/m.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, sia maggiore o uguale a tale valore, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e alla stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

2.4 SEGNALETICA VERTICALE ED ORIZZONTALE

Art.25 Segnaletica

25.1 Generalità

Tutta la segnaletica stradale dovrà essere realizzata nel pieno rispetto del Regolamento di esecuzione del "Codice della Strada"^{xlvi}, alle norme particolari diffuse con il decreto ministeriale riportato all'Art. 70 del presente Capitolato ed uniformandosi a quelle norme che dovessero essere emanate nel corso della validità del presente appalto. La Direzione Lavori potrà peraltro richiedere all'Appaltatore, anche qualora già previsto nel progetto, la redazione di un preventivo progetto grafico il quale, nei casi specificatamente previsti dalle norme (autostrade, strade di grande traffico), dovrà essere sottoposto all'esame ed all'approvazione del Ministero Infrastrutture e Trasporti.

I simboli dovranno essere sempre rigorosamente identici a quelli previsti dalle norme, salvo la diversità delle dimensioni a seconda del formato del segnale. Anche il proporzionamento tra simboli e zone di colore, tra iscrizioni e fondo circostante dovrà essere rigorosamente costante per tutti i segnali dello stesso tipo, per qualunque dimensione. Il progetto dei vari segnali dovrà pertanto essere condotto sul piano della perfetta similitudine ovvero, praticamente, per ingrandimento o trasporto fotografico dei disegni ufficiali.

L'Appaltatore dovrà garantire per la durata di almeno 12 (dodici) mesi dalla data del collaudo la buona conservazione della segnaletica verticale, tanto contro i difetti di costruzione quanto contro quelli di ogni singolo materiale costituente il segnale. Pertanto resteranno a suo carico la sostituzione ed il ripristino di tutti quei cartelli che abbiano ad alterarsi o deformarsi per cause naturali (temperatura, vento, acqua, ecc.), senza onere alcuno da parte dell'Amministrazione e dietro semplice richiesta scritta.

25.2 Segnaletica verticale

Articoli di Elenco Prezzi correlati:

- **H.02.0001** Segnale triangolare in lamiera di alluminio pell. Cl. RA1
- **H.02.0002** Segnale triangolare in lamiera di alluminio pell. livello prestazionale RA2
- **H.02.0003** Segnale triangolare in lamiera di ferro pell. Cl. RA1
- **H.02.0004** Segnale triangolare in lamiera di ferro pell. livello prestazionale RA2

- **H.02.0005** Segnale circolare in lamiera di alluminio pell. Cl. RA1
- **H.02.0006** Segnale circolare in lamiera di alluminio pell. livello prestazionale RA2
- **H.02.0007** Segnale circolare in lamiera di ferro pell. Cl. RA1
- **H.02.0008** Segnale circolare in lamiera di ferro pell. livello prestazionale RA2
- **H.02.0009** Segnale romboidale o quadrato in lamiera di alluminio pell. Cl. RA1
- **H.02.0010** Segnale romboidale o quadrato in lamiera di alluminio pell. livello prestazionale RA2
- **H.02.0011** Segnale romboidale o quadrato in lamiera di ferro pell. Cl. RA1
- **H.02.0012** Segnale romboidale o quadrato in lamiera di ferro pell. livello prestazionale RA2
- **H.02.0013** Segnale ottagonale in lamiera di ferro pell. livello prestazionale RA2
- **H.02.0014** Segnale ottagonale in lamiera di alluminio pell. livello prestazionale RA2
- **H.02.0015** Fornitura di segnale Croce di S.Andrea in lamiera di alluminio pell. Cl. RA1
- **H.02.0016** Pannelli distanziometrici di passaggio a livello con pellicola
- **H.02.0017** Pannelli aggiuntivi, integrativi e di indicazione pell. RA1
- **H.02.0018** Pannelli aggiuntivi, integrativi e di indicazione pell. livello prestazionale RA2
- **H.02.0019** Pannelli aggiuntivi, integrativi e di indicazione in lamiera di ferro
- **H.02.0036** Posa in opera di cippo ettometrico bifacciale
- **H.02.0050** Segnale triangolare in lamiera di alluminio pell. livello prestazionale superiore
- **H.02.0055** Segnale circolare in lamiera di alluminio pell. livello prestazionale superiore
- **H.02.0060** Segnale romboidale o quadrato in lamiera di alluminio pell. livello prestazionale superiore
- **H.02.0065** Segnale ottagonale in lamiera di alluminio pell. livello prestazionale superiore
- **H.02.0070** Pannelli aggiuntivi, integrativi e di indicazione pell. livello prestazionale superiore
- **H.02.0040** Posa in opera di segnaletica stradale su paletti esistenti
- **H.02.0045** Rimozione di segnale stradale normale o maggiorato
- **H.02.0046** Rimozione di segnale di preavviso
- **H.02.0035** Posa in opera di segnali

25.2.1 **Caratteristiche prestazionali del materiale retroriflettente della faccia a vista realizzata con tecnologia in microsfere di vetro di classe RA1 e RA2 e materiale retroriflettente realizzato con tecnologia a microprismi**

Visibilità diurna dei segnali verticali (Coordinate cromatiche e fattore di luminanza). Nel caso in cui i materiali o prodotti applicati nei lavori appaltati siano oggetto di norme europee armonizzate, cioè norme adottate dall' European Committee for Standardization (CEN) sulla base di un mandato (inteso come richiesta formale di normazione) della Commissione Europea e in cui è previsto l'apposizione del marchio "CE" sui prodotti, l'appaltatore dovrà produrre la certificazione contemplata dalle norme armonizzate in possesso dei produttori o dei fornitori, **prima** dell'applicazione dei prodotti/materiali nel cantiere stradale.

La UNI EN 12899-1 (*Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale – Parte 1: segnali permanenti*) è la norma europea armonizzata a cui fare riferimento in merito ai requisiti richiesti per la fornitura dei segnali verticali permanenti per la segnaletica stradale. Per tale norma la data in cui è terminata la coesistenza con le norme e i regolamenti nazionali, inerenti o contraddittori, è stata il 31/12/2012.

Dal 1° gennaio 2013 le prestazioni visive e quelle tecnologiche, previste per i segnali verticali permanenti realizzati con materiale retroriflettente a faccia vista che utilizza le microsfere di vetro, sono quelle descritte e tabellate nella norma armonizzata. Eventuali indicazioni sui materiali retroriflettenti che utilizzano la tecnologia a microprismi e i materiali che presentano le superfici a faccia vista fluoro-rifrangente, come quelle rilevabili dalla UNI 11480, **non sono inclusi nella norma armonizzata**. Le prestazioni dei materiali retroriflettenti microprismatici sono invece riportati nella Valutazione Tecnica Europea di pertinenza (European Technical Approval), ex Benestare Tecnico Europeo, così come indicato nel punto 4.2 della UNI EN 12899-1. Nel caso in cui l'oggetto dell'appalto contempli l'utilizzo di materiali non coperti dalla norma armonizzata, l'appaltatore dovrà fornire le specifiche di prestazione contenute nella Valutazione Tecnica Europea,

cioè “la valutazione documentata della prestazione di un prodotto da costruzione, in relazione alle sue caratteristiche essenziali, conformemente al rispettivo documento per la valutazione europea”.-

Nell'ambito dell'evoluzione delle tecnologie relative alla fabbricazione di pellicole con superficie a faccia vista retroriflettente, oltre alla pellicole a microsferi sono disponibili anche le pellicole a microprismi, corrispondenti alle classi 1 e 2 (a normale e ad alta risposta luminosa), così come classificate nel Disciplinare Tecnico del MIT del 31/03/1995. Tali pellicole, insieme alle pellicole a microsferi, sono attualmente descritte nel Rapporto Tecnico UNI 11480 (*Linea guida per la definizione di requisiti tecnico-funzionali della segnaletica (permanente) in applicazione della UNI EN 12899-1*)

In base alle indicazioni derivanti dalla norma armonizzata e in relazione alle disposizioni non contraddittorie prescritte dalle norme cogenti, Codice della Strada, Regolamento di Attuazione e Disciplinare tecnico del 31/03/95 sulle pellicole retroriflettenti, in merito alle caratteristiche colorimetriche dei segnali e in relazione ai colori previsti in Italia per la segnaletica verticale, di cui all'art. 78 del Regolamento, la tabella di riferimento per le coordinate cromatiche e i fattori di luminanza è quella riportata nel prospetto 1 della norma europea. Nella seguente **tabella rettificata** non è stato incluso il colore verde scuro (l'ottavo nell'elenco di cui al prospetto 1), in quanto non esplicitamente contemplato fra i colori prescritti dalla norma cogente italiana. Alla tabella è stato aggiunto, in base a quanto indicato dal Regolamento all'art. 78, comma 2, lettera “f”, il colore nero che, pur non avendo coordinate cromatiche, deve garantire un fattore di luminanza $\beta \leq 0,03$.

Le coordinate cromatiche della tabella 24 sono valide per le pellicole di classe RA1, RA2 (a microsferi e a microprismi) e per le pellicole di livello prestazionale superiore realizzate con la tecnologia a microprismi.

•

Tabella 24: Coordinate cromatiche in condizioni diurne e fattori di luminanza - Classe CR1

Colore	Coordinate dei 4 punti che delimitano le zone consentite (regioni colorimetriche) nel diagramma colorimetrico CIE 1931 - Illuminante D65 – Geometria 45/0 – Coordinate cromatiche in condizioni diurne e fattori di luminanza per i colori dei segnali verticali di cui all'art. 78 del Regolamento di attuazione del N.C.d.S.				Fattore di luminanza β		
		1	2	3	4	Pellicole	
						Classe RA1	Classe RA2
Bianco	x	0,355	0,305	0,285	0,335	$\geq 0,35$	$\geq 0,27$
	y	0,355	0,305	0,325	0,375		
Giallo (RA1)	X	0,522	0,470	0,427	0,335	$\geq 0,27$	
	y	0,477	0,440	0,483	0,465		
Giallo (RA2)	x	0,545	0,487	0,427	0,465		$\geq 0,16$
	y	0,454	0,423	0,483	0,534		
Arancio	x	0,610	0,535	0,506	0,570	$\geq 0,17$	$\geq 0,14$
	y	0,390	0,375	0,404	0,429		
Rosso	x	0,735	0,674	0,569	0,655	$\geq 0,05$	$\geq 0,03$
	y	0,265	0,236	0,341	0,345		
Blu	x	0,078	0,150	0,210	0,137	$\geq 0,01$	$\geq 0,01$
	y	0,171	0,220	0,160	0,038		
Verde	x	0,007	0,248	0,177	0,026	$\geq 0,04$	$\geq 0,03$
	y	0,703	0,409	0,362	0,399		
Marrone	x	0,455	0,523	0,479	0,558	$0,03 \leq \beta \leq 0,09$	
	y	0,397	0,429	0,373	0,394		
Grigio	x	0,350	0,300	0,285	0,335	$0,12 \leq \beta \leq 0,18$	
	y	0,360	0,310	0,325	0,375		
Nero	-	-	-	-	-	$\beta \leq 0,03$	

Visibilità notturna dei segnali verticali (Coefficiente di retroriflessione R_v). Per la misura della visibilità notturna dei segnali verticali, il cui materiale retroriflettente della faccia a vista sono microsfere di vetro, si utilizza la procedura specificata nel quaderno CIE 54.2 e si utilizza un illuminante normalizzato codificato con la lettera "A". La Tabella 25, di cui al prospetto 3 della norma armonizzata, è attualmente inclusa nella Linea Guida UNI 11480 "Linea guida per la definizione di requisiti tecnico funzionali della segnaletica verticale (permanente) in applicazione alla UNI EN 128991:2008". Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, con le "istruzioni e linee guida per la fornitura e posa in opera della segnaletica orizzontale" del 5 agosto 2013, Prot. n. 4867/RU, in merito al materiale retroriflettente della faccia a vista dei segnali, precisa che "può essere utilizzata anche la classe inferiore RA1 (v. prospetto 3 della norma armonizzata), ma solo limitatamente ai casi in cui ciò è consentito (v. art. 79, cc. 10, 11, 12 e 13, del Regolamento), e ove sia prevista una vita utile del segnale stradale inferiore ai 10 anni".

La versione più recente della UNI 11480, integra tale indicazione, contemplando tra le varie tipologie di pellicole, a microsfere e a microprismi, anche quelle di classe RA1.

La pellicola retroriflettente, classificata nella norma UNI EN 12899-1 con la sigla RA1, corrisponde alla pellicola a microprismi classificata dalla UNI 11480 con la definizione di "materiale retroriflettente di prestazione inferiore", omologa della pellicola realizzata con tecnologia a microsfere e definita nel Disciplinare Tecnico del MIT del mese di marzo del 1995 come "pellicola retroriflettente a normale risposta luminosa".

In merito alla scelta del tipo di pellicola rifrangente da adottare, il Regolamento di esecuzione e attuazione del nuovo Codice della strada (DPR 495/1992), al riguardo esplicita i criteri da osservare:

- l'importanza del segnale;
- il messaggio trasmesso all'utente ai fini della sicurezza;
- l'ubicazione e l'altezza rispetto alla carreggiata;
- la velocità locale prescritta;
- l'illuminazione esterna;
- le caratteristiche climatiche;
- il posizionamento del segnale in relazione alle condizioni orografiche o planoaltimetriche dell'itinerario stradale.

Tabella 25: Coefficiente di retroriflessione RA (unità: cd lx-1 m-2) - Classe RA1

Angoli di misura		Colori							
Osservazione α	Illuminazione β_1	Bianco	Giallo	Rosso	Verde	Blu	Marrone	Arancio	Grigio
12'	5°	70	50	14,5	9	4	1	25	42
	30°	30	22	6	3,5	1,7	0,3	10	18
	40°	10	7	2	1,5	0,5	#	2,2	6
20'	5°	50	35	10	7	2	0.6	20	30
	30°	24	16	4	3	1	0.2	8	14,4
	40°	9	6	1,8	1,2	#	#	2,2	5,4

2°	5°	5	3	1	0,5	#	#	1,2	3
	30°	2,5	1,5	0,5	0,3	#	#	0,5	1,5
	40°	1,5	1	0,5	0,2	#	#	#	0,9

Nota: il simbolo “#” indica un valore > 0, ma non significativo o applicabile.

La tabella di cui al prospetto 4 della norma armonizzata UNI EN 12899-1 è inclusa nella norma volontaria UNI 11480 ed è relativa ai materiali retroriflettenti definiti “di livello prestazionale di base”, livello corrispondente alle pellicole di Classe 2 realizzate con tecnologia a microsferi e più note come “*pellicole retroriflettenti ad alta risposta luminosa*” di cui al Disciplinare Tecnico del MIT del mese di marzo 1995. I valori di RA, relativi alla visibilità notturna, riportati per i vari colori nella Tabella n. 26, sono quelli contemplati dall’art. 79, comma 12, del Regolamento: “*L’impiego delle pellicole rifrangenti ad elevata efficienza (classe 2) è obbligatorio nei casi in cui è esplicitamente previsto, e per i segnali: dare precedenza, fermarsi e dare precedenza, dare precedenza a destra, divieto di sorpasso, nonché per i segnali di preavviso e di direzione di nuova installazione. Il predetto impiego è facoltativo per i segnali: divieto di accesso, limiti di velocità, direzione obbligatoria, delineatori speciali*”, e ove sia prevista una vita utile del segnale stradale uguale a 10 anni. Nel prospetto 4 della UNI EN 12899-1 le prestazioni di visibilità notturna dei materiali retroriflettenti della faccia a vista realizzata con tecnologia a microsferi, sono classificate “RA2”.

Tabella 26: Coefficiente di retroriflessione RA (unità: cd lx-1 m-2) - Classe RA2

Angoli di misura		Colori							
Osservazione α	Illuminazione β_1	Bianco	Giallo	Rosso	Verde	Blu	Marrone	Arancio	Grigio
12°	5°	250	170	45	45	20	12	100	125
	30°	150	100	25	25	11	8.5	60	75
	40°	110	70	15	12	8	5	29	55
20°	5°	180	120	25	21	14	8	65	90
	30°	100	70	14	12	8	5	40	50
	40°	95	60	13	11	7	3	20	47
2°	5°	5	3	1	0,5	0,2	0,2	1,5	2,5
	30°	2,5	1,5	0,4	0,3	#	#	1	1,2
	40°	1,5	1	0,3	0,2	#	#	#	0,7

Nota: - il simbolo “#” indica un valore > 0, ma non significativo o applicabile;

- nella Tabella 26 è stata omessa la colonna di valori di R_A relativa al colore verde scuro.

Il Coefficiente di retroriflessione R_A di tutti i colori ottenuti con **stampa serigrafica** sul colore bianco di base, eccetto il bianco, non deve essere inferiore al 70% dei valori riportati nelle Tabelle nn. ~~26~~ 25 e 26, per i segnali di classe RA1 e RA2.

Durabilità. Per verificare la costanza delle prestazioni nel tempo della visibilità diurna e notturna dei materiali retroriflettenti realizzati con la faccia a vista con la tecnologia a microsferi di vetro, la norma armonizzata prescrive due modalità di verifica: l’invecchiamento naturale, con esposizione dei campioni per 3 anni inclinati a 45° rivolti verso sud, in conformità al Metodo A della UNI EN ISO 877-1, e l’invecchiamento artificiale per un periodo di tempo pari a 2000 ore, in conformità alla norma UNI EN ISO 4892-2, utilizzando i parametri prescritti nel prospetto 5 della UNI EN 12899-1.

Al termine della prova di invecchiamento prescelta, naturale o strumentale, le coordinate cromatiche ed il fattore di luminanza di ciascun colore previsto nella Tabella 24, non dovrà subire variazioni: per quanto attiene alla visibilità diurna dei segnali, il fattore di luminanza dovrà essere uguale o maggiore dei valori prescritti per i campioni tal quali e le coordinate cromatiche dovranno essere contenute nel box cromatico definito per ciascun colore; per quanto riguarda la

visibilità notturna, le caratteristiche fotometriche, elencate per ciascun colore per le pellicole di classe RA1 e RA2 nelle Tabelle 25 e 26, misurate con un angolo di osservazione di 20' e con gli angoli di illuminazione di 5° e 30°, **non dovranno essere minori dell'80%** dei valori elencati nelle predette tabelle.

Coefficiente di retroriflessione R_A dei segnali stradali verticali al termine degli anni di esposizione in condizioni normali di utilizzo. Dopo la prova di invecchiamento naturale o accelerato, ovvero al termine dei 7 anni e 10 anni di durata garantita dei segnali, il coefficiente R_A delle pellicole di classe RA1 e RA2, misurato con gli angoli di osservazione e illuminazione prescritti, non dovrà essere inferiore ai valori indicati rispettivamente nelle Tabelle nn. 27 e 28.

Tabella 27: Coefficiente di retroriflessione RA (unità: cd lx-1 m-2) - Classe RA1 – Al termine dei 7 anni di esposizione in condizioni normali di utilizzo

Angoli di misura		Colori							
Osservazione α	Illuminazione β	Bianco	Giallo	Rosso	Verde	Blu	Marrone	Arancio	Grigio
20'	5°	40	28	8	5,6	2	0,48	16	24
	30°	19,2	12,8	3,2	2,4	1	0.16	6,4	11,5

Tabella 28: Coefficiente di retroriflessione RA (unità: cd lx-1 m-2) - Classe RA2 – Al termine dei 10 anni di esposizione in condizioni normali di utilizzo

Angoli di misura		Colori							
Osservazione α	Illuminazione β	Bianco	Giallo	Rosso	Verde	Blu	Marrone	Arancio	Grigio
20'	5°	144	96	20	16,8	11,2	6,4	52	72
	30°	80	56	11,2	9,6	6,4	4	32	40

Il Coefficiente di retroriflessione R_A di tutti i colori ottenuti con stampa serigrafica sul colore bianco di base, eccetto il bianco, dopo la prova di invecchiamento naturale o accelerato, ovvero al termine dei 7 anni e 10 anni di durata garantiti dei segnali, non deve essere inferiore al **56%** dei valori riportati nelle Tabelle nn. 26 e 27, per i segnali di classe RA1 e RA2, relativamente alle misure effettuate ad un angolo di osservazione di 20' e un angolo di illuminazione di 5° e 30°. Per quanto concerne la garanzia sulla durabilità del materiale retroriflettente della faccia a vista del segnale, l'appaltatore si dovrà assicurare e dovrà darne evidenza con la relativa certificazione, che **le prestazioni colorimetriche e fotometriche delle pellicole di classe RA1, incluse le pellicole di livello prestazionale inferiore realizzate con tecnologia a microprismi, avranno una durata minima di 7 anni e le pellicole di classe RA2, incluse le pellicole di livello prestazionale base realizzate con tecnologia a microprismi, avranno una durata minima di 10 anni**, al termine dei relativi periodi le coordinate cromatiche e il fattore di luminanza saranno ancora coerenti con i valori elencati nella Tabella n. 24, mentre valori fotometrici saranno uguali o maggiori ai valori indicati nelle Tabelle nn. 27 e 28.

Come previsto dal paragrafo 9.2 della UNI EN 12998-1, le pellicole retroriflettenti utilizzate per la realizzazione dei segnali stradali verticali permanenti, devono avere un marchio di identificazione visibile e durevole, un tempo analogo a quello che il fabbricante o il fornitore garantiscono per la durata del prodotto. Il marchio deve contenere:

- il logo o il nome del fabbricante;
- il codice identificativo del prodotto;

- la classe di prestazione e, come informazione supplementare,
- gli anni di garanzia della durata della pellicola, 7 anni (RA1) o 10 anni (RA2) per le pellicole realizzate con la tecnologia a microsfere di vetro e per le pellicole realizzate con la tecnologia a microprismi.

25.2.2 Caratteristiche tecnologiche del materiale retroriflettente della faccia a vista realizzata con tecnologia in microsfere di vetro

Resistenza all'impatto. La prova ha la finalità di verificare la resistenza delle pellicole agli urti accidentali di inerti o altri corpi di modeste dimensioni proiettati verso il materiale retroriflettente della faccia a vista. La pellicola, sottoposta all'impatto di una massa di 450 g lasciata cadere da un'altezza di 220 mm, non deve presentare incrinature e/o delaminazione fuori da un cerchio con raggio di 6 mm dal centro del punto di impatto.

Sostanze pericolose. I materiali utilizzati nei prodotti (inchiostri serigrafici, pigmenti per la colorazione del materiale plastico, altre sostanze utilizzate nel processo di fabbricazione del prodotto) non devono rilasciare alcuna sostanza pericolosa in eccesso rispetto ai livelli consentiti dalla normativa comunitaria (SVHC del Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals - REACH) o da quella nazionale.

25.3 Segnaletica orizzontale

Articoli di Elenco Prezzi correlati:

- **H.01.014** Segnaletica orizzontale in termocolato plastico su tappeto normale.
- **H.01.015** Segnaletica orizzontale in termocolato plastico su tappeto drenante
- **H.01.016** Segnaletica orizzontale in termocolato plastico tipo "sonoro"
- **H.01.017** Segnaletica orizzontale di nuovo impianto in termo spruzzato plastico su tappeto normale
- **H.01.018** Segnaletica orizzontale di nuovo impianto in termo spruzzato plastico su tappeto drenante
- **H.01.019** Segnaletica orizzontale di ripasso in termo spruzzato plastico
- **H.01.026** Cancellazione di segnaletica orizzontale con impiego di attrezzatura abrasiva

25.3.1 Caratteristiche prestazionali

Tabella 5: Caratteristiche prestazionali* della segnaletica orizzontale realizzata in materiale termoplastico

PRESTAZIONI	CONDIZIONI DI MISURA	CLASSI DI PRESTAZIONE	VALORI MINIMI
Visibilità notturna (R _t) per la segnaletica di colore bianco e giallo	In condizioni asciutte	(R3)	≥ 150
	In condizioni asciutte: giallo**	(R5)	≥ 300
	In condizioni di bagnato	(RW3)	≥ 50
			mcd lux ⁻¹ m ⁻²

	In condizioni di pioggia	(RR2)	≥ 35	
Visibilità diurna (Q_d)	Segnaletica bianca asciutta	(Q3)	≥ 130	mcd lux ⁻¹ m ⁻²
	Segnaletica gialla asciutta	(Q3)	≥ 100	
Resistenza al derapaggio***	Segnaletica bagnata	(S2)	≥ 50	SRT
Fattore di luminanza (β)	Segnaletica bianca asciutta	(B5)	$\geq 0,60$	-
	Segnaletica gialla asciutta	(B3)	$\geq 0,40$	
Colore (Coordinate cromatiche)****	x	Sempre all'interno dei box prescritti per ciascun colore		
	y			

* Caratteristiche prestazionali, previste dalla norma UNI EN 1436

** Punto 3.2.3 del Decreto del 10/07/2002 del MIT (S.O. G.U. n. 226/2002): "Per quanto riguarda la segnaletica orizzontale (**temporanea**) occorre riferirsi alla norma UNI EN 1436 **con obbligo di garantire** la classe R5 per le strade di tipo A, B e D e classe R3 o R5 per gli altri tipi di strade"

*** Caratteristica valida esclusivamente per i prodotti di segnaletica orizzontale non profilata. (La segnaletica profilata è una striscia segnaletica intervallata da rilievi regolari di materiale plastico avente configurazioni geometriche varie: rilievo lineare trasversale, rilievo oblungo trasversale, rilievi a grumi, rilievi a "gocce", rilievi reticolati, ecc. che può presentare, oltre ai requisiti di visibilità notturna e diurna, la caratteristica di far vibrare l'autoveicolo che ne percorre il profilo).

**** La tabella con le coordinate cromatiche previste dalla UNI EN 1436 e il relativo grafico sono riportati in Appendice, Sottoparagrafo

25.3.2 Caratteristiche fisico-chimiche

Lo spruzzato termoplastico è costituito da una miscela di aggregati di colore chiaro, microsfele di vetro, pigmenti coloranti e sostanze inerti, legate insieme con resine sintetiche termoplastiche, plastificate con olio minerale. La proporzione dei vari ingredienti è tale che il prodotto finale, quando viene liquefatto, può essere spruzzato facilmente sulla superficie stradale realizzando una striscia uniforme di buona nitidezza.

Gli aggregati sono costituiti da sabbia bianca silicea, calcite frantumata, silice calcinata, quarzo ed altri aggregati chiari ritenuti idonei.

Le microsfele di vetro premiscelate devono avere buona trasparenza, per almeno l'80%, ed essere regolari (sferiche) e prive di incrinature; il loro diametro può essere compreso tra mm 0,2 e mm 0,8.

In merito alle caratteristiche prestazionali delle microsfele di vetro da premiscelare e da post-spruzzare, si veda il paragrafo del presente Capitolato.

Il legante, costituito da resine sintetiche da idrocarburi, plastificate con olio minerale. Le resine impiegate dovranno essere di colore chiaro e non devono scurirsi eccessivamente se riscaldate per 16 ore alla temperatura di 150 gradi °C.

Lo spessore della pellicola di spruzzato termoplastico deve essere di norma non inferiore a mm 1,50 accertabile con sistema di analisi di immagine o sistemi equivalenti.

Taluni prodotti termoplastici fanno presa più facilmente sulla pavimentazione in conglomerato bituminoso se questa non si presenta ossidata. I produttori consigliano, nel caso di vecchie pavimentazioni con lo strato esposto all'azione del clima e prima di effettuare l'applicazione del prodotto, di fresare superficialmente il tappeto d'usura per esporre gli strati non ossidati in modo da consentire un legame più solido tra i componenti del prodotto segnaletico e i componenti costituenti lo strato d'usura della pavimentazione stradale.

Uno dei principali fattori che contribuiscono all'irregolarità nelle prestazioni del materiale termoplastico è la carenza di controllo della temperatura durante la fase di applicazione del prodotto. Le variazioni delle temperature dell'aria e della pavimentazione sono

probabilmente uno degli aspetti più importanti quando si utilizzano i materiali termoplastici per realizzare la segnaletica orizzontale. Il materiale termoplastico è progettato per essere facilmente reso fluido e riformato. Per assicurarsi una corretta applicazione del prodotto, le temperature richieste devono essere strettamente controllate. Inoltre, la formulazione del materiale deve essere rigorosa per garantire che il materiale risponda correttamente alle temperature predeterminate per la sua applicazione. Le temperature troppo alte possono bruciare il materiale durante il processo di rammollimento. Temperature troppo basse possono causare un rammollimento non conforme del materiale, determinando un'adesione inadeguata con il substrato in conglomerato bituminoso. Inoltre, anche lo spessore di stesa deve essere verificato con una certa frequenza per assicurare una buona adesione, infatti se la striscia applicata non è abbastanza spessa, il materiale sulla pavimentazione non tratterrà il calore abbastanza a lungo perché si verifichi il processo di penetrazione nel substrato e il prodotto vi aderisca saldamente. Le temperature troppo alte oppure eccessivamente basse della pavimentazione e dell'aria, influenzeranno le caratteristiche di trasferimento del calore e perciò condizioneranno negativamente l'adesione.

In fase di applicazione del prodotto, se l'umidità relativa è $\geq 70\%$ e/o la superficie stradale si presenta umida, la DL può disporre che l'applicazione della segnaletica sia preceduta da una fase di asciugatura della pavimentazione al fine di garantire l'adesione del prodotto al substrato. I dosaggi usualmente consigliati (*per una durata media stimata del prodotto di ca. 18 ÷ 24 mesi*), in funzione della tipologia di pavimentazione (intensità del traffico, % veicoli pesanti, condizioni ambientali, ecc.), sono riassunti nella seguente tabella:

Tabella 6: Dosaggio della segnaletica in funzione della tipologia di pavimentazione e di intervento

TIPOLOGIA PAVIMENTAZIONE	TIPOLOGIA INTERVENTO	DOSAGGIO
Tappeto normale	Stesa su pavimentazione nuova	2,0 kg/m ²
	Interventi di ripasso	1,8 kg/m ²
Tappeto drenante *	Stesa su pavimentazione nuova	3,0 kg/m ²
	Interventi di ripasso	1,8 kg/m ²
Tutte le tipologie	Tutte le tipologie di intervento finalizzate alla stesa di segnaletica termocolata profilata (rumorosa)	4,0 kg/m ²

* Nel caso di pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso drenante è obbligatorio effettuare un ripasso della segnaletica entro 6 mesi dalla stesa.

Durante l'applicazione sarà cura dell'Impresa esecutrice, su disposizione della DL, di prelevare campioni di striscia segnaletica stesa su supporti metallici, usualmente 3 lamierini d'acciaio delle dimensioni di 30 x 50 cm, e dello spessore di 0,5 mm. Su tali campioni sarà verificato in laboratorio lo spessore medio e il dosaggio, oltre che gli altri parametri prestazionali.

La pittura termocolata o termospruzzata deve essere applicata sulla superficie stradale in condizioni termoigrometriche controllate, in particolare la temperatura dell'aria deve essere compresa tra + 10 °C e + 40 °C e l'umidità relativa non deve essere superiore al 70%. In tali condizioni climatiche, il prodotto termospruzzato deve solidificarsi entro 30 ÷ 40 secondi, mentre il prodotto termocolato o estruso deve solidificarsi in 3 ÷ 4 minuti dalla stesa. Trascorso tale periodo di tempo dall'applicazione deve essere garantita l'immediata transitabilità della strada e il prodotto applicato non deve sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

La percentuale in peso delle microsferi di vetro rispetto allo spruzzato termoplastico non deve essere inferiore al 20%. In fase di stesura dello spruzzato termoplastico, dovrà essere effettuata una operazione supplementare di postspruzzatura di microsferi di vetro sulla superficie della striscia ancora calda, in ragione di circa 350 g/m².

25.3.3 Prove di laboratorio

Escluse le prime due prove in elenco, le prove elencate nella Tabella n. 7 sono quelle indicate dalla norma UNI EN 1871 per la caratterizzazione dei prodotti termoplastici.

Tali prove sono state riproposte nella pre-norma aggiornata (FprEN 1871) in fase di approvazione da parte del CEN. I prodotti termoplastici, in base alle indicazioni della bozza finale della norma, saranno oggetto di marcatura "CE".

Tabella 7: Caratteristiche fisiche dei prodotti termoplastici per segnaletica orizzontale

PROVA	VALORE/REQUISITO RICHIESTO	UNITA' DI MISURA TOLLERANZA/METODO	NORMA
Densità	≥ 1,9	kg/l (± 0,1 kg/l)	UNI EN ISO 2811-2
Temperatura di fusione	≥ 180	°C	-
Resistenza agli alcali*	Assenza di fuoriuscita di pigmento dai provini. Assenza di irruvidimento della superficie esposta.	Azione sui provini di una soluzione al 10% di idrossido di sodio per 48 ore	UNI EN 1871 Appendice D
Punto di rammollimento	≥ 90	°C	UNI EN 1871 Appendice F
Invecchiamento ai raggi UVB	$\Delta\beta \leq 0,05$	Invecchiamento ai raggi UVB (168 ore per complessivi 14 cicli da 8h di irradiazione + 4h di condensazione)*	UNI EN 1871 4.1.4.3
Stabilità termica	6	h (alla temperatura di applicazione)	UNI EN 1871 Appendice G
Resistenza all'impatto a freddo	Assenza di fratture e fessurazioni	Sfera di acciaio da 66,8 g che cade sul provino da 2 m di altezza alle temperature di 0 °C e -10 °C	UNI EN 1871 Appendice H
Valore di impronta	≤ 50 s	(± 5 s)	UNI EN 1871 Appendice J
Resistenza all'usura**	2,5 cm ³	(± 0,1 cm ³)	UNI EN 1871 Appendice K

* La prova verifica l'applicabilità di un prodotto segnaletico termoplastico su substrati reattivi a base alcalina, come le pavimentazioni stradali il cui legante sia cemento idraulico.

** La prova è usualmente utilizzata per i prodotti termoplastici applicati in strade in cui le condizioni climatiche sono particolarmente rigide, con frequenti innevamenti e basse temperature. La prova simula l'abrasione causata dai pneumatici chiodati con in un apparecchio "Tröger" su un campione di prodotto termoplastico applicato ad un provino Marshall alla temperatura di - 10 °C.

In particolare, le caratteristiche fisico chimiche del prodotto termoplastico sono le seguenti:

- Punto di infiammabilità: superiore a 230 gradi °C;
- Punto di rammollimento o di rinvenimento: superiore a 90 gradi °C;

- c) Resistenza alle escursioni termiche: dalle temperature -20 °C a + 80 °C;
- d) Resistenza alla corrosione: il materiale deve rimanere inalterato se viene immerso in una soluzione di cloruro di calcio, a forte concentrazione, per un periodo di 4 settimane.

2.5 FOGNATURE STRADALI

Art.26 Scavi, posa e rinterrati

I cavi entro i quali si poseranno le tubazioni dovranno avere il fondo regolarmente spianato affinché i tubi gli si appoggino in tutta la loro lunghezza.

I cavi dovranno avere la profondità precisa stabilita nei rispettivi profili o quella che verrà fissata all'atto esecutivo dalla Direzione Lavori comunque non inferiore a m. 0,60, misurati sulla generatrice superiore della tubazione.

Nei punti ove cadono i giunti dei tubi, si faranno delle nicchie sufficienti per poter eseguire regolarmente tutte le operazioni relative alla posa dei tubi e alla esecuzione dei giunti.

Nel pareggiamento delle materie fuori dei cavi, si dovranno tenere separate quelle terrose e scegliere quelle che dovranno poi per primo essere riversate e buttate sul fianco del tubo e per almeno cm. 15 al di sopra del medesimo per difenderlo dalle rotture e rincalzarlo solidamente.

Nei tratti di cavo ricadenti per tutta la loro altezza nella roccia, le materie scelte necessarie per costruire il primo strato a protezione del tubo verranno fornite da cave senza speciale compenso oltre a quello stabilito per gli scavi per la posa in condotta.

Gli scavi da eseguire entro gli abitati o comunque in prossimità di abitazioni, dovranno essere tenuti aperti il minor tempo possibile in modo da dare il minor disturbo ai privati e non interrompere il transito dei veicoli sulle strade.

L'Impresa dovrà provvedere ai necessari puntellamenti, ripari o sbadacchi ed ai passaggi provvisori con tavole od altro per assicurare la libera circolazione dei pedoni in piena sicurezza e l'accesso alle case fronteggianti.

In ogni modo, l'Impresa prima di procedere agli scavi per la condotta dovrà accertarsi dello stato delle fondazioni delle case latitanti sospendendo ogni lavoro quando dette fondazioni non siano in buone condizioni e si possano temere danni in occasione dell'esecuzione dei detti scavi. In tali casi l'Impresa ne informerà immediatamente la Direzione Lavori per stabilire i provvedimenti del caso e frattanto essa Impresa dovrà provvedere d'urgenza ai puntellamenti e a quanto altro necessario per evitare danni.

I prezzi degli scavi per le condotte resteranno invariati anche se si dovesse modificare in tutto od in parte il tracciato delle condotte stesse.

In tali prezzi sono compresi lo spianamento del fondo, la formazione delle nicchie e buche in corrispondenza dei giunti, l'eventuale taglio degli alberi ed arbusti e della sterpaglia della striscia ove ricadono gli scavi, lo sgombero delle materie che eventualmente franassero nei cavi prima del collocamento dei tubi, gli eventuali esaurimenti di acqua comunque provenienti e comunque eseguiti sia durante l'esecuzione dei cavi che durante la posa in atto delle tubazioni e ove previsto, il trasporto a rifiuto delle materie di scavo eccedenti al riempimento.

E' vietato all'Appaltatore sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature ed alla posa dei tubi prima che la Direzione lavori abbia verificato ed accertato i piani di fondazione; lo scavo che si fosse fatto all'ingiro della medesima, dovrà essere diligentemente riempito e costipato a cura e spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate sino al pianerottolo naturale e primitivo.

Per quanto riguarda i materiali di risulta provenienti dagli scavi, vale quanto specificato per quanto concerne il trasporto e la movimentazione dei materiali di scavo.

I tubi PEAD dovranno essere installati interrati. Le tubazioni dovranno essere posate alla profondità prevista dal progetto.

- a) Letto di posa. Una certa cura dovrà essere dedicata alla rifinitura della trincea di posa: dovranno essere evitate punte rigide a contatto con il tubo quali pietre, inerti vari, ecc. I tubi non dovranno essere posati sul fondo dello scavo, ma su un letto di posa con altezza minima di ~20 cm, costituito da sabbia o da altro materiale fine. Il letto di posa dovrà essere compattato.
- b) Fase iniziale di riempimento. È bene eseguire la prima fase di ricoprimento a mano, con materiale fine, possibilmente sabbioso. Il materiale di rivestimento direttamente a contatto con il tubo, fino ad un'altezza uniforme di circa mezzo diametro misurata a partire dalla generatrice più alta del tubo, deve essere costituito da sabbia o da altro materiale fine e compattato a mano.
- d) Riempimento dello scavo. Il riempimento dello scavo viene effettuato con il materiale estratto dallo scavo stesso, quando giudicato idoneo, spurgato delle parti di dimensioni superiori a 100 mm, dei detriti vegetali, animali, ecc. e scegliendo, di preferenza, materiali contenenti meno del 30% di elementi superiori a 20 mm, ad eccezione di torba, cocci e suoli molto organici. È consigliata l'eliminazione di argille e limo. Il riempimento viene attuato per strati successivi di spessore di 30 cm.

Art.27 Tubazioni

27.1 Generalità

La posa in opera di qualunque tipo di tubazione, dovrà essere preceduta, qualora dal progetto non emergano specifiche indicazioni, dallo studio esecutivo particolareggiato delle opere da eseguire, di modo che possano individuarsi con esattezza i diametri ottimali delle varie tubazioni ed i relativi spessori. Lo studio sarà completo di relazioni, calcoli, grafici e quant'altro necessario per individuare le opere sotto ogni aspetto, sia analitico che esecutivo.

Dovranno comunque essere rispettate le "Norme tecniche relative alle tubazioni" emanate con D.M. 12 dicembre 1985 nonché le relative "Istruzioni" diffuse con Circolare Min. LL.PP. n. 27291 del 20 marzo 1986. Dovrà infine essere rispettato il "Regolamento concernente i materiali che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano" adottato con D. Min. Salute 6 aprile 2004, n. 174.

27.1.1 Tubi, raccordi e apparecchi

Le tipologie di tubazioni da utilizzare per lo smaltimento delle acque piovane sono di tipo in polietilene (AD). Le tubazioni per condotte di scarico interrate non in pressione, sono realizzate a doppia parete, lisce internamente e corrugate esternamente, prodotte in PEAD e testate secondo norma EN 13476-3 (tipo B), dotate di sistema di giunzione a bicchiere o manicotto e rispettive guarnizioni elastomeriche di tenuta in EPDM.

27.1.2 Scarico dai mezzi di trasporto

Lo scarico dei tubi dai mezzi di trasporto dovrà essere effettuato con tutte le precauzioni atte ad evitare danni di qualsiasi genere, sia alla struttura stessa dei tubi che ai rivestimenti. Sarà vietato l'aggancio a mezzo di cappio di funi metalliche.

27.1.3 Pulizia dei tubi e accessori

Prima di essere posto in opera ciascun tubo, raccordo o apparecchio dovrà essere accuratamente pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo; dovrà evitarsi inoltre che nell'operazione di posa detriti o altro si

depositino entro la tubazione provvedendo peraltro, durante le interruzioni del lavoro, a chiuderne accuratamente le estremità con appositi tappi.

27.1.4 Prova delle tubazioni

L'Appaltatore sarà strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di tubazione posati al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente, alla esecuzione delle giunzioni, la costruzione delle murature di contrasto e di ancoraggio (se necessarie). Contemporaneamente dovrà disporre il rinterro parziale dei tubi nei tratti di mezzera, curando che i giunti rimangano scoperti. Successivamente, non appena scaduti i termini di stagionatura delle murature anzi dette, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove. Di conseguenza tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possano derivare alle tubazioni, alle trincee, ai lavori in genere ed alla proprietà dei terreni, a causa di eventuali ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove saranno effettuate per tronchi di lunghezza media di 500 m^{xlvii}, restando però in facoltà della Direzione aumentare o diminuire tali lunghezze. L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto sarà necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo. Dovrà approvvigionare quindi l'acqua per il riempimento delle tubazioni (pure nel caso che mancassero gli allacciamenti alla rete o a qualunque altra fonte di approvvigionamento diretto), i piatti di chiusura, le pompe, i rubinetti, i raccordi, le guarnizioni, i manometri registratori e le opere provvisorie di ogni genere.

La prova verrà effettuata riempiendo d'acqua il tronco interessato e raggiungendo la pressione prescritta mediante pompa applicata all'estremo più depresso del tronco stesso; anche le letture al manometro dovranno effettuarsi in tale punto. Dovrà però tenersi presente che la pressione idraulica nel punto più alto del tronco non dovrà risultare minore della pressione idraulica nel punto più basso di oltre il 20%.

Riempito il tronco da provare, questo dovrà restare in carico per circa 24 h ad una pressione idrostatica il cui valore dovrà essere non maggiore della pressione di progetto del tronco stesso. Al termine delle 24 h, contate a partire dal momento in cui il tratto in prova comincerà a mantenersi alla pressione applicata, si procederà ad una accurata ispezione delle parti visibili della tubazione, con particolare attenzione per i giunti ed i raccordi.

Superata positivamente tale prova preliminare, la tubazione verrà gradualmente sottoposta alla pressione di prova vera e propria, che dovrà essere mantenuta per un periodo da 2h a 8 h secondo prescrizione. Al termine, posto l'esito favorevole della prova, si procederà nel più breve tempo al rinterro totale dello scavo, lasciando scoperti unicamente i punti che collegheranno tra loro i vari tronchi di prova. Di seguito, quando tutte le prove parziali fossero state ultimate, i vari tratti provati verranno tra loro collegati in via definitiva e l'intera condotta verrà allora messa in carico immettendovi la pressione di esercizio prevista in progetto. Quindi si procederà al rinterro completo dello scavo nei punti ancora scoperti. Le prove saranno eseguite in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore e, per ogni prova dal risultato positivo, verrà redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti.

Art.28 Manufatti per reti di drenaggio

28.1 Pozzetti per reti di drenaggio

Il progetto prevede la posa di pozzetti di ispezione costituiti da:

- pozzetti prefabbricati vibrocompressi in CIs di classe C25/30
- elementi di prolunga per pozzetti prefabbricati in CIs di classe C25/30
- soletta prefabbricata carrabile in cls per pozzetti prefabbricati in CIs o gettati in opera
- caditoia carrabile in ghisa

28.1.1 Pozzetti di ispezione^{xlviii}

I pozzetti ed i chiusini, la cui tipologia e dimensioni saranno indicate negli elaborati di progetto, realizzati in c.a.v. secondo la norma UNI-EN 1917:2004 e soggetti a marcatura CE.

dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Classe minima C25/30;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni

I chiusini dovranno essere conformi alla norma UNI - EN 124 "Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature";

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.

Relativamente ai pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo del chiusino non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i chiusini, le griglie ed i telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.

Art.29 Tubazioni circolari di attraversamento

Gli elementi prefabbricati dovranno essere del tipo in calcestruzzo vibrocompresso armato, a sezione circolare di dimensioni interne nette di cm 60cm, aventi spessore delle pareti e delle solette non inferiore a cm 5. Gli elementi prefabbricati dovranno essere dimensionati per l'impiego a base 400 cm per resistere ai carichi mobili di 1^a categoria (con marcatura CE secondo quanto previsto dal D.M. 14-01-08 e relativi euro codici) con ricoprimenti minimi e massimi rilevati dal profilo longitudinale di progetto. Dovranno essere dimensionati anche per sopportare la spinta idraulica interna in condizioni statiche (salvo diversamente specificato), la spinta idraulica esterna dovuta alla presenza di eventuale falda e l'azione sismica di riferimento per la località.

E' a carico dell'impresa produrre tutti i calcoli di verifica statica dei manufatti

Gli elementi prefabbricati saranno assoggettati a marcatura CE secondo le disposizioni del Regolamento 305-11 UE e della relativa normativa armonizzata di riferimento UNI EN 14844:2012 e rispondenti alle prescrizioni del D.M. 14-01-08 "Norme tecniche per le costruzioni"

Le armature in particolare dovranno essere realizzate con doppia rete elettrosaldata e ferri aggiuntivi sagomati o comunque dotate di barre di ripartizione longitudinali. (non sono considerate assimilabili ad elementi di armatura, dispositivi alternativi quali catene in acciaio, cavi o fili).

I manufatti dovranno essere privi di fori passanti e dovranno essere posti in opera con idonee attrezzature omologate secondo quanto previsto dalle normative vigenti sulla sicurezza nei cantieri.

Sono comprese nel prezzo eventuali ispezioni per passo d'uomo (a richiesta di sezione circolare e/o rettangolare) che dovranno essere predisposte con apposite dime in ferro zincato debitamente fissate all'armatura con adeguati cordoli di collegamento, il tutto integrato nel getto a perfetta regola d'arte.

E' compresa nel prezzo la base d'appoggio costituita da un getto di cls della classe e dimensione come da disegni esecutivi, compreso l'onere del controllo della livelletta con l'ausilio di idonee apparecchiature laser.

La giunzione tra gli elementi dovrà essere realizzata solamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro (TIR-FOR).

E' inclusa nel prezzo la predisposizione di idonea guarnizione water-stop 30x30 mm dimensionata, una volta compressa di circa il 30%, per riempire quasi completamente il giunto, anche in presenza di tolleranze dimensionali non perfette.

Nel prezzo è altresì compreso l'onere per il collaudo dell'opera in conformità alle Norme EN 1610 e al Decreto Ministero Lavori Pubblici 12.12.1985 .

2.6 OPERE A VERDE

OPERE A VERDE – ATTIVITÀ PRELIMINARI

Art.30 Analisi qualitativa del terreno

Il terreno sia in sito che importato da altre aree dovrà essere analizzato per verificarne l'idoneità al tipo di intervento progettato, prima dell'inizio dei lavori.

La caratterizzazione del terreno sarà raggiunta attraverso le opportune analisi (di seguito sono elencate le più significative).

- Granulometria;
- Acidità;
- Calcare totale;
- Azoto totale;
- Fosforo assimilabile;
- Potassio assimilabile;
- Sostanza organica;
- Capacità di Scambio Cationico (CSC);
- Conducibilità elettrica.

Resta comunque a carico dell'APPALTATORE eseguirne altre qualora ritenute necessarie dall'APPALTATORE stesso o richieste dalla DIREZIONE LAVORI.

E' comunque necessario ottenere l'approvazione della DIREZIONE LAVORI per la messa in opera di terreno vegetale o per l'utilizzo di suolo agricolo in situ.

Art.31 Preparazione del suolo

Le aree su cui devono essere realizzate le opere devono essere pulite asportando tutti i materiali estranei, che saranno avviati alle discariche autorizzate.

La pulizia deve essere effettuata limitando al massimo possibile il disturbo del terreno evitando contaminazioni o rimescolamento della stratigrafia naturale che dovrà essere preservata anche in caso di rinterri.

Inoltre, devono essere abbattute le piante da non conservare, i cespugli, le piante infestanti; estirpate le ceppaie, deve procedersi allo spietramento superficiale.

Art.32 Rimozione e accantonamento del terreno vegetale

La rimozione del terreno vegetale esistente nelle zone soggette a lavorazioni dovrà avvenire evitando sia di modificarne le caratteristiche fisiche sia di contaminarlo con materiali estranei o provenienti dagli strati inferiori ai primi 20/30 cm.

L'accantonamento del terreno vegetale avverrà nelle aree opportunamente pulite e predisposte.

I cumuli dovranno essere predisposti in relazione alle differenti caratteristiche chimico-fisiche delle terre da accantonare, dovranno presentare dimensioni tali da non compromettere la struttura e la fertilità del terreno e non dovranno, comunque, superare l'altezza di m 2,50.

Sarà comunque compito dell'APPALTATORE adottare il criterio più idoneo a garantire la conservazione della fertilità e la non contaminazione (materiali estranei e/o inquinanti) delle terre accantonate.

Art.33 Accantonamento del suolo humico

In fase di realizzazione delle nuove opere e di installazione dei cantieri la prima attività finalizzata alla ricostituzione di suolo agrario o vegetale consisterà nell'accantonamento del suolo humico, che servirà poi in fase di ripristino. Gli strati fertili di coltura esistenti sulle aree di cantiere ed in corrispondenza delle nuove opere dovranno essere infatti preservati ed accantonati, per essere riutilizzati in un secondo tempo.

L'asportazione dello strato di terreno vegetale e la sua messa in deposito dovrà essere effettuata prendendo tutte le precauzioni per evitare di modificarne la struttura, la compattazione, la contaminazione con materiali estranei o con strati più profondi di composizione chimico-fisica differente. In fase di progetto esecutivo dovrà essere individuata la localizzazione dei depositi di accantonamento della terra vegetale, allegando delle specifiche tecniche sulle modalità di uso, coltivazione e mantenimento degli stessi.

Il terreno vegetale dovrà comunque essere esente dalla presenza di corpi estranei quali pietre, rami e radici e la quantità di scheletro con diametro maggiore di 2 mm non dovrà superare il 25-30% del volume totale.

Art.34 Difesa della vegetazione esistente

L'APPALTATORE dovrà provvedere ad identificare e proteggere per tutta la durata dei lavori tutte le piante che il progetto preveda debbono essere conservate.

Se necessario dovrà essere effettuata la potatura di rami che interferiscono con i passaggi obbligati, ma sempre nel periodo idoneo alle potature e provvedendo alla disinfezione dei tagli con prodotti fungistatici ed alla loro protezione con mastici naturali.

Dovrà essere garantita la stabilità degli alberi predisponendo, se necessario, sistemi di sostegno e ancoraggio.

Nelle aree già caratterizzate dalla presenza di vegetazione, che il progetto conserva, non dovranno essere localizzati depositi di nessun tipo e si dovrà evitare ogni contaminazione dovuta a minerali, carburanti, acidi, basi, vernici ed altre sostanze nocive per la vegetazione.

Non è consentita l'accensione di fuochi.

Le piante, di qualunque genere e natura, che dovessero essere danneggiate in modo grave o irreparabile saranno sostituite, a spese dell'APPALTATORE, da altre piante della stessa specie e dimensione.

Nel caso sia necessario ricaricare il terreno intorno ad alberi esistenti, occorrerà proteggere il colletto ed evitare che questo venga interrato.

La protezione delle radici, in caso di scavi in prossimità di alberi isolati, dovrà essere effettuata recidendo le radici esposte e spalmando i tagli con prodotti fungistatici e con mastice cicatrizzante.

La distanza minima per la quale è possibile l'esecuzione degli scavi è di 2 metri dal tronco.

Art.35 La salvaguardia delle alberature in area cantiere

Nelle aree di cantiere è fatto obbligo di adottare tutti gli accorgimenti utili ad evitare il danneggiamento della vegetazione esistente da parte delle macchine (lesioni alla corteccia e alle radici, rottura di rami, ecc.).

All'interno dell'area di pertinenza delle alberature dovranno essere vietati:

- il versamento di sostanze fitotossiche (sali, acidi, oli, ecc.) e la combustione di sostanze di qualsiasi natura;
- l'impermeabilizzazione, con pavimentazione o altre opere edilizie;
- l'affissione diretta alle alberature, con chiodi, filo di ferro o materiale non estensibile, di cartelli, manifesti e simili, nonché l'installazione di cavi elettrici sulle stesse.
- il riporto di ricarichi superficiali di terreno o qualsivoglia materiale, tali da comportare l'interramento del colletto, così come l'asporto di terreno; ricarichi e abbassamenti del terreno nella zona della chioma sono permessi solo in casi eccezionali con alcuni accorgimenti.
- l'utilizzo per depositi di materiali di qualsiasi tipo (da costruzione, carburante, macchine da cantiere, etc.), gli accatastamenti di attrezzature e/o materiali alla base o contro il fusto.

Il transito di mezzi pesanti all'interno delle aree di pertinenza delle alberature deve essere evitato ed effettuato solo in caso di carenza di spazio, solo se saltuario e di breve durata. Nel caso di transito abituale e prolungato, l'area di pertinenza utilizzata per il transito di mezzi pesanti, dovrà essere adeguatamente protetta dall'eccessiva costipazione del terreno tramite apposizione di idoneo materiale cuscinetto. Nella zona della chioma i lavori di livellamento del terreno sono da

eseguire riducendo al massimo il lavoro meccanizzato. Il costipamento, la vibratura e gli scavi devono essere limitati al massimo nella zona delle radici.

Per la difesa contro i danni meccanici ai fusti, tutti gli alberi posti nell'ambito di un cantiere in aree che ne consentono la non eliminazione devono essere protetti da recinzioni solide che racchiudano le superfici di pertinenza delle piante. Gli alberi devono essere singolarmente protetti mediante tavole di legno alte almeno 2 m, disposte contro il tronco in modo tale che questo sia protetto su tutti i lati.

Ogniqualvolta i lavori di scavo all'interno delle aree di cantiere risulteranno in prossimità di esemplari arborei da salvaguardare le eventuali attività interferenti con gli apparati radicali delle singole piante dovranno essere eseguite avendo cura di intervenire sulle radici asportandole con taglio netto, senza rilascio di sfilacciamenti; inoltre sulla superficie di taglio delle radici più grosse dovrà essere applicato mastice antibiotico. Nel caso di interferenza con la chioma, si potrà attuare un leggero taglio di contenimento o, se possibile, l'avvicinamento dei rami all'asse centrale del tronco tramite legatura. Nel caso che i lavori producano presumibile alterazione del normale regime idrico delle alberature, queste dovranno essere convenientemente e costantemente irrigate durante il periodo vegetativo.

OPERE A VERDE - MATERIALI

Nel presente paragrafo vengono indicate le prescrizioni relative ai principali materiali:

- terreno vegetale
- acqua
- materiale per impianto di irrigazione
- fertilizzanti
- pacciamatura e tutori, ancoraggi e legature.
- ammendanti e correttivi
- materiale vegetale
- materiali agrari
- fitofarmaci

Tutti i materiali da utilizzare per la realizzazione delle sistemazioni ambientali (materiale agrario e materiale vegetale) dovranno essere delle migliori qualità, privi di difetti e, in ogni caso, dovranno presentare qualità e pregi uguali o superiori a quanto indicato dagli elaborati progettuali e dalla normativa vigente.

Detti materiali saranno visionati dalla DIREZIONE LAVORI prima del loro utilizzo e, nel caso non risultassero idonei, dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a spese dell'APPALTATORE.

L'APPALTATORE rimane responsabile dalla corretta applicazione delle presenti specifiche ed ha l'obbligo, in ogni caso, di impiegare materiali che garantiscano il miglior risultato per le opere in oggetto.

Art.36 Posa in opera del suolo umico

Il materiale di scotico asportato ed accumulato in precedenza, eventualmente integrato da terreno vegetale di altra provenienza e medesime caratteristiche dovrà essere poi steso sopra il materiale di riempimento.

I lavori di preparazione e lavorazione del terreno dovranno essere interrotti in caso di pioggia, onde evitare di danneggiare la struttura del suolo stesso.

Successivamente il terreno vegetale dovrà essere posto in opera avendo cura di distribuirlo in maniera uniforme su tutta la superficie interessata dall'intervento e di frantumare eventuali zolle.

Art.37 Acqua

L'APPALTATORE dovrà garantire, a sua cura e spese, la disponibilità di acqua idonea in quantità sufficiente per la irrigazione.

Se necessario la fornitura di acqua sarà effettuata mediante autocisterna.

I caratteri fisici dell'acqua che dovranno essere controllati sono:

- temperatura. È opportuno evitare l'impiego di acqua con temperatura, in estate inferiore a 15°C o comunque inferiore ai 3/4 di quella dell'aria.
- sostanze in sospensione.
- pH; deve essere compreso fra 6,0 e 7,8;
- detergenti; non devono superare i 14 mg/l.
- salinità; la salinità dovrà essere valutata in base al rapporto tra sodio, calcio e magnesio ed alla quantità totale di sali presenti misurata attraverso la conducibilità elettrica dell'acqua.
- metalli pesanti e sostanze tossiche. Infatti, di questi inquinanti dannosi per la vegetazione danno luogo a fenomeni di accumulo nei terreni.

È necessario controllare che l'acqua utilizzata per l'irrigazione non contenga fenoli, petrolio e derivati, policloro difenile, acido ftalico e derivati.

I valori dei suddetti parametri dovranno rispondere, comunque, a quanto previsto nelle leggi e nelle norme vigenti al momento dell'impiego delle acque e dovranno essere riportati nei certificati emessi dal laboratorio che effettuerà i prelievi e le analisi chimico-fisiche.

I certificati dovranno essere sottoposti alla approvazione della DIREZIONE LAVORI.

Art.38 Fertilizzanti

I fertilizzanti organici e minerali (semplici o complessi) impiegati per la concimazione di fondo o di copertura, dovranno essere di marca nota, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali di fabbricazione.

La DIREZIONE LAVORI, basandosi sulle risultanze delle analisi di laboratorio effettuate sui terreni, si riserverà il diritto di indicare quali fertilizzanti organici e minerali (semplici o complessi) potranno essere impiegati in relazione alle lavorazioni da eseguirsi.

Per la concimazione di base, dovranno essere usati, secondo le indicazioni della DIREZIONE LAVORI, fertilizzanti minerali e/o organici.

I concimi minerali (semplici, composti, complessi ecc.) devono avere il titolo dichiarato ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica.

I concimi organici (letame, residui organici vari, ecc.) devono essere raccolti presso luoghi o fornitori autorizzati dalla DIREZIONE LAVORI: il letame deve aver subito un processo di maturazione di almeno 8 mesi in concimaia, deve essere inodore, non deve emettere liquidi e deve avere l'aspetto di un terriccio.

Le analisi di laboratorio dovranno, infine, confermare le caratteristiche dichiarate e la rispondenza alla funzione ad essi richiesta.

Il concime deve essere somministrato immediatamente prima della realizzazione dei prati o della piantagione di essenze arboree o arbustive, sempre che il tipo di concime non richieda un'applicazione anteriore.

Per la somministrazione dei fertilizzanti ci si dovrà attenere alle dosi riportate in etichetta.

Il concime deve essere distribuito uniformemente, evitando in particolare le sovrapposizioni di strisce, nel caso di spandimento a macchina. Le macchine per lo spandimento del concime devono essere caricate esternamente alla superficie da concimare.

Il concime deve essere introdotto uniformemente nello strato di suolo vegetale rispettando i limiti di lavorabilità dei terreni interessati.

Somministrazione di sostanze correttive e ammendanti

Nel caso sia necessario effettuare interventi di miglioramento della struttura del suolo con l'aggiunta di sostanze correttive (modifica del pH) e ammendanti (modifica della granulometria), si deve realizzare un uniforme mescolamento con l'intero strato vegetale o rispettivamente con il terreno di base fino alla profondità prevista, rispettando in ogni caso i limiti di lavorabilità del suolo.

Nel caso di suoli grezzi e chiusi, privi o assai poveri di struttura e sostanza organica, si deve intraprendere una precoltivazione con sovescio di leguminose, tendente a migliorare la struttura del suolo, mediante l'attivazione di processi microbiologici, l'arricchimento di sostanza organica o di azoto.

Tutte le confezioni e gli involucri dei prodotti utilizzati dovranno essere immediatamente portati fuori dal cantiere ed eliminati in base alle normative vigenti a cura e spese dell'APPALTATORE.

Art.39 Fitofarmaci

Dovranno essere impiegati solamente in caso di accertata necessità ed essere utilizzati in relazione ad una “soglia minima di intervento” che dovrà essere concordata con la DIREZIONE LAVORI.

I prodotti da utilizzare (anticrittogamici, insetticidi, diserbanti, ecc.), dovranno essere forniti in contenitori originali e sigillati dalla fabbrica sui quali sia presente l'indicazione della composizione e della classe di tossicità in rispondenza alla vigente normativa in materia.

Sarà compito dell'APPALTATORE seguire in modo scrupoloso tutte le norme vigenti in materia di utilizzo, stoccaggio e conservazione dei prodotti ed assicurare un'adeguata protezione dei prodotti residui.

L'impiego di prodotti di I, II e III classe di tossicità sarà subordinato alle prescrizioni delle normative vigenti in materia. Comunque, si cercherà di preferire i prodotti biologici disponibili sul mercato ai prodotti chimici.

Art.40 Materiali accessori

I materiali accessori sono tutti quelli che risultano di complemento e da impiegare per una buona riuscita dei lavori di piantumazione, e cioè: pali di sostegno, sistemi di ancoraggio e di legatura delle piante, prodotti per la cicatrizzazione di ferite accidentali provocate a tessuti corticali di alberi, pacciamature, shelter, ogni altro substrato di coltivazione da utilizzarsi da solo o in miscela col terreno, e quanto altro ancora necessario.

Detti materiali debbono possedere i requisiti utili alla loro maggiore efficacia, in relazione all'impiego che ne verrà fatto.

In particolare:

- i sistemi utilizzati per l'ancoraggio e per il completamento di interventi di dendrochirurgia agli alberi, devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'efficacia e la sicurezza nel tempo, e devono essere messi in opera con la massima attenzione ad evitare danni alle piante stesse: a questo proposito sono sempre da evitare ancoraggi e legature che non consentano il naturale assestamento e la crescita della pianta;
- i prodotti cicatrizzanti devono essere impiegati seguendo le specifiche prescrizioni del produttore;
- i materiali per la "pacciamatura", se provenienti da residui vegetali (paglie, cortecce), nonché, i substrati di coltivazione (quali ad es. torbe e terricci ricchi di sostanza organica), debbono presentarsi in confezioni sigillate con indicazione del produttore, della provenienza, e delle informazioni necessarie al loro impiego;
- pacciamatura e shelter saranno preferibilmente in materiale biodegradabile (es. cartone); saranno in ogni caso da evitare materiali plastici, per evitare il rischio che non vengano recuperati e correttamente smaltiti.

Art.41 Materiale vegetale

Per materiale vegetale si intende tutto il materiale vivo (essenze arboree, arbustive, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrente per l'esecuzione delle lavorazioni di sistemazione a verde.

Sarà compito dell'APPALTATORE dare comunicazione alla DIREZIONE LAVORI, della data in cui il materiale vivaistico verrà trasportato di cantiere.

Il materiale dovrà provenire da uno o più Aziende vivaistiche indicate dall'APPALTATORE ed accettate dalla DIREZIONE LAVORI che effettuerà sopralluoghi presso i vivai di provenienza allo scopo di scegliere le essenze di migliore aspetto; la DIREZIONE LAVORI si riserverà, la facoltà di scartare tutte quelle essenze non conformi per morfologia, portamento e fisiologia alle esigenze progettuali e, comunque, non idonee alla realizzazione delle sistemazioni a verde da realizzare.

Le strutture vivaistiche dovranno essere geograficamente dislocate in zone limitrofe o comunque assimilabili da un punto di vista fitoclimatico a quelle di impianto, al fine di garantire la piena adattabilità del materiale vivaistico fornito alle caratteristiche pedologiche e climatiche delle aree di progetto.

Le essenze fornite dovranno esser esenti da malattie crittogamiche, virus ed altri agenti patogeni, da attacchi parassitari (in corso o passati), da deformazioni ed alterazioni di qualsiasi natura che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo ed il portamento tipico della specie, varietà o cultivar.

Le essenze dovranno essere etichettate singolarmente o per gruppi omogenei, con cartellini in materiale plastico ove sia riportato, in modo leggibile ed indelebile, il nome botanico (genere, specie, cultivar) e la località di provenienza facendo attenzione che la loro apposizione non pregiudichi il normale sviluppo delle piante.

Il trasporto di tutte le essenze sarà a cura e spese dell'APPALTATORE che dovrà adottare tutte le misure necessarie affinché le essenze prescelte possano giungere sui luoghi stabiliti in condizione di massima efficienza e senza subire alcun danno.

L'APPALTATORE dovrà accertarsi che il trasferimento venga effettuato con mezzi, sistemi di protezione e modalità di carico idonei ponendo particolare attenzione affinché rami e corteccia non subiscano danni e che le zolle di terra non si essicchino o si frantumino a seguito di sobbalzi o per il peso di materiali sovrastanti.

Il tempo intercorrente tra il prelievo in vivaio e la messa a dimora definitiva dovrà essere il più breve possibile e comunque tale da non compromettere l'attività fisiologica delle essenze.

La verifica della conformità delle specie e delle varietà delle essenze messe a dimora con quanto previsto in sede progettuale sarà effettuata al più tardi nel corso del primo periodo vegetativo che seguirà l'impianto.

Art.42 Tappeto erboso

La formazione del tappeto erboso dovrà essere effettuata con semina a spaglio o meccanica di seme, secondo le caratteristiche plano-altimetriche del sito e secondo quanto previsto dagli elaborati progettuali.

Sarà cura dell'APPALTATORE fornire sementi selezionate, di ottima qualità e rispondenti per genere, specie e percentuali a quanto indicato negli elaborati progettuali.

La fornitura dovrà avvenire in confezioni originali, munite di certificazioni di identità ed autenticità e recanti l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data sia di confezionamento che di scadenza, così come stabilito dalle normative vigenti.

Allo scopo di evitare possibili alterazioni o deterioramenti delle sementi, l'APPALTATORE dovrà provvedere al loro immagazzinamento, fino alla data di seminazione, in locali freschi e privi di umidità.

Il miscuglio dovrà rispondere alle indicazioni progettuali o, in casi particolari, dovrà avvenire secondo le indicazioni della DIREZIONE LAVORI.

La scelta e la formulazione di miscugli non disponibili in commercio, dovrà essere concordata ed avvenire alla presenza della DIREZIONE LAVORI.

Art.43 Essenze arboree

Le essenze arboree di nuova fornitura dovranno presentare portamento e dimensioni rispondenti alle esigenze progettuali e tipici della specie, della varietà e dell'età al momento della loro messa a dimora; dovranno, inoltre, essere state specificatamente allevate in funzione dell'impiego previsto (alberature stradali, filari, esemplari isolati od a gruppi, ecc.).

Le essenze dovranno essere caratterizzate da una parte aerea a portamento e forma regolari, da uno sviluppo robusto e non filato che dimostri una crescita non troppo rapida a seguito di una eccessiva densità di coltivazione in vivaio o a causa di un terreno troppo irrigato o concimato.

Il fusto e le branche principali dovranno essere esenti da deformazioni, capitozzature, ferite di qualsiasi origine e tipo, grosse cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scortecciamenti, legature, ustioni conseguenti ad esposizione al sole, cause meccaniche in genere.

La chioma dovrà presentarsi ben ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e per distribuzione delle branche principali e secondarie.

L'apparato radicale dovrà presentarsi sempre ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane, e dovrà essere racchiuso in zolla rivestita (juta, rete metallica, fitocella, plant-plast, air-plant ecc.) proporzionata in funzione delle dimensioni delle essenze.

Le piante non dovranno mostrare i sintomi di attacchi parassitari in corso o passati.

Le zolle dovranno essere imballate con apposito involucro degradabile (juta, teli di plastica, ecc.) e rinforzato; nel caso in cui le piante superino i 3-4 metri di altezza, alla zolla dovrà essere applicata una rete metallica ossidabile di protezione, la terra dovrà presentarsi ben compatta, aderente alle radici, priva di crepe evidenti e dovrà presentare una struttura ed una tessitura tali da non determinare condizioni di asfissia.

Il diametro del fusto indicato negli elaborati progettuali dovrà essere misurato a m 1,00 dal colletto, l'altezza dovrà essere proporzionata al diametro sia della chioma che del fusto, secondo le caratteristiche della specie.

Ogni essenza arborea dovrà essere stata sottoposta, in vivaio, ad almeno due trapianti l'ultimo dei quali dovrà essere stato eseguito nel periodo precedente gli ultimi tre cicli vegetativi.

Nella fornitura dovrà essere compreso:

- lo scavo delle buche che dovranno essere dimensionate in rapporto alle dimensioni, alle caratteristiche ed alle esigenze delle specie prescelte;
- la concimazione di fondo con letame ben maturo (profondità letame <70cm) miscelato a terreno vegetale;
- la messa a dimora delle essenze;
- il reinterro;
- l'allontanamento dei materiali di risulta, la fertilizzazione organica o minerale;
- la tutorazione con pali di pino silvestre trattati a pressione, picchetti di ancoraggio del medesimo materiale e cinghie di plastica ad occhielli;
- la formazione della conca o tazza;
- la prima annaffiatura;
- la garanzia di attecchimento con relativa manutenzione per mesi 24 (ventiquattro) comprensiva delle annaffiature, delle eventuali potature di allevamento, dei trattamenti fitosanitari, delle concimazioni e della sostituzione delle piante devitalizzate.

La prima annaffiatura delle piante deve avvenire tassativamente entro il giorno successivo alla loro messa a dimora.

Le essenze fornite a radice nuda, andranno trapiantate esclusivamente nei mesi invernali e dovranno presentare un numero adeguato di radici principali e secondarie: la loro messa a dimora dovrà avvenire nel giro di 2-3 giorni dalla loro preparazione, avendo cura di mantenere il colletto fuori dal terreno.

Le essenze fornite in zolla devono anch'esse essere messe a dimora entro 2-3 giorni dalla loro zollatura, che dovrà essere avvenuta nel periodo più idoneo che può variare a seconda delle specie dalla stagione invernale (specie caducifoglie) alla tarda primavera (specie sempreverdi, conifere e palmacee).

Particolare cura si dovrà porre durante le operazioni di messa a dimora nel non rovinare o rompere in alcun modo le zolle: in caso contrario, l'APPALTATORE dovrà sostituire immediatamente la pianta o le piante le cui zolle avessero subito danni.

Nel caso non fosse possibile, per qualunque ragione, l'immediata messa a dimora delle essenze, l'APPALTATORE dovrà, a sue spese, immagazzinare le piante in cantiere avendo cura di proteggere le zolle e le radici coprendole con terreno sciolto ed irrigando di tanto in tanto per impedirne un'eccessiva disidratazione. Non appena saranno venuti meno gli impedimenti, l'APPALTATORE procederà all'immediata messa a dimora delle piante. In ogni caso, restano fermi gli obblighi dell'APPALTATORE rispetto alla garanzia di attecchimento.

Le piante fornite in contenitore, possono rimanere immagazzinate in cantiere per brevi periodi, a patto che l'APPALTATORE, a sue spese, proceda alla loro manutenzione, in particolare irrigandole secondo necessità e secondo andamento stagionale. Queste piante dovranno presentare un apparato radicale ben sviluppato, che abbia "girato" attorno al pane di terra, ricco di radici capillari, privo di malformazioni e senza strozzature dovute ad un periodo troppo lungo di permanenza nel medesimo contenitore.

Per quanto riguarda le piante allevate per lungo tempo in vaso interrato, queste potranno essere trapiantate esclusivamente durante i mesi invernali.

In ogni caso la DIREZIONE LAVORI si riserva di accettare forniture che, a Suo insindacabile giudizio, risultassero non rispondenti ai requisiti richiesti.

Art.44 Essenze arbustive

Le essenze arbustive dovranno presentare chiome equilibrate ed uniformi, dovranno essere caratterizzate, qualunque siano le caratteristiche specifiche (la foglia decidua o sempreverdi) dalla presenza di almeno tre fusti a partire dal colletto, da un portamento non filato e da un apparato radicale ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane.

Le essenze dovranno essere racchiuse in appositi contenitori (Plant-Plast, Airplant, ecc.) o in zolle che presentino caratteristiche simili a quanto descritto in relazione alle essenze arboree.

I contenitori dovranno essere proporzionati alle dimensioni delle essenze e tali da consentire un adeguato sviluppo dell'apparato radicale con spiccato geotropismo positivo.

Nella fornitura dovrà essere compreso:

- lo scavo delle buche di dimensioni minime di m 0,50 x m 0,50 x m 0,70 e comunque non inferiori al doppio del diametro della zolla della pianta, la formazione del drenaggio con ciottoli di fiume o pietrame;
- la concimazione di fondo con letame ben maturo (profondità letame <70cm) miscelato a terreno vegetale e sabbia di fiume;
- la messa a dimora delle essenze;
- il reinterro;
- l'allontanamento dei materiali di risulta, la fertilizzazione organica o minerale;
- l'eventuale tutorazione con pali di pino silvestre trattati in autoclave, picchetti di ancoraggio del medesimo materiale e cinghie di plastica ad occhielli;
- la formazione della conca o tazza;
- la prima annaffiatura;
- la garanzia di attecchimento con relativa manutenzione per mesi 12 (dodici) comprensiva delle annaffiature, delle eventuali potature di allevamento, dei trattamenti fitosanitari, delle concimazioni e della sostituzione delle piante devalizzate.

La prima annaffiatura delle piante deve avvenire tassativamente entro il giorno successivo alla loro messa a dimora.

Le essenze fornite in zolla devono anch'esse essere messe a dimora entro 2-3 giorni dalla loro zollatura, che dovrà essere avvenuta nel periodo più idoneo che può variare a seconda delle specie della stagione invernale (specie caducifoglie) alla tarda primavera (specie sempreverdi, conifere e palmacee).

Particolare cura si dovrà porre durante le operazioni di messa a dimora nel non rovinare o rompere in alcun modo le zolle: in caso contrario, l'APPALTATORE dovrà sostituire immediatamente la pianta o le piante le cui zolle avessero subito danni.

Nel caso non fosse possibile, per qualunque ragione, l'immediata messa a dimora delle suddette essenze, l'APPALTATORE dovrà, a sue spese, immagazzinare le piante in cantiere avendo cura di proteggere le zolle e le radici coprendole con terreno sciolto ed irrigando di tanto in tanto per impedirne un'eccessiva disidratazione. Non appena saranno venuti meno gli impedimenti, l'APPALTATORE procederà all'immediata messa a dimora delle piante. In ogni caso, restano fermi gli obblighi dell'APPALTATORE rispetto alla garanzia di attecchimento.

Le piante fornite in contenitore, possono rimanere immagazzinate in cantiere per brevi periodi, a patto che l'APPALTATORE, a sue spese, proceda alla loro manutenzione, in particolare irrigandole secondo necessità e secondo l'andamento stagionale. Queste piante dovranno presentare un apparato radicale ben sviluppato, che abbia "girato" attorno al pane di terra, ricco di radici capillari, privo di malformazioni e senza strozzature dovute ad un periodo troppo lungo di permanenza nel medesimo contenitore.

Per quanto riguarda le piante allevate per lungo tempo in vaso interrato, queste potranno essere trapiantate esclusivamente durante i mesi invernali.

In ogni caso la DIREZIONE LAVORI si riserva di accettare forniture che, a Suo insindacabile giudizio, risultassero non rispondenti ai requisiti richiesti.

Art.45 Siepi

Le essenze utilizzate come siepi, dopo una opportuna potatura di formazione, dovranno essere impiantate con sesto di impianto come indicato negli elaborati progettuali.

Le essenze dovranno essere fornite in zolla o in apposito contenitore.

Nella fornitura dovrà essere compreso:

- il trasporto delle essenze di cantiere;
- lo scavo con sezione a trivella di dimensioni minime di m 0.50 x m 0.50 e comunque di larghezza e profondità almeno doppi rispetto alle dimensioni della zolla delle piante;
- la concimazione di fondo con letame ben maturo miscelato a terreno vegetale;
- la messa a dimora delle essenze;
- il reinterro;
- la potatura di formazione;
- la fertilizzazione organica o minerale;
- l'allontanamento dei materiali di risulta
- la prima annaffiatura;
- la garanzia di attecchimento con relativa manutenzione per mesi 12 (dodici) comprensiva delle annaffiature, delle eventuali potature di allevamento, dei trattamenti fitosanitari, delle concimazioni e della sostituzione delle piante devitalizzate.

La prima annaffiatura delle piante deve avvenire tassativamente entro il giorno successivo alla loro messa a dimora.

In ogni caso la DIREZIONE LAVORI si riserva di accettare forniture che, a suo insindacabile giudizio, risultassero non rispondenti ai requisiti richiesti.

Art.46 Sementi

La fornitura di sementi da parte dell'Impresa dovrà avvenire nel rispetto delle normative vigenti in materia, statali e comunitarie, ed in particolare impiegando materiale rispondente alle disposizioni descritte nella Legge 25 novembre 1971, n. 1096, Legge 20 aprile 1976, n. 195, D.P.R. 8 ottobre 1973, n. 1065 (in riferimento v. anche Legge regionale Regione Emilia-Romagna n. 30/77 "Norme per la produzione di sementi di piante allogame").

I prodotti scelti si dovranno presentare in contenitori sigillati muniti delle certificazioni richieste dalle normative citate, e dovranno riportare indicazioni su:

- specie;
- grado di purezza;
- germinabilità;
- date di confezionamento e di scadenza delle sementi.

Sono da evitare le forniture di sementi sfuse non controllabili riguardo agli elementi indicati.

Eventuali mescolanze tra le sementi per adeguarsi alle specifiche di progetto, dovranno sempre partire da specie pure e rispettare le percentuali fissate (in genere in termini di peso).

OPERE A VERDE - PRESCRIZIONI TECNICHE DI INIZIO LAVORI**Art.47 Sopralluoghi e accertamenti preliminari**

Prima di procedere alla installazione del cantiere, l'Impresa appaltatrice, coadiuvata da Tecnici all'uopo nominati dall'Appaltante, dovrà procedere ad effettuare un sopralluogo accurato alle aree oggetto degli interventi.

Il sopralluogo dovrà consentire di verificare preliminarmente gli ambiti fisici di lavoro (con eventuale individuazione, tramite segni grafici cancellabili, di particolari punti nelle infrastrutture edilizie o di urbanizzazione primaria, che possono risultare di riferimento per l'agevolazione del lavoro), e di accertare le aree soggette a misure di salvaguardia o di particolare tutela (paragrafo seguente).

Art.48 Rilievo, inventario e misure di salvaguardia delle piante esistenti

Come evidenziato al termine del paragrafo precedente, l'Impresa e l'ente appaltante hanno il compito di individuare ed inventariare tutti gli ambiti naturali o le singole piante soggetti a tutela durante l'esecuzione dei lavori.

Sono a carico dell'Impresa le misure di salvaguardia relative agli ambiti precedentemente e consensualmente individuati.

OPERE A VERDE - PRESCRIZIONI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**Art.49 Lavorazioni preliminari**

L'APPALTATORE, prima di procedere alle specifiche lavorazioni del terreno, dovrà provvedere all'abbattimento delle piante da non conservare, al decespugliamento ed all'eliminazione delle specie infestanti, all'estirpazione delle ceppaie ed allo spietramento superficiale. Devono altresì essere osservate le prescrizioni relative alla salvaguardia delle falde acquifere, degli acquedotti e delle opere fognarie.

Art.50 Lavorazione del suolo

L'APPALTATORE dovrà procedere alle lavorazioni del terreno attraverso l'impiego di mezzi meccanici ed attrezzature specifiche secondo le caratteristiche di lavorazione previste in fase progettuale.

Nel corso di tali lavorazioni tutti i sassi e le pietre dovranno essere interrati attraverso l'uso di idoneo interrassassi e gli eventuali ostacoli sotterranei che potrebbero impedire la corretta esecuzione delle specifiche lavorazioni dovranno essere rimossi. Le lavorazioni dovranno essere effettuate esclusivamente con terreno "in tempera".

Nel caso in cui si riscontrassero ostacoli naturali di rilevanti dimensioni difficilmente rimovibili oppure manufatti sotterranei di qualsiasi natura non segnalati negli elaborati progettuali (cavi, fognature, tubazioni, ecc.) l'APPALTATORE dovrà tempestivamente interrompere i lavori e chiedere specifiche istruzioni alla DIREZIONE LAVORI.

Durante la lavorazione l'APPALTATORE dovrà aver cura di non danneggiare la vegetazione arbustiva ed arborea esistente.

Ogni danno conseguente alla mancata osservanza di queste norme dovrà essere riparato o risarcito a cura e spese dell'APPALTATORE.

Art.51 Ammendamento o fertilizzazione di fondo del terreno. impiego di fitofarmaci e diserbanti

Dopo aver effettuato le specifiche lavorazioni preliminari, l'APPALTATORE dovrà procedere ad incorporare nel terreno tutte le sostanze eventualmente necessarie ad ottenere la correzione, l'ammendamento e la fertilizzazione di fondo dello stesso, dovrà inoltre procedere alla eventuale somministrazione di fitofarmaci e/o di diserbanti.

I trattamenti previsti attraverso l'impiego di prodotti fitofarmaci e/o diserbanti, dovranno essere eseguiti tempestivamente e da personale specializzato che dovrà attenersi per il loro impiego alle istruzioni impartite dalla casa produttrice ed alle normative vigenti in materia, sempre sotto il diretto controllo della DIREZIONE LAVORI.

Nel caso fosse necessario ricorrere a prodotti fitosanitari di I e II classe, il personale dovrà essere munito di idonea autorizzazione rilasciata dagli Organi Competenti.

L'APPALTATORE dovrà adottare tutte le misure preventive atte ad evitare danni alle persone ed alle cose.

Art.52 Tracciamenti e picchettature

Prima della messa a dimora delle essenze e dopo aver provveduto a tutte le operazioni di preparazione agraria del terreno, l'APPALTATORE dovrà procedere a segnare con picchetti l'esatta collocazione di ciascuna essenza ed a tracciare l'andamento delle siepi e dei filari.

Non potranno essere iniziate le lavorazioni successive prima che la DIREZIONE LAVORI abbia approvato la picchettatura.

Art.53 Preparazione delle buche e dei fossi

Buche di piantumazione per alberi e arbusti dovranno essere predisposte smovendo e asportando il terreno sino alla profondità necessaria

Le buche ed i fossi necessari alla piantumazione delle specie vegetali, dovranno presentare dimensioni in rapporto alla grandezza delle essenze da mettere a dimora, ovvero circa il doppio del diametro e dell'altezza delle zolle delle piante. Inoltre, a titolo di prescrizione generale, la profondità di scavo dovrà consentire una messa a dimora delle piante in modo che il livello uniforme di progetto del terreno e il colletto dei fusti si trovino alla stessa quota.

Se avviene una piantumazione di alberi di grandi dimensioni forniti ex novo in zolla da vivaio, per dimensionare adeguatamente le buche andranno considerati: lo spazio per il loro ingombro, la necessità di agevolare il naturale assestamento della piante sotto il suo peso e la possibilità di apportarvi un conveniente strato di ghiaia drenante, terriccio, concime organico, ecc.

Se verranno messe a dimora piante arboree e arbustive a radice nuda, le dimensioni della buca dovranno permettere un ordinato ed agevole collocamento degli apparati radicali, che non devono essere danneggiati.

Nel caso di terreni argillosi, le superfici di scavo non dovranno presentare superfici lisce, "a specchio", ma dovranno essere scalfite e rimosse con vanga o zappa, per consentire alle future radici di penetrare meglio nel terreno.

Dette operazioni devono essere effettuate su terreno "in tempera".

Se le piante verranno messe a dimora in tempi successivi oppure, qualora già scavate le buche, le piantumazioni dovranno essere differite, ad evitare pericoli per l'incolumità di persone e mezzi, l'APPALTATORE dovrà ricolmare le buche con la stessa terra, avendo cura di invertire gli strati e di non costiparla.

Tutto il materiale proveniente dalle operazioni di scavo, se non riutilizzato o non ritenuto idoneo a giudizio della DIREZIONE LAVORI, dovrà essere allontanato dall'area di cantiere e trasportato alla pubblica discarica o su aree autorizzate allo scopo.

Durante l'esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà porre la massima attenzione all'eventuale presenza di cavi e tubazioni sotterranee, interrompendo i lavori e informandone, in caso positivo, la Direzione Lavori, con la quale si concorderanno la migliore collocazione delle piante e gli altri interventi necessari. L'APPALTATORE dovrà inoltre assicurarsi che nell'area in cui le essenze svilupperanno gli apparati radicali non siano presenti ristagni di umidità e dovrà provvedere affinché lo scolo delle acque superficiali avvenga in maniera corretta.

Art.54 Apporto di terra di coltivo

Prima di procedere a qualsiasi operazione di impianto o di semina, l'APPALTATORE, in accordo con la DIREZIONE LAVORI, dovrà verificare che il terreno presente abbia caratteristiche idonee alle piantumazioni da eseguire; in caso contrario si dovrà provvedere all'apporto di terra di coltivo in quantità sufficiente alla formazione di uno strato di spessore adeguato per i diversi impianti da effettuare, ed al riempimento delle buche e dei fossi realizzati per la piantumazione di alberi ed arbusti, curando che vengano frantumate tutte le zolle e gli ammassi di terra.

Il terreno di nuova fornitura, di medio impasto, dovrà esser privo di materiali grossolani quali pietre, radici, etc. e dovrà provenire esclusivamente da sbancamenti superficiali, fino ad un massimo di cm.20 di profondità.

La terra di coltivo rimossa ed accantonata durante le operazioni preliminari di scavo sarà utilizzata, in accordo con la DIREZIONE LAVORI, insieme a quella apportata.

Art.55 Messa a dimora delle essenze arboree ed arbustive

Le buche od i fossi necessari per la messa a dimora delle essenze dovranno essere predisposte prima dell'arrivo delle essenze vegetali e presentare dimensioni il più ampie possibili in rapporto alle dimensioni delle essenze da piantumare e, comunque, con larghezza e profondità pari almeno a due volte il diametro della zolla.

Durante l'esecuzione delle lavorazioni necessarie alla preparazione delle buche e dei fossi l'APPALTATORE dovrà assicurarsi che non siano presenti ristagni d'acqua in corrispondenza delle aree di sviluppo delle radici, in caso contrario dovrà provvedere a sua cura e spese attraverso l'esecuzione di idonee opere idrauliche (scoli, drenaggi).

Nel caso in cui, dopo la preparazione delle buche e dei fossi, il terreno non si presenti idoneo all'impianto da effettuare l'APPALTATORE, in accordo con la DIREZIONE LAVORI, dovrà procedere alla realizzazione di un opportuno substrato di coltivazione.

Prima della messa a dimora delle essenze, la buca dovrà essere parzialmente riempita in modo tale che le essenze possano essere collocate su di uno stato di fondo di spessore adeguato alle dimensioni sia della zolla che dell'apparato radicale delle diverse specie, costituito da un vespaio di ciottoli di fiume o pietrame di diversa granulometria ricoperto da uno strato di terreno vegetale misto a letame ben maturo (profondità letame <70cm) e sabbia di fiume in parti uguali.

Una volta messe a dimora le essenze, ben dritte, si potrà procedere al riempimento delle buche avendo cura di costipare bene il terreno contro le zolle sia sul fondo che di lato, in modo che non rimangano sacche di terra che potrebbero favorire l'insorgenza di patologie radicali. Si dovrà inoltre avere cura che le essenze non presentino radici allo scoperto né risultino, una volta assestatosi il terreno, interrare al livello del colletto. Tutte queste operazioni andranno effettuate senza danneggiare le zolle o gli apparati radicali delle piante.

A giudizio della DIREZIONE LAVORI, prima del riempimento definitivo della buca, le alberature che abbiano bisogno di sostegno dovranno essere rese stabili tramite l'utilizzo di pali di sostegno, ancoraggi o legature eseguiti in modo da evitare danni alle piante.

In ogni caso il collegamento tra la pianta ed i sostegni andrà realizzato a regola d'arte attraverso l'impiego di opportuni sistemi di protezione del tronco che tengano conto del successivo sviluppo dell'essenza.

Dopo aver provveduto al riempimento totale delle buche, attorno alla base delle essenze dovranno essere realizzate opportune conche di irrigazione allo scopo di favorire la bagnatura della zolla; si procederà, inoltre, entro il giorno successivo alla messa dimora, ad effettuare un primo annaffiamento che favorirà la ripresa della pianta e faciliterà il costipamento e l'assestamento della terra di coltivo attorno alle radici ed alle zolle.

Sarà cura e onere dell'APPALTATORE, nel caso in cui in seguito all'annaffiatura si aprissero buche o avvallamenti nelle conche, di riportare altro terreno vegetale al fine di ripristinare la situazione ottimale.

Infine, in particolare per quelle essenze che saranno fornite a radice nuda o in zolla, potrà essere opportuno, in accordo con la DIREZIONE LAVORI, effettuare una leggera potatura o spuntatura dei rami, a seconda delle specie, del periodo dell'anno e dell'andamento stagionale; detta potatura dovrà essere più forte sulle piante fornite a radice nuda, per riequilibrare la chioma all'apparato radicale residuo. In seguito alle potature si dovrà procedere, a spese dell'APPALTATORE, alla disinfezione dei tagli con prodotti fungistatici ed alla loro protezione con mastici naturali.

La messa a dimora delle essenze arboree ed arbustive, in accordo con la DIREZIONE LAVORI, potrà essere effettuata in un periodo dell'anno giudicato idoneo dall'APPALTATORE che rimarrà comunque responsabile del buon attecchimento e sarà tenuto alla sostituzione delle fallanze e delle essenze che per qualsiasi ragione non avessero attecchito.

2.7 IMPIANTI TECNOLOGICI

Per le norme tecniche relative agli impianti di illuminazione pubblica e tecnologici si rimanda all'elaborato specialistico ROICA001 – Impianti tecnologici e illuminazione – Capitolato Speciale d'Appalto del Progetto Esecutivo.