TORINO - IVREA - QUINCINETTO

IVREA - SANTHIA'

SISTEMA AUTOSTRADALE
TANGENZIALE DI TORINO

VISTO per ATIVA S.p.A.

Amministratore Delegato
Dott. Ing. LUIGI CRESTA

AUTOSTRADA A4/A5 - A5 TORINO QUINCINETTO IVREA SANTHIA'

NODO IDRAULICO DI IVREA
2° FASE DI COMPLETAMENTO
LOTTO 1B

PROGETTO ESECUTIVO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

IL PROGETTISTA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
Il Direttore Tecnico Dott. Ing. ROBERTO PETRALI ordine degli Ingegneri di Milano n° 14638	ATIVA ENGINEERING F. Racca	ATIVA ENGINEERING G. Riva	ATIVA ENGINEERING V. Palmisano
	DATA MARZO 2020	REVISIONE	DATA
	SCALA -		

UFFICIO	COMMESSA	N° PROGETTO	FASE	ARGOMENTO	N° ELABORATO	REV
SSP	0101A05	0009	PE	GEN	005	- -

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

indice

PARTE PRIMA:....4

DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI E CONDIZIONI GENERALI DI APPALTO....4

Premesse. Osservanza di leggi, regolamenti e norme. 5

Art. 1 - Oggetto dell'appalto e designazione sommaria delle opere 5

Art. 3 – Fideiussioni e Garanzie assicurative.... 7

Art 4 - Piani di Sicurezza e verifica adempimenti di sicurezza in corso di esecuzione 9

Art. 5 - Anticipazione, rimborso spese di pubblicazione, spese di registrazione e bollo 11

Art. 6 - Consegna dei lavori, sospensioni e ultimazione....11

Art. 7 – Ultimazione dei lavori 13

Art. 8 – Subappalto e attività che non costituiscono subappalto 13

Art. 9 - Modifiche e varianti....17

Art 10 - Danni di forza maggiore....17

Art. 11 - Contabilità lavori, emissione dei SAL....17

Art. 12 - Conto finale, collaudo e pagamento del saldo....20

Art 13 – Manutenzione delle opere sino al collaudo definitivo....21

Art 14 - Accettazione del lavoro - Detrazioni contabili 23

Art 15 - Ordini della direzione lavori 23

Art 16 - Personale dell'Appaltatore - Disciplina nei cantieri....23

Art 17- Rappresentanza dell'Appaltatore durante l'esecuzione dei lavori 24

Art 18 - Responsabilità dell'Appaltatore verso la Stazione appaltante e verso terzi....24

Art 19 - Elezioni di domicilio 24

Art 20 - Fornitura di materiali all'Impresa da parte della Stazione appaltante 24

Art 21 - Oneri ed obblighi generali a carico dell'Appaltatore – varianti....24

Art 22 - Misure di sicurezza e provvedimenti di viabilità conseguenti ai lavori 33

Art. 23 - Elenco prezzi....35

Art 24 - Lavori non previsti nell'Elenco Prezzi – Interferenze....36

Art 25 – Modalità di risoluzione del contratto....37

Art. 26 – Eccezioni e riserve dell'esecutore sul registro di contabilità – forme e contenuto delle riserve.37

PARTE SECONDA: SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE 39

CAPO 1 – QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI 39

Art. 1 - Condizioni generali d'accettazione - Prove di controllo 39

Art.2 – Dichiarazione di conformità e marcatura CE....40

Art. 3 – Impiego dei materiali 40

Art. 4 - Caratteristiche dei vari materiali 41
CAPO 2 – MODALITA' DI ESECUZIONE DEI LAVORI 45
Premessa 45
Art. 5 - Sondaggi e tracciati 46
Art. 6 - Scavi 47
Art. 7 - Demolizioni e Rimozioni 50
Art. 8 - Rilevati 53
Art. 9 - Pali di fondazione 65
Art. 10 - Fanghi bentonitici 87
Art. 11 - Conglomerati cementizi semplici e armati (normali e precompressi) 91
Art. 12 - Omissis 112
Art. 13 - Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso 112
Art. 14 - Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione 114
Art. 15 - Ripristino/adeguamento d'elementi strutturali in conglomerato cementizio 114
Art. 16 - Sistemi protettivi per strutture in conglomerato cementizio 131
Art. 17 - Impermeabilizzazioni 136
Art. 18 - Acciaio per c.a. e c.a.p. 145
Art. 19 - Acciaio per carpenteria 150
Art. 20 - Apparecchi d'appoggio per impalcati e dispositivi antisismici 161
Art. 22 - Dispositivi per lo smaltimento dell'acqua dagli impalcati 207
Art. 23 - Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata 208
Art. 24 - Misto granulare non legato per fondazione 211
Art. 25 - Pavimentazioni in conglomerato bituminoso 214
Art. 25.2 - Conglomerati Bituminosi a granulometria aperta (drenanti), semi aperta (grenu), discontinua (splittmastix) per tappeti di usura 228
Art. 25.3 - Pavimentazione drenante con malta cementizia fotocatalitica 244
Art. 26 - Drenaggi 251
Art. 27 - Tubazioni, pozzetti, canalette, mantellate, cunette e fossi di guardia, cordonature, manufatti 252
Art. 28 – Impianti 258
Art. 29 - Opere in verde 269
Art. 30 - Barriere di sicurezza 283
Art. 31 - Recinzioni metalliche 299
Art. 32 - Segnaletica verticale e orizzontale 307
Art. 33 - Barriere antirumore 331
Art. 34 – Difese spondali 352
Art. 35 – Gabbioni metallici 353
Art. 36 - Separatore di idrocarburi 360
Art. 37 – Fondazioni stradali a legante idraulico 363
Art. 38 – Strutture di sostegno a paramento verde 369

CAPO 3 – NORME PER LA MISURAZIONE DEI LAVORI.....385

Art. 34 - Norme generali.....385

Art. 35 - Lavori in economia.....385

Art. 36 - Scavi - demolizioni - rilevati.....386

Art. 37 - Pali di fondazione.....390

Art. 38 - Conglomerati cementizi.....391

Art. 39 - Casseforme - Armature - Centinature - Varo travi prefabbricate.....394

Art. 40 - Acciaio per c.a. e c.a.p.....395

Art. 41 - Intonaco - Impermeabilizzazioni - Trattamento impregnante di superfici in conglomerato cementizio - Conglomerato cementizio spruzzato per rivestimento di pareti.....396

Art. 42 - Manufatti metallici.....397

Art. 43 - Fondazioni stradali.....398

Art. 44 - Conglomerati bituminosi.....398

Art. 45 - Canalette - mantellate - rivestimento di cunette e fossi - manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata.....398

Art. 46 - Opere in verde.....399

Art. 47 - Segnaletica verticale ed orizzontale.....400

Art. 48 - Tubazioni, fognature, manufatti.....400

Art. 49 - Impianto elettrico.....401

Art. 50 – Difese spondali.....402

PARTE PRIMA:

DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI E CONDIZIONI GENERALI DI APPALTO

Premesse. Osservanza di leggi, regolamenti e norme.

Il presente Capitolato Speciale d'appalto detta le norme di carattere amministrativo, tecnico e operativo regolanti l'affidamento dei lavori oggetto di appalto di cui al successivo articolo 1 ed integra facendone parte integrante e sostanziale il contratto di appalto. Pertanto la sottoscrizione del contratto d'appalto implica di per sé l'accettazione integrale, senza riserve od eccezioni del presente capitolato speciale in ogni sua parte nessuna esclusa.
L'appaltatore deve ottemperare, sotto la sua esclusiva responsabilità, alle leggi, ai regolamenti, alle norme ed alle prescrizioni emanate ed emanande dalle competenti Autorità in materia di lavori pubblici, in materia di contratti di lavoro, in materia di sicurezza ed igiene del lavoro, in materia di materiali da costruzione e di quanto altro possa interessare l'appalto dei lavori.
Il contratto deve essere espletato nel completo rispetto di tutte le disposizioni vigenti in materia di prevenzione della delinquenza di tipo mafioso, a sensi del D.Lgs. 159/2011.
L'appaltatore, inoltre, deve rispettare gli obblighi in materia ambientale, sociale e del lavoro stabiliti dalla normativa europea e nazionale, dai contratti collettivi o dalle disposizioni internazionali elencate nell'Allegato X del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. (art. 30, comma 3, D.Lgs. 50/2016 e s.m.i.).
L'esecuzione del contratto è soggetta alla osservanza piena, assoluta ed incondizionata delle norme, condizioni, patti, obblighi, oneri e modalità previsti nei documenti contrattuali, nonché in tutte le disposizioni normative vigenti. In particolare si richiamano, per quanto applicabili al contratto il D.Lgs. 50/2016, le linee guida ANAC emanate in attuazione di tale decreto e pubblicate prima della data di pubblicazione del bando, il D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., il D.P.R. 207/2010 e s.m.i., per quanto non modificato e/o abrogato dal D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. e per il periodo stabilito dalla normativa transitoria di cui al medesimo D.Lgs. 50/2016 e s.m.i., il Capitolato generale di appalto dei LL.PP., emanato con D.M. 145/2000 per le parti ancora in vigore, il D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., la legge 136/2010, il D.Lgs. 159/2011, la legge 190/2012, il D.M. 161/2012, l'art. 12 del D.L. 47/2014 conv. in legge 80/2014 limitatamente ai suoi commi applicabili, ai sensi dell'articolo 216 comma 15 del D.Lgs. 50/2016, decreto del MIT n. 248 del 10/11/2016, e ciò indipendentemente dal fatto che talune norme dei testi suddetti siano esplicitamente richiamate ed altre no.
La Stazione appaltante si riserva di consegnare all'Appaltatore, nel corso dei lavori e nell'ordine che riterrà opportuno, gli eventuali disegni supplementari delle opere da eseguire, o di richiedere, a cura e spese dell'Appaltatore, gli eventuali disegni predetti ed eventuali relativi calcoli.
Per tutta la durata del contratto l'Appaltatore deve garantire il permanere dei requisiti di ammissione e qualificazione richiesti in sede di affidamento del contratto.

Art. 1 - Oggetto dell'appalto e designazione sommaria delle opere

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le opere e forniture necessarie per la realizzazione del Nodo Idraulico di Ivrea – 2° Fase di completamento – Lotto 1B secondo il progetto esecutivo allegato al contratto del quale è parte integrante.
Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste per dare i lavori compiuti secondo le condizioni stabilite nel presente capitolato

Le opere, i servizi, le forniture e le prestazioni varie che formano oggetto dell'appalto possono riassumersi come di seguito specificato, salvo quelle speciali prescrizioni che all'atto esecutivo potranno essere

impartite dalla direzione lavori: adeguamento della livelletta stradale dal Km 36+000 al Km 37+423 circa della A5 Torino – Quincinetto secondo i seguenti interventi:

- Realizzazione corpo stradale dell'autostrada A5 e delle rampe di Svincolo dell'interscambio di Pavone sulla A4/5 comprensivo di
    - Realizzazione nuovi rilevati;
    - Sovrastruttura stradale;
    - Segnaletica orizzontale e verticale;
    - Barriere laterali di sicurezza;
    - Sistema di smaltimento acque di piattaforma;
    - Opere di protezione dei rilevati stradali.
- Rifacimento delle opere d'arte in cemento armato e acciaio quali:
    - Scatolare Strada Vicinale al Km 36+418;
    - Ponte sul Torrente Chiusella;
    - Tombino scatolare idraulico al Km 36+825;
- Sistemazione alveo e difesa spondale del Torrente Chiusella;
- Sistemazione e rivestimento fosso della Bora al Km 36+825;
- Realizzazione impianto di illuminazione pubblica sulle rampe di svincolo;
- Realizzazione di opere di mitigazione ambientale.

Art. 2 - Ammontare dell'appalto

L'importo lordo presunto complessivo, IVA esclusa, dei lavori **a corpo e a misura** ammonta a euro 37.231.558,24 (euro trentasettemilioniduecentotrentunomilacinquecentocinquantotto/24), come di seguito riportato:.

A)	Opere a misura sottoposte a ribasso desunte dalla stima dei lavori	euro	5.882.051,36
B)	Opere a corpo sottoposte a ribasso desunte dalla stima dei lavori	euro	28.279.359,48
C)	Oneri di sicurezza compensati a misura	euro	1.722.723,38
D)	Oneri della sicurezza compensati a corpo	euro	1.347.424,02
E)	Importo a base d'appalto (A+B+C+D)	euro	37.231.558,24

Le lavorazioni sono suddivise nelle seguenti categorie di opere generali e specializzate (con asterisco sono individuate le categorie di notevole contenuto tecnologico o rilevante complessità tecnica di cui al decreto del MIT n. 248 del 10/11/2016):

Cat.	**Descrizione**		**importo**	**%**
OG3	Strade, autostrade, ponti, viadotti e relative opere complementari	euro	17.915.215,82	48,12
OS12-A*	Barriere stradali di sicurezza	euro	1.824.187,59	4,90
OS 11	Apparecchiature strutturali speciali	euro	541.678,14	1,45
OS 18 A	Componenti strutturali in acciaio	euro	7.238.009,01	19,44
OS 21	Opere strutturali speciali	euro	4.733.474,59	12,71
OG 8	Opere fluviali, di difesa, di sistemazione idraulica e di bonifica	euro	2.462.035,58	6,61

OS 10	Segnaletica stradale non luminosa	euro	1.747.693,98	4,69
OS 3	Demolizione di opere	euro	337.242,59	0,91
OG 10	Impianti per la trasformazione alta/media tensione e per la distribuzione di energia elettrica in corrente alternata e continua ed impianti di pubblica illuminazione	euro	432.020,94	1,16

L'importo contrattuale corrisponderà all'importo dei lavori risultante dall'aggiudicazione.
Rimane stabilito che l'Appaltatore con la presentazione dell'offerta, si impegna alla esecuzione delle forniture e dei lavori alle condizioni di questo capitolato.
I lavori sono appaltati a corpo in base alle norme del presente Capitolato e con l'applicazione dei prezzi unitari risultanti dal ribasso contrattuale. Tali prezzi comprendono tutti gli oneri ed alee a carico dell'Appaltatore per l'esecuzione, a perfetta regola d'arte, dei lavori ad essa affidati, come specificato in progetto e nel presente Capitolato.
La stazione appaltante si riserva la facoltà:

1) di introdurre nel progetto tutte quelle variazioni, aggiunte, riduzioni o soppressioni di qualsiasi natura e specie, che potrà ritenere opportune, sia all'atto della consegna che in corso di esecuzione dei lavori;
2) di affidare lavori, servizi o forniture particolari ad altre Ditte, senza che l'Impresa possa trarne argomento o ragione per chiedere compensi o indennizzi di qualsiasi specie non contemplati nel presente Capitolato.

I prezzi resteranno fissi ed invariabili per qualsiasi causa ed evenienza, salvo procedere all'applicazione di quanto previsto dall'art. 106 comma 1 lett. a) del D.Lgs. 50/2016 qualora ne sussistano i presupposti di legge.

Art. 3 – Fideiussioni e Garanzie assicurative

Fideiussione a garanzia dell'anticipazione

Ai sensi dell'articolo 35 comma 18 del D.Lgs. 50/2016 entro quindici giorni dall'effettivo inizio dei lavori certificato dal direttore dei lavori la Stazione appaltante, su richiesta dell'Appaltatore, provvederà ad erogare l'anticipazione, pari al 20% del valore stimato dell'appalto.
L'erogazione dell'anticipazione è subordinata alla costituzione di garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa secondo quanto disposto dall'art. 11 dello schema di contratto.
Le modalità di svincolo della fideiussione e di recupero dell'anticipazione sono regolate nell'articolo 5 del presente capitolato.

Cauzione definitiva

L'appaltatore per la sottoscrizione del contratto deve costituire una garanzia definitiva secondo quanto definito nel bando di gara e suoi allegati. La cauzione è regolata dal D.Lgs. 50/2016 e nonché dagli schemi di polizza tipo approvati con D.M. 31/2018, questi ultimi per quanto non in contrasto con il D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. e con il D.P.R. 207/2010 e s.m.i. per le parti ancora in vigore.

Nella cauzione deve essere indicato quale beneficiario, oltre ad ATIVA, anche il Concedente Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
La garanzia, come previsto dall'articolo 93 comma 4 D.Lgs. 50/2016 al quale l'art. 103 del medesimo decreto rinvia, deve prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, secondo comma, del codice civile nonché l'operatività della garanzia medesima entro quindici giorni, a semplice richiesta scritta della stazione appaltante.
Ai sensi dell'art. 1, comma 4, D.M. 31/2018, la cauzione deve essere conforme agli schemi tipo 1.2/1.2.1 del medesimo decreto, pertanto deve essere espressamente indicato nella cauzione che non sono previste condizioni contrattuali integrative e/o sostitutive rispetto allo schema obbligatorio delle condizioni contrattuali stabilite nel decreto ed alle condizioni contrattuali integrative introdotte dall'art. 93 comma 4 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. come sopra richiamate.
Le modalità di presentazione della cauzione definitiva saranno indicate nella lettera di richiesta della documentazione per la stipula del contratto.

Polizza CAR-RCT

La polizza è prestata dopo l'aggiudicazione definitiva e prima della stipula del contratto o della consegna dei lavori e le somme assicurate, per le partite previste, sono indicate nel disciplinare di gara o nella lettera di invito.
L'Impresa è tenuta a trasmettere alla stazione appaltante la polizza di cui sopra almeno 10 giorni prima della consegna dei lavori.
La copertura assicurativa deve decorrere dalla data di consegna dei lavori e cessare alla data di emissione del certificato di regolare esecuzione o certificato di collaudo o comunque decorsi dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato.
Quale beneficiario deve essere indicato, oltre ad ATIVA, anche il Concedente Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
Non sono ammesse condizioni di polizza diverse da quelle dello schema tipo 2.3 del D.M. 123/2004. Pertanto, ai sensi dell'art. 1, comma 3, D.M. 123/2004, deve essere espressamente indicato nella polizza che non sono previste condizioni contrattuali integrative e/o sostitutive rispetto allo schema obbligatorio delle condizioni contrattuali stabilite nel decreto medesimo.
In particolare, la scheda tecnica 2.3 deve prevedere quale "data inizio lavori" e quale "data fine lavori" rispettivamente la data presunta di consegna dei lavori e la data presunta di fine lavori sulla base del tempo di esecuzione previsto in progetto. La "data inizio copertura assicurativa" deve coincidere con la data di inizio lavori presunta mentre la "data cessazione copertura assicurativa" deve fare riferimento al disposto dell'articolo 5, lettera b), del D.M. 123/2004 (la copertura assicurativa deve cessare alle ore 24 del giorno di emissione del certificato di regolare esecuzione e comunque non oltre dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori).
Qualora sia previsto un periodo di garanzia, la polizza assicurativa dovrà essere sostituita da una polizza che tenga indenne la stazione appaltante da tutti i rischi connessi all'utilizzo delle lavorazioni in garanzia o agli interventi per la loro eventuale sostituzione o rifacimento.
Le modalità di presentazione della polizza saranno indicate nella lettera di richiesta della documentazione per la stipula del contratto.

Polizza a garanzia della rata di saldo

Il pagamento della rata di saldo è subordinato alla costituzione di garanzia fideiussoria, bancaria o assicurativa, come previsto dall'art. 103, comma 6, del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. redatta secondo lo Schema

Tipo 1.4 del D.M. 123/2004, di importo pari alla rata di saldo maggiorata del tasso di interesse legale applicato per il periodo intercorrente tra la data di emissione del certificato di regolare esecuzione e l'assunzione del carattere di definitività del medesimo ai sensi dell'art. 102 comma 3 del D.Lgs. 50/2016.
Le modalità di presentazione della polizza saranno indicate all'atto dello svincolo della rata di saldo.

Art 4 - Piani di Sicurezza e verifica adempimenti di sicurezza in corso di esecuzione

Piani di sicurezza

L'Appaltatore prima della consegna dei lavori, presenta alla stazione appaltante (Linee Guida ANAC n. 3/2016):

- le eventuali proposte integrative al Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) ai sensi dell'articolo 100 comma 5 D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. In nessun caso comunque le eventuali integrazioni potranno giustificare modifiche o adeguamento dei prezzi pattuiti e dell'importo degli oneri per la sicurezza. In ogni caso il Piano di Sicurezza e Coordinamento dovrà essere accettato e sottoscritto dall'Appaltatore all'atto della stipula del contratto.
- il Piano Operativo di Sicurezza (POS) per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori da considerare quale Piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e coordinamento (art 92 comma 1 lett. b D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.). Anche detto piano costituirà parta integrante e sostanziale del contratto d'appalto alla luce di quanto previsto dall'articolo 92 comma 1 lett. b) del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatoreè tenuto a trasmettere il PSC a tutte le imprese esecutrici a qualsiasi titolo ed ai lavoratori autonomi. Ciascuna impresa esecutrice a qualsiasi titolo, anche se a conduzione familiare o con meno di 10 addetti, prima dell'inizio dei rispettivi lavori è tenuta a predisporre e trasmettere al responsabile dei lavori o al coordinatore per l'esecuzione (CSE) il proprio POS ed a trasmettere la dichiarazione di accettazione del PSC. Non sono tenuti alla predisposizione del POS unicamente le imprese che si limiteranno alla mera fornitura di materiali o attrezzatura (art. 96 comma 1-bis, D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.) salvi gli adempimenti di cui all'articolo 26 del medesimo decreto.
Ai sensi dell'art. 97 comma 1 del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. e per i subappaltatori anche ai sensi dell'articolo 105, comma 17, del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i., l'Appaltatore è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese che operano a qualsiasi titolo in cantiere al fine di rendere gli specifici POS redatti da ciascuna impresa compatibili tra loro e coerenti con il POS presentato dall'affidatario nonché con il PSC. A tal fine l'Appaltatore è tenuto a verificare la congruità dei POS presentati con il proprio e a controfirmare ciascun POS prima di sottoporlo al vaglio del CSE.
In caso di raggruppamento temporaneo di imprese, tale obbligo incombe all'Impresa mandataria o designata quale Capogruppo.
Nell'ipotesi di consorzio tale obbligo incombe all'impresa assegnataria dei lavori oggetto del contratto d'appalto individuata dal Consorzio nell'atto di assegnazione dei lavori comunicato al Stazione appaltante.
Nel caso di società operativa di cui all'art. 93 del D.P.R. 207/2010 e s.m.i. (ultrattivamente in vigore ai sensi dell'articolo 216 comma 14 del D.Lgs. 50/2016) tale obbligo incombe sulla società operativa la cui costituzione è stata notificata alla stazione appaltante.
Il direttore tecnico di cantiere dell'Appaltatore è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le impresse impegnate nell'esecuzione dei lavori. Il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori verifica l'idoneità dei POS presentati dall'affidatario per assicurarne la coerenza con il PSC, richiedendone se necessario l'adeguamento.

Eventuali gravi e ripetute violazioni dei piani da parte dell'Appaltatore ovvero delle sue imprese esecutrici costituiscono, previa formale costituzione in mora, causa di risoluzione del contratto.
L'Impresa è tenuta all'osservanza delle disposizioni contenute nei piani di sicurezza nonché di tutte le disposizioni di carattere generale, emanate dalle competenti autorità in materia di sicurezza per lavori ed assume ogni responsabilità derivante dall'inadempimento del proprio personale e ciò per quanto concerne infortuni a persone o danno a cose ed intralcio all'esercizio del traffico autostradale. Nell'ipotesi di raggruppamento temporaneo di imprese tale obbligo incombe all'impresa mandataria o designata quale capogruppo. Nell'ipotesi di consorzio tale obbligo incombe all'impresa assegnataria dei lavori oggetto del contratto d'appalto individuata dal Consorzio nell'atto di assegnazione dei lavori comunicato al Stazione appaltante.
Nel caso di società operativa di cui all'art. 93 del D.P.R. 207/2010 e s.m.i. (ultrattivamente in vigore ai sensi dell'articolo 216 comma 14 del D.Lgs. 50/2016) tale obbligo incombe sulla società operativa la cui costituzione è stata notificata alla stazione appaltante.
L'Appaltatore è tenuto ad uniformarsi scrupolosamente ad ogni norma vigente o che venga emanata in materia di prevenzione degli infortuni e di igiene del lavoro e, in particolare alla legge 123/2007 s.m.i. ed al D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.
Inoltre il medesimo dovrà attenersi alle regole dettate dal *Protocollo di regolamentazione per il contenimento della diffusione del Covid – 19 nei cantieri edili* siglato in data 19 marzo 2020 dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti in condivisione con le rappresentanza sindacali e le organizzazioni di categoria. Tali regole verranno meglio dettagliate nel PSC, compatibilmente con la specificità del cantiere.
L'Appaltatore provvede infine:

- a portare a conoscenza di tutti i propri dipendenti che operano nel cantiere, nonché ad eventuali subappaltatori, lavoratori autonomi, cottimisti e fornitori, le misure di sicurezza nei piani di sicurezza di cui sopra;
- a fare osservare a tutti i propri dipendenti che operano nel cantiere, nonché ad eventuali subappaltatori lavoratori autonomi, cottimisti e fornitori le norme e le disposizioni sopracitate;
- a disporre e controllare che tutti coloro che operano nel cantiere siano dotati ed usino i mezzi personali di protezione appropriati o prescritti per i rischi connessi con le lavorazioni e con le operazioni da effettuare;
- a curare che tutte le attrezzature ed i mezzi d'opera siano in regola con le prescrizioni vigenti;
- a verificare l'idoneità tecnico professionale dei propri subappaltatori e lavoratori autonomi ai sensi dell'art. 97 comma 2 D.Lgs. 81/2008 e dell'Allegato XVII del medesimo decreto.
- ad informare immediatamente la direzione lavori, il responsabile dei lavori per la sicurezza ed il coordinatore per l'esecuzione dei lavori in caso di infortunio o di incidente e ad ottemperare, in tali evenienze a tutte le incombenze prescritte dalla legge.
- a corrispondere alle imprese esecutrici gli oneri della sicurezza, relativi alle prestazioni subaffidate, senza alcun ribasso

Il Direttore di cantiere ed il CSE, ciascuno nell'ambito delle proprie competenze, vigilano sull'osservanza dei piani di sicurezza di cui sopra.
L'affidatario è solidalmente responsabile con le imprese esecutrici degli adempimenti da parte di queste ultime degli obblighi di sicurezza previsti dalla normativa vigente.
La direzione lavori o il responsabile dei lavori o il coordinatore per l'esecuzione a seconda delle competenze e funzioni assegnate hanno ogni facoltà di compiere ispezioni ed accertamenti, nonché di richiedere notizie od informazioni all'affidatario circa l'osservanza di quanto previsto nel presente articolo.

Anche ai fini di organizzazione del cantiere, l'Appaltatore in corso d'opera deve presentare una "comunicazione programmatica settimanale" secondo le modalità e gli schemi forniti dalla stessa Direzione Lavori che verranno precisare dalla stessa direzione lavori prima della consegna dei lavori e richiamate nel successivo articolo 6.

Art. 5 - Anticipazione, rimborso spese di pubblicazione, spese di registrazione e bollo

Anticipazione.

L'erogazione dell'anticipazione prevista dall'articolo 35 comma 18 del D.Lgs. 50/2016, da richiedersi entro quindici giorni dall'effettivo inizio dei lavori, è regolata dal disciplinare di gara e dal contratto. Si precisa che per "effettivo inizio dei lavori" si intende l'avvio dell'esecuzione delle opere a base di appalto, e non già la sola cantierizzazione e gli apprestamenti per la sicurezza.

L'erogazione dell'anticipazione è subordinata alla costituzione di una garanzia fideiussoria come definito in contratto (art. 11) e nel precedente Capitolato (art. 3).

L'appaltatore decade dall'anticipazione, con obbligo di restituzione, se l'esecuzione dei lavori non procede, per ritardi a lui imputabili, secondo i tempi contrattuali. In tal caso ATIVA può escutere la cauzione. Sulle somme restituite sono dovuti gli interessi legali con decorrenza dalla data di erogazione della anticipazione.

L'importo della garanzia viene gradualmente ed automaticamente ridotto nel corso dei lavori, in rapporto al progressivo recupero dell'anticipazione da parte di ATIVA. L'Appaltatore decade dall'anticipazione, con obbligo di restituzione, se l'esecuzione dei lavori non procede secondo i tempi contrattuali. Sulle somme restituite sono dovuti gli interessi legali con decorrenza dalla data di erogazione della anticipazione. L'anticipazione sarà recuperata progressivamente e proporzionalmente sugli stati di avanzamento lavori.

Rimborsi spese di pubblicazione.

Ai sensi dell'art. 73 comma 4 e 216 comma 11 del D.lgs. 50/2016 ATIVA provvederà alla richiesta del rimborso delle spese di pubblicazione del bando di gara e dell'esito sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana. Il relativo importo sarà richiesto all'atto del pagamento dei SAL.

Spese di registrazione e bollo.

Sono a carico dell'Appaltatore tutte le spese di registrazione, nonché di bollo dei documenti amministrativi e contabili (contratto e relativi allegati, registro di contabilità, certificato di regolare esecuzione o certificato di collaudo, ecc.) in conformità alla normativa vigente.

Qualora le spese di registrazione e bollo siano anticipate da ATIVA, i relativi importi saranno richiesti all'atto del pagamento del SAL.

Art. 6 - Consegna dei lavori, sospensioni e ultimazione

Spetta alla Direzione dei lavori di procedere alla consegna dei lavori considerando le caratteristiche dei lavori e le circostanze che si possono presentare e che possono comportare, a giudizio esclusivo della Direzione dei lavori, un criterio di precedenza; resta quindi convenuto che la consegna dei lavori potrà pure essere fatta parzialmente e ad intervalli di tempo. Però anche, per consegne parziali, si dovranno redigere i relativi verbali nei quali sarà fissata la decorrenza e la durata del tempo utile per dare i lavori ultimati.

Quando la Direzione avrà provveduto a consegnare anche una prima parte dei lavori, l'Appaltatore dovrà subito iniziarli e con sollecitudine portarli a termine a perfetta regola d'arte e secondo le prescrizioni di

legge e del presente capitolato.
Fermo quanto previsto nei successivi capoversi per il caso di mancata presentazione dell'Appaltatore nel giorno fissato dal Direttore dei Lavori per la consegna, dalla data del verbale di consegna decorrerà il termine utile per l'esecuzione dei lavori ove il verbale stesso non stabilisca una diversa decorrenza. In caso di consegne parziali la data di consegna sarà quella dell'ultimo verbale di consegna parziale.
Il Direttore dei Lavori comunicherà all'Appaltatore il giorno e il luogo in cui deve presentarsi per ricevere in consegna i lavori, munito del personale idoneo, nonché delle attrezzature e dei materiali necessari per eseguire, ove occorra, il tracciamento dei lavori secondo i piani, profili e disegni di progetto. All'esito delle operazioni di consegna dei lavori, il Direttore dei Lavori e l'Appaltatore sottoscriveranno il relativo verbale e da tale data decorrerà utilmente il termine per il compimento dei lavori. Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri per le spese relative alla consegna, alla verifica ed al completamento del tracciamento che fosse stato già eseguito a cura della Stazione Appaltante.
Qualora l'Appaltatore non si presenti, senza giustificato motivo, nel giorno fissato dal Direttore dei Lavori per la consegna, la stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto e di incamerare la cauzione, oppure, di fissare una nuova data per la consegna, ferma restando la decorrenza del termine contrattuale dalla data della prima convocazione.
La consegna dei lavori potrà essere effettuata anche in via d'urgenza prima della stipulazione del contratto, ai sensi dell'art. 32 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i.
In tali casi il verbale di consegna indicherà a quali materiali l'Appaltatore dovrà provvedere e quali lavorazioni dovrà immediatamente iniziare in relazione al programma esecutivo presentato di cui al precedente paragrafo.
I capisaldi, le quote, i tracciati, i rilievi e gli andamenti planoaltimetrici che verranno eventualmente indicati o consegnati dalla Stazione Appaltante o dalla direzione lavori dovranno essere considerati solo indicativi e l'Appaltatore avrà l'obbligo di controllarli, a sua cura e spese, entro 30 giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori.
Entro tale termine, l'Appaltatore dovrà precisare alla Stazione Appaltante le eventuali discordanze presentando la documentazione scritta a giustificazione di quanto contestato. Trascorso tale termine senza alcun rilievo discordante da parte dell'Impresa, si intenderà che questa accetta, definitivamente, senza eccezioni o riserve di sorta, tutti gli elementi ad essa consegnati, anche agli effetti contabili.

Sospensione dei lavori

Qualora cause di forza maggiore, o motivi diversi, a insindacabile giudizio della direzione lavori, consigliassero od obbligassero una temporanea sospensione dei lavori non spetterà all'appaltatore alcun compenso salvo il riconoscimento di un corrispondente prolungamento del termine di ultimazione dei lavori, fermo restando il tempo utile per l'esecuzione degli stessi.

Ipotesi di ritardata consegna dei lavori

La consegna dei lavori potrà avvenire oltre i termini di legge qualora si verifichi almeno una delle seguenti circostanze:

a) vengano recepite dalla stazione appaltante disposizioni formulate dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti;
b) venga meno la conferma della disponibilità del finanziamento relativo all'opera da eseguire;
c) le aree interessate si rendano momentaneamente indisponibili anche per esigenze legate alla viabilità o alla sicurezza dell'infrastruttura;

d) si verifichi la mancata risoluzione di interferenze presenti nel luogo di esecuzione dei lavori nonostante la richiesta formulata dalla stazione appaltante;
e) non siano concesse le necessarie autorizzazioni da parte degli Enti competenti (RFI, gestori di altre viabilità etc.)
f) debba essere garantito il servizio di manutenzione invernale nel periodo compreso tra il 1 novembre e il 31 marzo dell'anno.

Nei casi sopra indicati la stazione appaltante avrà facoltà di non accogliere le eventuali istanze di recesso, senza incorrere in alcun tipo di responsabilità.

Art. 7 – Ultimazione dei lavori

Il termine di ultimazione dei lavori è fissato in contratto.
All'ultimazione dei lavori, e prima dell'apertura al traffico parziale o totale dell'autostrada, la direzione lavori eseguirà la visita di agibilità delle opere, provvedendo alle verifiche, prove e constatazioni necessarie per accertare se le singole opere e le loro parti possano essere prese in consegna, con facoltà di uso, pur restando a completo carico dell'Appaltatore la manutenzione delle opere stesse.
Al termine dei lavori l'appaltatore dovrà presentare l'aggiornamento del piano di manutenzione di tutte le opere realizzate (art. 102 comma 9 lett. b del D.Lgs. 50/2016).
Il certificato di ultimazione può prevedere l'assegnazione di un termine perentorio, non superiore a sessanta giorni, per il completamento di lavorazioni di piccola entità, accertate da parte del Direttore dei Lavori come del tutto marginali e non incidenti sull'uso e sulla funzionalità dei lavori. Il mancato rispetto di questo termine comporta l'inefficacia del certificato di ultimazione e la necessità di redazione di nuovo certificato che accerti l'avvenuto completamento delle lavorazioni sopraindicate.

Art. 8 – Subappalto e attività che non costituiscono subappalto

Subappalto.
Il subappalto è ammesso ai sensi e nei limiti dell'art. 105 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. a seguito di specifica autorizzazione scritta di ATIVA, nel rispetto delle norme vigenti in materia di antimafia e delle norme di sicurezza di cui al D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 e s.m.i.
Si precisa che ai sensi dell'art. 105 comma 2 D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. costituisce subappalto qualsiasi contratto avente ad oggetto attività ovunque espletate che richiedano l'impiego di manodopera, quali le forniture con posa in opera e i noli a caldo, se singolarmente di importo superiore al 2% dell'importo di contratto o di importo superiore a 100.000 euro e qualora l'incidenza del costo della manodopera e del personale sia superiore al 50% dell'importo del contratto da affidare.
È comunque considerato subappalto l'attività di posa e rimozione della segnaletica stradale anche provvisoria di cantiere. Per tali attività l'affidatario e gli esecutori devono dare evidenza di aver svolto apposita formazione ai sensi degli artt. 21, 175 e 176 del D.Lgs. 285/92, dell'art. 372 del DPR 495/92, del D.M. 10 luglio 2002 e della istruzione operativa ITO SGSL 004 – Installazione e controllo cantieri – allegata al Piano di Sicurezza e Coordinamento.
Il subappalto può essere autorizzato, fatte salve le verifiche di competenza della Stazione appaltante ai sensi di Legge, per le categorie dichiarate dall'Appaltatore nelle dichiarazioni a corredo dell'offerta e fino alla concorrenza degli importi netti stabiliti nell'articolo 8 di contratto.

Le richieste di autorizzazione al subappalto devono essere presentate utilizzando esclusivamente i modelli che saranno trasmessi da ATIVA prima dell'avvio dei lavori.
Le istanze devono contenere tutti gli allegati indicati nel modello relativo, comprese le dichiarazioni del subappaltatore riguardo il possesso dei requisiti di ordine generale e speciale e le dichiarazioni e la documentazione necessaria prevista dal D.Lgs. 81/2008 e dalla legge 136/2010 e s.m.i.
L'autorizzazione al subappalto è condizionata dall'emissione di DURC on line regolare ai sensi dell'art. 31 comma 6 del d.l. 69/2013 conv. in legge 98/2013 e Decreto del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali del 30 gennaio 2015, e dal positivo esito delle verifiche antimafia ai sensi del D.Lgs. 159/2011 e s.m.i. e dell'art. 1 commi 52, 52-bis e 53 della Legge 190/2012 e s.m.i., nonché dal positivo esito degli accertamenti d'ufficio disposti dalla stazione appaltante.
Inoltre l'autorizzazione al subappalto, fatte salve in ogni caso le eventuali ulteriori azioni di tutela di ATIVA secondo quanto previsto in contratto e nei relativi allegati, è rilasciata solo dopo che il responsabile dei lavori ed il coordinatore per l'esecuzione abbiano accertato rispettivamente l'idoneità tecnico professionale del subappaltatore proposto e l'idoneità del piano operativo di sicurezza presentato ai sensi del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i..
E' assolutamente vietato, sotto pena di immediata risoluzione del contratto per colpa dell'Appaltatore e del risarcimento alla stazione appaltante di ogni danno e spesa, salve le sanzioni penali previste dalla legge, il subappalto, anche parziale, del lavoro oggetto dell'appalto, senza la previa autorizzazione scritta di ATIVA.
Ai sensi dell'art. 105 comma 7, del D.Lgs. 50/2016 l'Appaltatore è tenuto a depositare presso la stazione appaltante, almeno 20 giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle lavorazioni, i relativi contratti di subappalto corredati dalla documentazione tecnica, grafica e amministrativa con indicazione puntuale dell'ambito operativo del subappalto sia in termini prestazionali che economici. L'Appaltatore può altresì presentare copia del contratto di subappalto al momento della presentazione dell'istanza di autorizzazione purché contenga espressamente la clausola condizionale risolutiva della previa autorizzazione al subappalto da parte di ATIVA.
Il contratto di subappalto deve prevedere:

- l'elenco prezzi di contratto,
- il dettaglio degli oneri di sicurezza subappaltati,
- i costi della manodopera ex art. 105 comma 14 D.Lgs. 50/2016 e s.m.i.,
- la clausola di cui alla legge 136/2010 e s.m.i. come disciplinate all'articolo 18 del contratto di appalto,
- le medesime clausole, per quanto applicabili, di cui all'articolo 19 del contratto di appalto ed in particolare le clausole relative all'osservanza da parte del subappaltatore del D.Lgs. 231/2001 e s.m.i., del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., delle norme SA8000.

Ai sensi dell'art. 105 comma 14, del D.Lgs. 50/2016 l'Appaltatore deve praticare per le prestazioni affidate in subappalto gli stessi prezzi unitari risultanti dall'aggiudicazione con ribasso non superiore al 20% nel rispetto degli standard qualitativi e prestazionali previsti nel contratto d'appalto. La Direzione Lavori provvederà alla verifica dell'effettiva applicazione di dette disposizioni. Gli oneri della sicurezza nonché i costi della manodopera relativi alle prestazioni affidate in subappalto d'opera devono essere corrisposti alle imprese subappaltatrici senza alcun ribasso.
Come previsto nel bando di gara ATIVA provvede alla corresponsione diretta al subappaltatore dell'importo delle prestazioni eseguite dallo stesso, nei limiti del contratto d subappalto, con le modalità previste dall'articolo 11 del presente capitolato.
Il pagamento diretto del subappaltatore da parte di ATIVA non libera l'Appaltatore dagli obblighi e dalle

responsabilità in capo allo stesso relativi all'adempimento degli obblighi retributivi, al versamento di tutti i contributi previdenziali ed assicurativi ed al versamento delle ritenute fiscali sui redditi di lavoro dipendente da parte del subappaltatore nei confronti del proprio personale dipendente.
L'Appaltatore risponderà in solido con il subappaltatore degli adempimenti, da parte di quest'ultimo, degli obblighi retributivi e contributivi e di sicurezza previsti dalla normativa vigente (art. 105 comma 8, del D.Lgs. 50/2016). Il mancato rispetto degli obblighi di sicurezza da parte dell'Appaltatore, dei suoi subappaltatori o delle altre imprese esecutrici, comporterà la risoluzione in danno all'Appaltatore del contratto a norma del contratto.
L'Appaltatore sarà responsabile in solido con i subappaltatori, tenendo fin d'ora indenne ATIVA da ogni responsabilità, dell'osservanza verso i lavoratori per le prestazioni rese nell'ambito del contratto, del trattamento retributivo e normativo stabilito dai contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si eseguono i lavori comprese le quote di trattamento di fine rapporto, del versamento dei contributi previdenziali e dei premi assicurativi dovuti in relazione al periodo di esecuzione del contratto d'appalto (art. 29, comma 2 D.Lgs. 276/2003 e s.m.i.).
Si applicano inoltre le norme in materia di white list di cui all'art. 1 commi 52, 52-bis e 53 della legge 190/2012 e s.m.i.
In ogni caso l'Appaltatore resterà ugualmente responsabile, nei confronti di ATIVA, dei lavori subappaltati in solido con l'Impresa subappaltatrice.
Qualora il durc del subappaltatore, anche in corso di esecuzione, non risulti regolare per due volte consecutive, ATIVA, previa contestazione degli addebiti al subappaltatore e assegnazione di un termine non inferiore a 15 giorni per la presentazione delle controdeduzioni, pronuncerà la decadenza dell'autorizzazione.
Se durante l'esecuzione dei lavori, ed in qualsiasi momento, l'ATIVA stabilisse, a suo insindacabile giudizio, che il subappaltatore è inidoneo o indesiderabile, l'Appaltatore al ricevimento della comunicazione scritta da parte dell'ATIVA, dovrà prendere immediatamente misure per l'annullamento del relativo subappalto e per l'allontanamento del subappaltatore medesimo. L'annullamento di tale subappalto non darà alcun diritto all'Appaltatore di pretendere indennizzi, risarcimenti di danni o di perdite ovvero la proroga della data fissata per l'ultimazione dei lavori.

Forniture con posa in opera e noli a caldo.

Le forniture con posa in opera e i noli a caldo devono essere comunicati ad ATIVA almeno 15 (quindici) giorni prima dell'inizio della relativa esecuzione utilizzando i modelli predisposti da ATIVA, che verranno comunicati all'Appaltatore con l'avvio dei lavori.
Le richieste devono essere accompagnate da tutta la documentazione di cui al D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. nonché di tutti i documenti previsti nei modelli di comunicazione sopra richiamati e dalla documentazione di cui alla legge 136/2010 e s.m.i.
Si applicano inoltre le norme in materia di white list di cui all'art. 1 commi 52, 52-bis e 53 della legge 190/2012 e s.m.i.
In relazione alle forniture con posa in opera l'appaltatore dovrà far pervenire copia delle fatture quietanzate entro 20 giorni da ciascun pagamento e comunque entro la data del SAL successivo. Si rinvia a quanto previsto nel successivo articolo 11 – Contabilità e pagamenti in acconto.

Altri subcontratti.

L'Appaltatore ai sensi del combinato disposto dell'art. 105, comma 2, del D.Lgs. 50/2016, è tenuto a comunicare alla stazione appaltante, prima dell'inizio della prestazione, per tutti i sub-contratti che non sono subappalti, stipulati per l'esecuzione dell'appalto, il nome del sub-contraente, l'importo del sub-

contratto, l'oggetto del lavoro, servizio o fornitura affidati.
Devono altresì essere comunicate alla stazione appaltante eventuali modifiche a tali informazioni avvenute nel corso dell'esecuzione del sub-contratto.
In particolare, ai sensi dell'art. 1, comma 53, della legge 190/2012 e dell'art. 3 della legge 136/2010 e s.m.i. comunicherà ad ATIVA preventivamente ovvero qualora ne insorga l'esigenza l'elenco delle imprese che saranno coinvolte nelle forniture e servizi di trasporto materiali a discarica per conto di terzi, trasporto, anche transfrontaliero, e smaltimento rifiuti per conto di terzi, estrazione, fornitura e trasporto di terra e materiali inerti, confezionamento, fornitura e trasporto di calcestruzzo e di bitume, noli a freddo di macchinari, fornitura di ferro lavorato, autotrasporti per conto di terzi, guardiania di cantiere, mensa di cantiere, pulizie di cantiere comprensivo dei relativi codici fiscali e della documentazione prevista dalla legge 136/2010 e s.m.i..
Ai sensi dell'art. 4 della legge 136/2010 in caso di trasporto dei materiali per le attività di cantiere, le bolle di consegna dovranno riportare oltre al numero di targa dell'automezzo utilizzato, anche il nominativo del proprietario dell'automezzo medesimo.

Norme Comuni.

L'inizio dei lavori da parte di tutte le imprese esecutrici a qualsiasi titolo è in ogni caso condizionato dalla verifica da parte del responsabile dei lavori della sussistenza in capo alle medesime dei necessari requisiti di idoneità tecnico professionale.
A tal fine, prima dell'inizio delle relative attività, deve essere presentata la documentazione prevista dal D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. nonché ogni altro documento ritenuto utile ai fini della verifica dell'idoneità tecnico professionale dell'impresa da parte del responsabile dei lavorai ed al fine del previo accertamento, da parte del coordinatore per l'esecuzione dei lavori, dell'idoneità del piano operativo di sicurezza presentato. Il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori procede alla valutazione dell'idoneità del piano operativo di sicurezza delle imprese sulla base della check-list che è fornita da ATIVA con l'inizio dei lavori.
Il Coordinatore per l'esecuzione non consentirà in ogni caso l'accesso in cantiere delle imprese proposte per le quali non abbia ricevuto l'autorizzazione al subappalto o il nulla osta della stazione appaltante ed il parere positivo del responsabile dei lavori in merito all'idoneità tecnico professionale delle imprese proposte.
Tutti i subcontratti devono infine prevedere le clausole di cui all'articolo 18 del contratto in materia di tracciabilità dei flussi finanziari (legge 136/2010) nonché le clausole richiamate dall' articolo 19 del contratto (D.Lgs. 231/2001 e s.m.i., del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., delle norme SA8000).
Ai sensi dell'art. 5 della legge 136/2010, l'Appaltatore ed i subappaltatori nonché ogni altra impresa esecutrice che acceda al cantiere, devono munire il personale occupato nel cantiere di apposita tessera di riconoscimento corredata di fotografia, contenente oltre alle indicazioni previste dall'art. 26, comma 8, del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. e dall'art. 36-bis, commi 3 e 4, del d.l. 223/2006 convertito in legge 286/2006 e s.m.i. altresì la data di assunzione e, in caso di subappaltatore, la data di autorizzazione al subappalto. Quanto ai lavoratori autonomi dovranno indicare sulla propria tessera il nominativo della Stazione appaltante.

Art. 9 - Modifiche e varianti

Per tutte le opere comprese nei lavori oggetto dell'appalto, sarà facoltà della stazione appaltante di autorizzare modifiche e varianti al contratto nei limiti di quanto previsto dall'art. 106 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i.
In particolare si evidenzia che, in esecuzione di quanto disposto dall'art. 106 comma 1 lett. e) del D.Lgs. 50/2016, potranno essere autorizzate modifiche per un valore pari o inferiore alla soglia del 20% dell'importo iniziale del contratto. In caso di più modifiche successive, tale soglia si applica al valore di ciascuna modifica.
La stazione appaltante può imporre l'esecuzione di un aumento o diminuzione di prestazioni fino alla concorrenza del quinto dell'importo di contratto, senza che per ciò l'Appaltatore abbia diritto ad avanzare alcuna riserva o richiesta che non sia quella corrispondente all'applicazione dei prezzi contrattuali alle opere effettivamente eseguite.
Eventuali varianti che fossero necessarie formeranno oggetto di ordine scritto da parte della direzione lavori e richiamate nel successivo articolo 24.

Art 10 - Danni di forza maggiore

Non verrà accordato all'Appaltatore alcun indennizzo da parte della direzione lavori per perdite, avarie o danni che si verificassero durante il corso dei lavori e l'esecuzione dei collaudi.
Per i casi di forza maggiore si applicheranno le disposizioni di legge in materia. I conseguenti danni saranno accertati con la procedura ivi stabilita, restando peraltro ferme le disposizioni previste per quanto riguarda la eventuale negligenza dell'Appaltatore.
Resta in ogni caso contrattualmente convenuto che non saranno considerati come danni di forza maggiore: gli scoscendimenti, le solcature ed altri guasti alle scarpate degli scavi e dei rilevati nonché alle canalette, gli interramenti degli scavi stessi, delle cunette, dei tombini; le erosioni anche profonde in corrispondenza delle opere murarie, anche di fondazione, causate anche da precipitazioni di intensità tale che siano ritenuti eventi eccezionali, le piene di qualunque corso d'acqua.
L'Appaltatore dovrà provvedere, in ogni caso, alla riparazione di tali danni a sua cura e spese. Solo agli eventi eccezionali (inondazioni, terremoti, ecc.) riconosciuti e dichiarati tali da appositi atti ufficiali delle Autorità di Governo, potranno dare luogo al riconoscimento dei danni di forza maggiore, per i quali si applicheranno le norme vigenti.
In ogni caso, ammesso che per la procedura stabilita delle leggi in vigore sia riconoscibile l'equo risarcimento dei danni all'Appaltatore, l'ammontare dei ripristini dovrà risultare da contabilità redatta secondo le norme e gli oneri di questo capitolato, in base ai prezzi dell'elenco.

Art. 11 - Contabilità lavori, emissione dei SAL

Contabilità

Fermo il principio che la contabilità dei lavori verrà tenuta secondo la normativa vigente, già in precedenza richiamata, la pratica elaborazione della contabilità stessa potrà essere ottenuta usufruendo di programmi di contabilità computerizzata, preventivamente accettati dal direttore dei lavori, sulla base del brogliaccio compilato in cantiere (art. 183 del D.P.R. 207/2010 e s.m.i., ai sensi di quanto previsto dall'art. 216 comma 17 D.Lgs. 50/2016).

Per i lavori a misura la contabilità dei lavori sarà effettuata sulla base di prezzi di contratto con l'applicazione del ribasso unico offerto in sede di gara.
Per i lavori a corpo la contabilità sarà effettuata sulla base delle aliquote percentuali che saranno stabilite dal Direttore dei Lavori a suo insindacabile giudizio tenuto conto dei lavori effettivamente eseguiti ed applicate al/ai prezzo/i a corpo di Elenco Prezzi di Contratto.
In caso di offerta a prezzi unitari la contabilità dei lavori sarà effettuata per i lavori a corpo sulla base dei prezzi a corpo offerti dal concorrente nella "Lista delle categorie di lavorazioni e forniture previste per l'esecuzione dei lavori", secondo le aliquote percentuali che saranno stabilite, per ciascun prezzo a corpo, dal direttore dei lavori a suo insindacabile giudizio sulla base dei lavori effettivamente eseguiti (pagamenti in acconto) e, per la parte di lavori a misura, sulla base dei prezzi unitari offerti dal concorrente per ciascuna voce a misura nella suddetta "Lista".
La contabilità degli oneri della sicurezza sarà effettuata a misura per la parte di oneri previsti in contratto a misura e a corpo per la parte prevista a corpo. Per gli oneri a copro la contabilità sarà effettuata sulla base delle aliquote percentuali che saranno stabilite dal Direttore dei Lavori, sentito il coordinatore per l'esecuzione, in relazione alla quota di oneri effettivamente eseguita.
A tal fine l'Appaltatore dovrà presentare al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, la documentazione comprovante l'avvenuto adempimento di quanto previsto nel Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Emissione dello Stato di Avanzamento Lavori

I termini di cui al presente paragrafo derogano espressamente ai termini previsti dal D.Lgs. 231/2002 così come modificato dal D.Lgs. 192/2012 e secondo l'interpretazione autentica e le modifiche apportate dall'art. 24 della legge 161/2014.

Durante il corso dei lavori, la Direzione Lavori, entro 45 (quarantacinque) giorni dalla fine di ciascun bimestre, emetterà lo stato di avanzamento dei lavori (S.A.L.) bimestrale.
Lo stato di avanzamento dei lavori comprenderà i lavori completamente e regolarmente eseguiti (in caso di lavori a corpo) secondo le aliquote percentuali, che saranno stabilite, per ciascun prezzo a corpo, dal direttore dei lavori a suo insindacabile giudizio sulla base dei lavori effettivamente eseguiti sulla base di quanto previsto dall'art. 184 D.P.R. 207/2010 e s.m.i..
Resta convenuto in ogni caso che i ritardi nei pagamenti non daranno luogo ai vantaggi previsti a favore dell'Appaltatore se dovuti a ritardo nella contabilità dei lavori per la mancata fornitura di personale e strumenti, da parte dell'appaltatore medesimo, per le misurazioni in contraddittorio degli stessi ovvero in caso di ritardi da parte dell'Appaltatore nella sottoscrizione dei SAL e nella presentazione di tutta la documentazione necessaria e di seguito indicata.
Si stabilisce anche che nessuna pretesa per i ritardi contabili potrà essere avanzata dall'impresa esecutrice se la direzione lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà non contabilizzabili per vizi o difetti determinate categorie di lavori.
Ad ogni SAL, entro 10 giorni dalla fine di ciascun bimestre, ai fini del decorso dei termini per il pagamento del SAL, l'Appaltatore dovrà presentare alla direzione lavori la seguente documentazione:

- dichiarazioni sostitutive ai fini della verifica della regolarità contributiva rilasciate dall'Appaltatore e da tutti i subappaltatori utilizzando i modelli che saranno comunicati da ATIVA con l'avvio dei lavori.

Con riferimento alle lavorazioni concesse in subappalto, l'Appaltatore dovrà inoltre presentare, la seguente documentazione necessaria al fine di permettere il pagamento diretto dei subappaltatori medesimi ed in particolare:

- dichiarazione dell'appaltatore relativa alle prestazioni effettuate dal subappaltatore con proposta motivata di pagamento, utilizzando i modelli che saranno comunicati da ATIVA con l'avvio dei lavori; tale dichiarazione dovrà essere resa anche se negativa;
- autorizzazione dell'appaltatore alla stazione appaltante al pagamento della quota di lavorazioni effettuate dai subappaltatori, utilizzando i modelli che saranno comunicati da ATIVA con l'avvio dei lavori;
- dichiarazione dell'appaltatore che il pagamento al subappaltatore dovrà essere imputato al totale della fattura presentata, utilizzando i modelli che saranno comunicati da ATIVA con l'avvio dei lavori;
- copia della fattura emessa dal subappaltatore all'appaltatore per l'importo di lavorazioni eseguite con indicazione delle ritenute di garanzia, degli oneri della sicurezza eseguiti, del numero di conto corrente bancario o postale dedicato ai sensi dell'art. 3 della legge 136/2010 e con indicazione del CIG e CUP di contratto;
- dichiarazione di conto corrente dedicato del subappaltatore, nel caso di variazioni rispetto a quelli indicati in contratto di subappalto;
- copia elenco prezzi allegato al contratto di subappalto;
- dettaglio degli oneri di sicurezza subappaltati;
- computo delle lavorazioni eseguite dal subappaltatore, firmato da Appaltatore e subappaltatore, con specificazione della quota di oneri di sicurezza e del ribasso applicato.

La suddetta documentazione, asseverata dal Direttore dei Lavori e dal coordinatore dell'esecuzione con riferimento agli oneri di sicurezza, dovrà essere infine, trasmessa ad ATIVA unitamente alla documentazione relativa al SAL nonché ad apposita separata contabilità per le prestazioni realizzate dal subappaltatore.

Con riferimento alle forniture con posa in opera, entro 20 giorni da ogni pagamento e comunque entro la data del SAL successivo l'Appaltatore, dovrà inoltre presentare copia delle fatture relative ai pagamenti effettuati per le forniture con posa in opera, con l'indicazione in fattura del dettaglio degli oneri di sicurezza, del CIG e del CUP, del conto corrente dedicato indicato al momento della stipula del contratto e quale attestazione di quietanza di pagamento copia firmata del subcontraente del bonifico bancario o postale o di altro strumento di pagamento con indicazione del CIG e CUP.

Verifiche ai fini del pagamento del SAL

Al ricevimento dei documenti presentati dall'Appaltatore, ATIVA provvederà preliminarmente a verificare la correttezza e la coerenza dei medesimi, la relativa completezza ed a segnalare all'Appaltatore le eventuali carenze.

Per procedere al pagamento dei SAL, ATIVA provvederà ad acquisire direttamente il DURC on line dell'Appaltatore e dei subappaltatori. Qualora dal DURC dell'appaltatore o dei subappaltatori emerga in qualsiasi momento un'irregolarità nel pagamento dei contributi previdenziali e assicurativi, ATIVA tratterrà dai certificati di pagamento l'importo corrispondente all'inadempienza medesima per il successivo versamento diretto agli enti previdenziali compresa la cassa edile (art. 30 comma 4 D.lgs. 50/2016).

ATIVA procederà inoltre alle verifiche in materia di completezza della documentazione prevista per il pagamento dei subappaltatori e alle verifiche in materia di completezza della documentazione prevista in materia di tracciabilità dei flussi finanziari di cui all'articolo 18 di contratto (conti correnti dedicati e contratti di appaltatore e subaffidatari).

Emissione dei certificati di pagamento

ATIVA contestualmente o comunque entro 7 giorni dall'adozione del SAL a norma del contratto provvederà all'emissione del certificato di pagamento. Sui certificati di pagamento verrà effettuata la ritenuta dello

0,5% (zero/5 per cento) a garanzia dell'osservanza da parte dell'Appaltatore delle norme sulla tutela, sicurezza, salute assicurazione, assistenza, contribuzione e retribuzione dei lavoratori nonché le eventuali trattenute stabilite dalla legge e dal contratto e relativi allegati.

Pagamento del SAL

Con l'emissione del certificato di pagamento l'Appaltatore sarà autorizzato ad emettere fattura. Il pagamento delle fatture avverrà entro 30 giorni dalla presentazione della fattura a condizione che sia stata presentata tutta la documentazione richiesta nel presente articolo. Si precisa che ogni ritardo rispetto ai termini sopra indicati imputabile alla mancata presentazione da parte dell'appaltatore e dei subappaltatori della documentazione richiesta nel presente articolo ai fini del pagamento degli stati di avanzamento lavori non comporterà a carico di ATIVA la maturazione degli interessi legali e moratori previsti dalla legge.

Le fatture, comprensive di IVA di legge, dovranno indicare il numero di RDA, il CIG e CUP, le ritenute di garanzia applicate, il dettaglio degli oneri della sicurezza ed il conto corrente dedicato indicato all'articolo 18 di contratto.

In caso di RTI, l'emissione ed il pagamento delle fatture sarà eseguito alle condizioni previste nell'atto costitutivo del raggruppamento medesimo. ***In caso di RTI,*** ciascuna impresa dovrà in ogni caso rispettare le rispettive quote di esecuzione le quali dovranno essere coerenti con le quote di costituzione nonché con la qualificazione posseduta.

Ipotesi di sospensione dei pagamenti

I pagamenti saranno sospesi:

- in caso di mancata corresponsione ai lavoratori, da parte dell'Appaltatore e di ciascuno degli eventuali subappaltatori, dei trattamenti retributivi comprese le quote di trattamento di fine rapporto, dei contributi previdenziali, dei premi assicurativi e (art. 29, comma 2 D.Lgs. 276/2003 e s.m.i.);
- in caso di mancata presentazione dei documenti previsti dalla legge 136/2010 e s.m.i.
- in tutti gli altri casi previsti dalla legge o dal contratto e suoi allegati.

Qualora dal durc on line dell'Appaltatore o dei subappaltatori emerga in qualsiasi momento un'irregolarità nel pagamento dei contributi previdenziali e assicurativi ATIVA tratterrà dai certificati di pagamento l'importo corrispondente all'inadempienza medesima. Qualora invece dal Durc irregolare non emerga l'ammontare dell'inadempienza, ATIVA sospenderà i pagamenti successivi.

L'ATIVA tratterrà infine dai pagamenti le somme che sarà eventualmente chiamata a corrispondere in caso di mancata retribuzione, versamento dei contributi a qualsiasi titolo dovuti e risarcimenti dei danni relativamente ai lavoratori dell'Appaltatore e degli eventuali subappaltatori, anche ai sensi di quanto previsto dal D.lgs. 50/2016.

Art. 12 - Conto finale, collaudo e pagamento del saldo

Conto finale

Entro tre mesi dalla data di ultimazione dei lavori si provvederà alla compilazione del conto finale. A tal fine l'Appaltatore dovrà presentare tutte le dichiarazioni previste per i SAL.

Certificato di regolare esecuzione.

I termini di cui al presente paragrafo derogano espressamente ai termini previsti dal D.Lgs. 231/2002 così come modificato dal D.Lgs. 192/2012 e secondo l'interpretazione autentica e le modifiche apportate dall'art. 24 della legge 161/2014.

Il **certificato di regolare esecuzione/certificato di collaudo** sarà emesso dal Direttore dei Lavori entro **tre/sei** mesi dall'ultimazione dei lavori. Detto certificato, ai fini della liquidazione della rata di saldo, terrà conto delle eventuali di inadempienze o colpe dell'Appaltatore e/o di inadempienze contributive di appaltatore e subappaltatori verificate tramite acquisizione del DURC on line.
Il **certificato di regolare esecuzione/certificato di collaudo** ha carattere provvisorio ai sensi dell'art. 102 comma 3 D.Lgs. 50/2016.

Pagamento della rata di saldo.
Il pagamento della rata di saldo è subordinato alla costituzione della garanzia fideiussoria definita nel precedente articolo 3.
Il pagamento della fattura inerente la rata di saldo, comprensiva di IVA di legge, con l'indicazione del numero di RDA e decurtata delle ritenute di garanzia dello 0,5% nonché delle eventuali trattenute per irregolarità contributive e di tutte le somme pagate da ATIVA per conto dell'Appaltatore o in sua sostituzione, avverrà entro 30 giorni dalla data di emissione del certificato di collaudo, ovvero dalla presentazione della garanzia fideiussoria per la rata di saldo.
Il pagamento della rata di saldo non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'art. 1666, comma 2, c.c. Salvo quanto disposto dall'art. 1669 c.c., l'Appaltatore risponderà per la difformità e i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, denunciati da ATIVA prima che il certificato di regolare esecuzione assuma carattere definitivo.

Collaudo definitivo e svincolo ritenute di garanzia e polizza per la rata di saldo.
La fideiussione a garanzia del saldo sarà svincolata al collaudo definitivo delle opere insieme alle ritenute di garanzia effettuate sull'importo netto progressivo dei lavori previa emissione di durc regolare dell'appaltatore

Art 13 – Manutenzione delle opere sino al collaudo definitivo

Sino a che non sia intervenuto, con esito favorevole, il collaudo definitivo delle opere, la manutenzione delle stesse che non consegue dall'uso dell'utente deve essere fatta a cura e spese dell'Appaltatore, il quale, anche in presenza del traffico esistente sull'autostrada già in fase di esercizio, la eseguirà in modo da portare il minimo possibile turbamento al traffico medesimo e comunque con il rispetto delle norme di legge a tutela della circolazione e dell'incolumità pubblica, restando al riguardo a suo carico ogni responsabilità.
L'Appaltatore pertanto sarà tenuto alla osservanza oltre che delle disposizioni di legge, anche delle prescrizioni che dovesse fissare la Stazione appaltante, senza che, per gli oneri che ne deriveranno, abbia alcunché da pretendere.
Per tutto il periodo corrente tra l'esecuzione ed il collaudo definitivo, salvo le maggiori responsabilità sancite dall'art. 1669 del Codice Civile, l' Appaltatore è quindi garante delle opere e delle forniture eseguite restando a suo esclusivo carico le sostituzioni ed i ripristini che si rendessero necessari ed i danni conseguenti.
Durante il periodo in cui la manutenzione è a carico dell'Impresa, la manutenzione stessa dovrà essere eseguita tempestivamente e con ogni cautela, provvedendo l'Impresa stessa, di volta in volta, alle riparazioni necessarie, senza interrompere il traffico e senza che occorrano particolari inviti da parte della direzione lavori.

Ove però l'Appaltatore non provvedesse nei termini prescritti dalla direzione lavori con invito scritto, si procederà d'ufficio e la spesa andrà a debito dell' Appaltatore stesso.
In particolare, l'Appaltatore è responsabile anche dei danni e delle irregolarità dovute al comportamento delle sottofondazioni e delle fondazioni.
Per quanto riguarda rilevati e pavimentazioni, sia per ragioni particolari di stagione, sia per altre cause, potrà essere concesso all'Appaltatore di procedere alle riparazioni con provvedimenti di carattere provvisorio (ad esempio, con impasti freddi di pietrischetto e bitume flussato, ecc.) e ciò sempre allo scopo di permettere l'immediato ripristino. Per ogni riparazione di questo tipo l'Impresa dovrà però sempre avvertire la direzione lavori e la Stazione appaltante e provvedere poi, appena possibile, alla sistemazione ed al rifacimento delle riparazioni di fortuna in maniera definitiva, con i materiali e nei modi prescritti dal contratto.
Agli effetti di quanto sopra si precisa che per pavimentazioni di usura si intendono quelle in conglomerato bituminoso (strato o tappeto di usura) o altri tipi di manti o superfici trafficabili a carattere permanente.
Resta esplicitamente convenuto che, nel caso la Stazione appaltante intendesse ritardare per un periodo non superiore a dodici mesi l'esecuzione della pavimentazione di usura ed aprire al transito le sedi stradali sullo strato di collegamento (binder), la manutenzione del piano viabile fino alla data del collaudo definitivo (due anni dal collaudo provvisorio / certificato di regolare esecuzione come previsto nell'articolo 12 del presente capitolato) sarà comunque ad intero carico dell' Appaltatore con le avvertenze di cui al presente Capitolato.
Le riparazioni dovranno essere eseguite a perfetta regola d'arte, in modo da ostacolare il meno possibile la circolazione e da ripristinare le pavimentazioni nei precisi termini contrattuali.
All'atto del collaudo definitivo le superfici dovranno apparire in stato di ottima conservazione, senza segni di sgretolamento, solcature, ormaie, ondulazioni e screpolature, con scarico regolare delle acque meteoriche in ogni punto e lungo le banchine; queste ultime dovranno risultare regolari, secondo i disegni e le quote di progetto, prive di cedimenti, bene inerbite, cioè eseguite con cura e con altrettanta cura mantenute.
Tutte le opere dovranno corrispondere alle prescrizioni particolari delle norme tecniche, sia per le qualità, sia per l'esecuzione.
All'atto del collaudo definitivo lo spessore del manto superficiale dovrà risultare esattamente conforme a quello ordinato, ammettendosi alla data del collaudo una diminuzione per effetto dell'usura e del costipamento dovuto al traffico, non superiore al 10% dello spessore originario.
Quando i rifacimenti apportati dall' Appaltatore nel periodo in cui la manutenzione è a suo carico, rifacimenti eseguiti per la manutenzione stessa, ammontino complessivamente, all'atto del collaudo definitivo, a più di un decimo della superficie totale della pavimentazione, la Stazione appaltante potrà rifiutare il collaudo definitivo dell'intera estensione della medesima, salvo e riservato il riconoscimento dei danni a favore della Stazione appaltante.
Prima di iniziare le pavimentazioni in conglomerato bituminoso, fra il rappresentante dell'Impresa ed il Direttore dei Lavori, verrà effettuato un accertamento tecnico dei rilevati e delle fondazioni pronte a ricevere la pavimentazione.
Risultando favorevole l'esito del predetto accertamento documentato da apposito verbale controfirmato dalle parti, l'Impresa potrà iniziare la pavimentazione.
In caso di insufficienza del rilevato o della fondazione, l'Impresa responsabile verrà invitata ad attuare quei provvedimenti che la direzione lavori riterrà idonei per la eliminazione degli inconvenienti lamentati, dopo di che si procederà ad un ulteriore accertamento ed alla stesura del relativo verbale.

Qualora peraltro nel manto stradale, durante il periodo di garanzia, si manifestassero lesioni, cedimenti ed altri inconvenienti chiaramente imputabili ad insufficienza dei rilevati o delle fondazioni, di questi e dei relativi danni alla pavimentazione, sarà sempre ad ogni effetto, anche di rimborso spese per i successivi ripristini delle pavimentazioni, considerata responsabile l'Appaltatore e l'esecutrice del corpo stradale, la quale non potrà invocare a sua scarico, i risultati positivi dei verbali di accertamento tecnico con prove di piastra e simili, ai quali sarà dato un puro valore indicativo.

Art 14 - Accettazione del lavoro - Detrazioni contabili

Nel caso di prove di laboratorio o di misurazioni che indichino la non corrispondenza dei materiali, dei conglomerati e dei lavori in genere, alle prescrizioni di Capitolato o degli studi accettati, la direzione lavori valuterà, a suo insindacabile giudizio, se l'opera è accettabile senza pregiudizio circa la sua funzione e la sua durata.
Nel caso l'opera sia ritenuta accettabile la direzione lavori applicherà in ogni caso una adeguata detrazione contabile correlata all'entità delle deficienze riscontrate e comunque maggiore del risparmio conseguito dall'Impresa a seguito di dette deficienze.

Art 15 - Ordini della direzione lavori

Le opere e le prestazioni che non fossero esattamente determinate dal progetto e le eventuali varianti rispetto al progetto stesso, dovranno essere eseguite in esatta e puntuale conformità degli ordini di servizio dati di volta in volta emanati dalla direzione lavori.
Qualora risulti che le opere, i servizi e le forniture non siano effettuate a termine di contratto, di capitolato, progetto o programma, o secondo le regole dell'arte, la direzione lavori ordinerà all'Impresa di adottare a sua cura e spese i provvedimenti atti e necessari per eliminare le irregolarità, salvo e riservato il riconoscimento alla Stazione appaltante dei danni eventuali.
L'Impresa non potrà rifiutarsi di dare immediata esecuzione alle disposizioni ed agli ordini della direzione lavori, sia che riguardino la esecuzione dei lavori a regola d'arte, sia che riguardino il rifiuto o la sostituzione di materiali, salva la facoltà di fare le sue osservazioni.
Nessuna variante od aggiunta nell'esecuzione dei lavori delle forniture sarà ammessa o riconosciuta se non risulterà espressamente ordinata per iscritto dalla direzione lavori.

Art 16 - Personale dell'Appaltatore - Disciplina nei cantieri

L'Impresa dovrà provvedere alla condotta effettiva dei lavori con personale tecnico idoneo di provata capacità ed adeguato, numericamente e qualitativamente, alle necessità ed in relazione agli obblighi assunti con la presentazione del programma dettagliato di esecuzione dei lavori.
L'Impresa risponde della idoneità dei Dirigenti dei cantieri ed in genere di tutto il personale addetto ai medesimi, personale che dovrà essere di gradimento della direzione lavori, la quale ha il diritto di ottenere l'allontanamento dai cantieri stessi di qualunque addetto ai lavori che risulti non idoneo, non capace o non adeguato, senza rispondere delle conseguenze.

Il personale dovrà indossare indumenti ad alta visibilità così come prescritto dal C.d.S. (D.lgs. 285/92 e s.m.i.), dal Regolamento di attuazione (D.P.R. n. 495/92 e s.m.i.) e del D.M. 9 giugno 1995.

Art 17- Rappresentanza dell'Appaltatore durante l'esecuzione dei lavori

L'Impresa è tenuta ad avere un proprio rappresentante sul luogo del lavoro che può anche coincidere con il Direttore di cantiere, di provata esperienza, al quale verranno comunicati a tutti gli effetti, anche legali, gli ordini verbali o scritti.

Art 18 - Responsabilità dell'Appaltatore verso la Stazione appaltante e verso terzi

L'Impresa è responsabile, a tutti gli effetti, dell'esatto adempimento delle condizioni di contratto e della perfetta esecuzione e riuscita delle opere affidatele.
La presenza in luogo del personale della Direzione e sorveglianza e l'eventuale approvazione di opere o di disegni da parte della direzione lavori, non limitano o riducono tale piena incondizionata responsabilità.
L'Appaltatore sarà in ogni caso tenuto a rifondere i danni risentiti dalla Stazione appaltante, o da terzi, in dipendenza dell'esecuzione dei lavori ed a sollevare da ogni corrispondente richiesta la Stazione appaltante ed i dirigenti o dipendenti della stessa, nonostante l'obbligo dell'Impresa stessa di ottemperare agli ordini che la direzione lavori avrà emanato.
L'Appaltatore è parimenti tenuto a rispondere, nei termini su accennati, dell'opera e del comportamento di tutti i suoi dipendenti.

Art 19 - Elezioni di domicilio

Agli effetti tutti del contratto il domicilio dell'Appaltatore è quello indicato nel contratto stesso ed il domicilio della Stazione appaltante è presso la sede legale in Torino.

Art 20 - Fornitura di materiali all'Impresa da parte della Stazione appaltante

La Stazione appaltante si riserva la facoltà di fornire all'Impresa materiali da costruzione anche compresi nell'elenco prezzi (materiali a piè d'opera) da impiegarsi nei lavori oggetto dell'appalto.
Resta convenuto che in questi casi i prezzi lordi delle opere finite si otterranno con la detrazione di quelli di elenco dei materiali a piè d'opera.

Art 21 - Oneri ed obblighi generali a carico dell'Appaltatore – varianti

Sono a carico dell'Appaltatore e compresi nel prezzo offerto tutti gli oneri ed obblighi previsti nel presente articolo.
Sono ad esclusivo carico dell'Appaltatore e da ritenersi compresi nel corrispettivo d'appalto, assumendo l'Appaltatore con la sottoscrizione del contratto ogni conseguente alea, tutti i seguenti oneri, obblighi e spese ad integrazione e/o specificazione di quelli previsti nella restante documentazione contrattuale,

nonché ogni altro onere che, anche se non espressamente menzionato, risulti comunque necessario al perfetto compimento dell'oggetto del contratto:

- l'esecuzione dei lavori in presenza di traffico autostradale nonché in presenza di altre imprese operanti sui medesimi cantieri senza che ciò costituisca, da parte dell'Appaltatore, motivo di richiesta di ulteriori compensi, né che possa dare adito all'imposizione a ditte terze di oneri di accesso alle opere di competenza dell'Appaltatore in corso di costruzione o già ultimate;
- il mantenimento in efficienza della viabilità ordinaria (statale, provinciale, comunale e privata) e della viabilità autostradale attraverso il ripristino di ogni e qualsiasi danno derivante dal passaggio dei mezzi di cantiere ed ottemperando alle prescrizioni che fossero eventualmente impartite dall'ATIVA e dagli Enti proprietari o gestori cui compete la manutenzione ordinaria e straordinaria della relativa viabilità;
- l'onere della sistemazione ed il ripristino dei danni arrecati alle strade, tanto pubbliche quanto private, utilizzate dai mezzi di lavoro;
- la costruzione di ponti di servizio, passerelle, accessi, canali e comunque opere provvisionali occorrenti per mantenere il transito, anche con deviazione di strade pubbliche e private, e la continuità dei corsi d'acqua, complete di opere di protezione anche provvisorie;
- il ripristino dei luoghi, lo sgombero, a lavori ultimati, di ogni opera provvisoria, materiali residui, detriti, pulizia del piano viabile, la regolarizzazione dei terreni sottostanti i viadotti e di quant'altro relativo alle opere di cantierizzazione e di appalto;
- poiché le prestazioni di cui al presente contratto saranno eseguite prevalentemente in presenza di traffico sulla sede autostradale e sue pertinenze in esercizio, l'Appaltatore sarà tenuto ad osservare tutto quanto previsto dal Codice della Strada, dal suo regolamento di esecuzione ed attuazione, dalle circolari del Ministero dei Lavori Pubblici e dalle disposizioni emanate in materia dagli Organi competenti ed attenersi a quanto previsto in contratto e relativi allegati;
- l'Appaltatore e qualsiasi subcontraente sono inoltre tenuti al pagamento dei pedaggi per l'accesso dei mezzi di lavoro ai cantieri in autostrada.

L'Appaltatore sarà tenuto, su ordine dell'ATIVA o della Direzione Lavori, a fornire personale, mezzi ed attrezzature, allo scopo di fronteggiare condizioni di particolare necessità e, solo in caso di condizioni eccezionali di emergenza accertate come tali da provvedimenti della Pubblica Amministrazione, ne verrà compensata in forma di prestazioni a consuntivo, applicando i relativi prezzi di Elenco ad apposite liste all'uopo redatte, ai sensi dell'articolo 3 di contratto.

L'Appaltatore deve adempiere nei termini di legge tutti gli obblighi previsti e richiamati dal "Documento di disciplina ambientale" allegato al presente Progetto e dalla normativa in materia di tutela dell'ambiente ed in particolare dal D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e s.m.i. e dalla relativa normativa attuativa in relazione alle attività, ai mezzi, agli impianti e alle apparecchiature di produzione, raccolta, trasporto, stoccaggio, trattamento e riutilizzo del residuo, allo smaltimento del rifiuto prodotto dalla sua attività di Appaltatore di lavori, di servizi e di forniture nel rispetto di tutte le norme tecniche, prescrizioni e divieti vigenti in materia fra cui le disposizioni del D.M. 5 febbraio 1998 e s.m.i. e del D.M. 8 maggio 2003 n. 203 con particolare riguardo agli articoli 3 e 4 qualora ne ricorrano i presupposti.

Durante l'esecuzione dei lavori ed in cantiere potrà essere ordinata l'esecuzione di altre lavorazioni ad altre imprese rientranti nelle somme a disposizione di progetto. L'Appaltatore verrà prontamente informato e dovrà provvedere unitamente al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori a promuovere il coordinamento con dette imprese.

Sono inoltre ad esclusivo carico dell'Appaltatore e da ritenersi compresi nel corrispettivo d'appalto, tutti i seguenti oneri, obblighi e spese ad integrazione e/o specificazione di quelli previsti nella restante documentazione contrattuale, nonché ogni altro onere che, anche se non espressamente menzionato, risulti comunque necessario al perfetto compimento dell'oggetto dell'appalto:

Obblighi di carattere generale.

a) Attuare l'osservanza delle norme derivanti dalle leggi e dai decreti in vigore relativi alla prevenzione infortuni sul lavoro, all'igiene del lavoro, alle retribuzioni dei dipendenti, alla effettuazione e versamento delle ritenute fiscali sui redditi di lavoro dipendente, al versamento dei contributi previdenziali e dei contributi assicurativi obbligatori e quanto altro prescritto per la tutela dei lavoratori. L'Appaltatore dovrà in ogni momento, a semplice richiesta della Stazione appaltante, dimostrare di aver provveduto a quanto sopra.

b) Attuare integralmente nei confronti dei lavoratori dipendenti, occupati nei lavori costituenti oggetto del presente contratto – e se trattasi di cooperative, anche nei confronti dei soci – condizioni normative e economiche stabilite dai contratti collettivi di lavoro applicabili per il settore e per la zona in cui si svolgono i lavori, nonché rispettare le condizioni risultanti dalle successive modifiche ed integrazioni ed, in genere, da ogni altro contratto collettivo che venisse successivamente stipulato. L'Appaltatore è tenuta altresì a continuare ad applicare i suindicati contratti collettivi anche dopo la loro scadenza e fino alla loro sostituzione. I suddetti obblighi vincolano l'Impresa anche nel caso che la stessa non sia aderente alle associazioni sindacali o receda da esse.

c) Provvedere a che sia rigorosamente rispettata l'osservanza delle norme di cui ai punti precedenti **a)** e **b)** anche da parte degli eventuali subappaltatori, nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, nonché da parte degli eventuali lavoratori autonomi (per le norme ad essi applicabili) ferme restando le rispettive responsabilità civili e penali.

d) Adottare ogni cautela e provvedimento necessario per garantire l'incolumità degli operai, degli addetti ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati.

e) Provvedere al pagamento di tutte le spese di contratto (comprese copie e stampe) ed inerenti ai documenti tutti per la gestione del contratto, di imposte, tasse e tributi spettanti sia all'Erario che agli Enti locali.

f) Rimborsare alla Stazione appaltante, al 31 dicembre di ogni anno, le spese, relative alla documentazione fotografica e cinematografica delle opere in costruzione, fissate nella misura a corpo dell'1‰ (uno per mille) dell'importo netto dei lavori contabilizzati a tale data.

g) Denunciare immediatamente alla Stazione appaltante l'eventuale scoperta, nel corso dei lavori, di oggetti di interesse archeologico, storico, artistico o comunque soggetti alle leggi, intendendosi che la Stazione appaltante ha la figura di scopritore nei confronti dello Stato con i connessi obblighi e diritti.

   L'Impresa deve provvedere non solo alla conservazione di dette cose nelle condizioni e nel luogo di rinvenimento fino agli accertamenti della competente Autorità, ma anche al loro prelevamento, trasporto e custodia in adatti locali autorizzati ed ordinati da detta Autorità dietro rimborso.

   In caso che le Autorità competenti disponessero interruzioni temporanee dei lavori per gli accertamenti del caso, l'Impresa è obbligata a rispettare dette disposizioni.

Obblighi relativi alla richiesta di nulla osta e permessi per l'esecuzione dei lavori ed interferenze:

h) Ottenere, a proprie cure e spese, qualora non vi abbia provveduto la Stazione appaltante, i nulla osta relativi alla esecuzione delle opere interessanti strade statali, provinciali, comunali, strade ferrate, elettrodotti, acquedotti, canali, etc. dalle rispettive Amministrazioni o Direzioni.

Le spese per la costruzione delle eventuali varianti, provvisorie o definitive, saranno pagate all'Impresa secondo i prezzi di capitolato, detratto il ribasso d'asta, o dietro presentazione dei documenti di spesa rilasciati dall'Ente proprietario dell'impianto, restando comunque a carico dell'Appaltatore per intero la spesa della manutenzione e conservazione, fino al collaudo finale o presa in carico da parte dell'Ente proprietario dell'impianto, delle varianti costruite dall'Appaltatore stesso.

Gli spostamenti di linee elettriche a bassa tensione o di linee telefoniche verranno rimborsati all'Appaltatore nella stessa misura degli importi delle fatture degli Enti o Stazione appaltante proprietarie degli impianti che li avranno eseguiti, a condizione che il preventivo sia stato approvato dalla Stazione appaltante e dalla direzione lavori.

Saranno a totale carico dell'Impresa la costruzione delle strade di accesso ai cantieri e le spese di manutenzione delle strade comunali, poderali e private delle quali l'Impresa si dovesse servire per accedere ai cantieri ed ai lavori, così pure le spese per la conservazione dei fossi irrigatori, dei collegamenti pubblici o privati dell'acqua potabile, dell'energia elettrica, del gas e delle fognature. Se l'Impresa avrà provocato danni agli impianti esistenti (messa fuori servizio di linee, intasamenti di scarichi, rotture o lesioni di acquedotti, ecc.) o comunque a beni di terzi sarà tenuta a risarcire i danni. Qualora l'Impresa non provveda a liquidare i danni, la Stazione appaltante provvederà d'ufficio a liquidarli, comunicando l'importo della liquidazione all'Impresa, importo che sarà trattenuto sul primo successivo stato di avanzamento o certificato di pagamento.

In casi particolari la Stazione appaltante, su proposta della direzione lavori e informandone l'Appaltatore, potrà ottenere i nulla osta e procedere allo spostamento degli impianti senza con ciò sollevare in alcun modo l'Impresa dagli obblighi ed oneri richiamati nel presente Capitolato, soprattutto in riferimento ad eventuali intralci o ritardati spostamenti.

L'Impresa, inoltre, dietro ordine della direzione lavori, dovrà eseguire tutti quei lavori ritenuti necessari per l'adeguamento di impianti, anche se fuori della fascia di occupazione d'urgenza, alle condizioni degli altri lavori di cui al presente Capitolato.

Qualora l'Impresa provochi direttamente danni a terzi, o nel caso che le opere costruite causino detti danni, l'Impresa stessa dovrà provvedere a segnalare immediatamente il sinistro alla propria compagnia di assicurazione e dovrà inoltre fattivamente collaborare per una esatta definizione dei danni e delle cause.

È peraltro facoltà della Stazione appaltante, in quei casi di particolare urgenza o che comunque vengano a insindacabile giudizio della Stazione appaltante considerati tali, provvedere direttamente ad indennizzare il terzo danneggiato, trattenendo il relativo importo sul successivo pagamento all'Impresa. L'Impresa avrà poi diritto all'indennizzo accordato dalla Assicurazione.

i) Provvedere a tutte le pratiche e gli oneri per l'accesso e per l'occupazione temporanea o definitiva di aree pubbliche e private necessarie per l'impianto dei cantieri, accessi, pertinenze, per la loro illuminazione durante il lavoro notturno, per deviazioni provvisorie di strade ed acque, per cave di prestito, per discariche o deposito di materiali e per tutto quanto necessario alla esecuzione dei lavori; resta inteso che l'Appaltatore dovrà sempre consentire di accedere sui lavori e transitare sulla strada in costruzione e lungo quelle strade da essa mantenute a sue cure e spese, sia alla direzione lavori, sia a quelle ditte alle quali la stazione appaltante commissionasse lavori e forniture particolari, sia anche alle imprese aggiudicatarie di altri lotti; per questi oneri l'Appaltatore non potrà pretendere compensi anche se comportassero maggiori oneri organizzativi e manutentivi.

j) Provvedere allo svolgimento delle pratiche per conseguire i permessi di estrazione dalle cave di prestito o dai pubblici corsi d'acqua dei materiali occorrenti, nonché all'eventuale pagamento dei canoni dovuti per le concessioni relative.

k) Provvedere a tutte le maggiori soggezioni derivanti da esecuzione di opere a cavallo od in prossimità di ferrovie, autostrade, strade ordinarie, fiumi o canali, elettrodotti, ecc. al fine di garantire la continuità del servizio interferito, sollevando la Stazione appaltante da ogni onere che potesse derivarle dai disservizi, discontinuità, ecc.

l) Resta convenuto che in tutti i lavori previsti dal presente capitolato s'intende completamente a carico dell'Impresa l'onere di accertare preventivamente la presenza di opere ed impianti interferenti quali condutture elettriche, aeree e sotterranee, del gas, dell'acqua potabile, metanodotti e residuati di guerra.

Obblighi relativi alla cantierizzazione ed alla manodopera

m) Procedere, in particolare - prima dell'inizio dei lavori e durante lo svolgimento di essi, a mezzo di ditta specializzata, ed all'uopo autorizzata dalle competenti Autorità - alla bonifica, sia superficiale che profonda, dell'intera zona comunque interessata dai lavori ad essa affidati, per rintracciare e rimuovere ordigni bellici ed esplosivi di qualsiasi specie, in modo che sia assicurata l'incolumità di tutte le persone addette ai lavori, alla loro sorveglianza, alla direzione e non siano arrecati danni a chicchessia; attenersi inoltre scrupolosamente alle disposizioni vigenti ed alle prescrizioni che potranno essere impartite dalle Autorità di P.S. e dai VV.FF. per la custodia e l'uso dei materiali esplosivi od infiammabili. Pertanto l'Impresa di qualsiasi incidente che potesse verificarsi, dovrà tenere sollevate ed indenni in tutti i casi la Stazione appaltante e la direzione lavori.

n) costruire ponti di servizio, passerelle, accessi, canali e comunque opere provvisionali occorrenti per mantenere il transito, anche con deviazione di strade pubbliche e private, e la continuità dei corsi d'acqua, complete di opere di protezione anche provvisorie;

o) Fornire le prestazioni dei canneggiattori, degli attrezzi e degli strumenti ed in generale di tutto il personale tecnico e mezzi d'opera necessari per rilievi, tracciamenti e misurazioni relativi sia alle operazioni di consegna sia ai rilievi necessari per la contabilizzazione dei lavori, sia per la collaudazione degli stessi.

p) Effettuare i tracciamenti necessari per la reciproca determinazione ed esecuzione delle opere e la conservazione dei riferimenti relativi alla contabilità sino al collaudo, nonché provvedere alla conservazione, fino al collaudo, dei capisaldi planimetrici e altimetrici ricevuti in consegna, provvedendo preventivamente al loro spostamento controllato ed esattamente riferito nel caso in cui essi ricadano nelle aree occupate dal corpo stradale o da opere d'arte.

q) Mettere a disposizione nei cantieri, per il personale di direzione lavori ed assistenza, adeguati locali ad uso ufficio, arredati, muniti di telefono, illuminati e riscaldati a seconda delle richieste della direzione lavori o rimborsare le relative spese alla Stazione appaltante nel caso che questa, di comune accordo con l'Impresa, vi provveda direttamente.

r) Rimborsare le spese tutte alla Stazione appaltante per lo studio della granulometria e della composizione delle miscele, per il prelevamento dei campioni, per le prove tutte dei materiali e delle opere presso istituti e laboratori ufficiali nel numero ritenuto congruo dalla direzione lavori, nonché per le verifiche sulla corretta installazione delle barriere acustiche previste nella parte seconda del presente Capitolato.

Gli studi e le prove di cui sopra saranno ordinati e pagati dalla Stazione appaltante, e i relativi oneri, saranno trattenuti sui certificati di pagamento successivamente emessi.

Qualora non abbia provveduto la Stazione appaltante all'affidamento del servizio di laboratorio, l'Impresa dovrà sostenere direttamente le spese per lo studio della granulometria e della composizione delle miscele, per il prelevamento dei campioni, per le prove tutte dei materiali e delle opere da esperirsi presso gli Istituti e Laboratori ufficiali che verranno indicati dalla direzione lavori secondo quanto prescritto nel presente capitolato.

A discrezione della direzione lavori la Stazione appaltante potrà anche ordinare l'installazione di idonei laboratori di cantiere, dotato delle attrezzature, arredamenti e personale necessari per il suo funzionamento, al fine di effettuare le prove in sito relative alle terre ed ai conglomerati cementizi e bituminosi per tutto il tempo ritenuto necessario dalla direzione lavori.

s) Effettuare la custodia diurna e notturna del cantiere, dei lavori eseguiti, delle forniture e dei mezzi di opera.

t) Applicare segnalazioni regolamentari diurne o notturne mediante appositi cartelli e fanali e, se occorra, predisporre la guardiania nei tratti stradali ed autostradali interessati dai lavori di costruzione o da quelli occorrenti per eventuali manutenzioni, riparazioni e deviazioni provvisorie.

Particolare cura dovrà essere posta nella segnaletica di deviazione del traffico ai sensi del C.d.S. e del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 10 luglio 2002 prevedendo anche l'utilizzo del personale per segnalazioni atte a favorire il deflusso del traffico rallentato.

u) Presentare alla direzione lavori o altro rappresentante o delegato del Stazione appaltante tutte le notizie relative all'impiego di mano d'opera.

v) Assicurare buona accessibilità a tutti indistintamente i fronti di lavoro in modo da consentire sopralluoghi e visite in qualsiasi momento, nonché mantenere il cantiere ordinato e di agevole transitabilità anche per le necessità di altri lavori di completamento.

w) Accettare, a richiesta della direzione lavori, la installazione di apparecchiature per il controllo strutturale delle opere, a partire dalla fase di preparazione dei getti in conformità di istruzioni particolareggiate che verranno fornite a tempo debito dalla direzione lavori. Le forniture degli strumenti, l'installazione per mezzo di tecnici specializzati e le relative assistenze saranno a carico della Stazione appaltante, mentre sarà obbligo ed onere dell'Impresa la collaborazione, la mano d'opera e la conservazione dell'installazione e delle relative strumentazioni durante l'esecuzione dell'opera fino alla definitiva consegna del manufatto.

È vietato, salvo autorizzazione scritta dalla direzione lavori, d'effettuare o d'autorizzare a terzi la pubblicazione di notizie, disegni o fotografie delle opere oggetto dell'appalto, nonché di far visitare i lavori a persone estranee.

x) Esporre, all'esterno del cantiere, l'apposito cartello informativo recante le informazioni richieste per legge ed in particolare gli estremi identificativi e le relative categorie con l'importo nelle quali l'Impresa appaltatrice e i subappaltatori sono qualificati o certificati.

y) Qualora prevista la stesa di segnaletica orizzontale provvisoria di cantiere, la stessa dovrà essere realizzata con strisce gialle in laminato elastoplastico adesivo e rimovibile. Le strisce dovranno possedere caratteristiche tali da permanere per l'intera durata dei lavori, in caso contrario sarà onere dell'Appaltatore rinnovare la segnaletica eventualmente non più funzionale, senza diritto a compenso alcuno.

Obblighi inerenti la viabilità

z) Eseguire i lavori in presenza di traffico autostradale nonché in presenza di altre imprese operanti sui medesimi cantieri senza che ciò costituisca, da parte dell'Appaltatore, motivo di richiesta di ulteriori

compensi, né che possa dare adito all'imposizione a ditte terze di oneri di accesso alle opere di competenza dell'Appaltatore in corso di costruzione o già ultimate;

aa) mantenere in efficienza la viabilità ordinaria (statale, provinciale, comunale e privata) e la viabilità autostradale attraverso il ripristino di ogni e qualsiasi danno derivante dal passaggio dei mezzi di cantiere ed ottemperando alle prescrizioni che fossero eventualmente impartite dall'ATIVA e dagli Enti proprietari o gestori cui compete la manutenzione ordinaria e straordinaria della relativa viabilità;

bb) sistemare e ripristinare i danni arrecati dai mezzi di lavoro alle strade e/o ad altre aree, tanto pubbliche quanto private;

cc) osservare, poiché le prestazioni di cui al presente contratto saranno eseguite prevalentemente in presenza di traffico sulla sede autostradale e sue pertinenze in esercizio, tutto quanto previsto dal Codice della Strada, dal suo regolamento di esecuzione ed attuazione, dalle circolari del MIITT e dalle disposizioni emanate in materia dagli Organi competenti;

dd) pagamento dei pedaggi per l'accesso dei mezzi di lavoro ai cantieri in autostrada;

ee) fornire, su ordine della Stazione appaltante o della Direzione Lavori, personale, mezzi ed attrezzature, allo scopo di fronteggiare condizioni di particolare necessità e, solo in caso di condizioni eccezionali di emergenza accertate come tali da provvedimenti della Pubblica Amministrazione, ne verrà compensata in forma di prestazioni a consuntivo, applicando i relativi prezzi di Elenco ad apposite liste all'uopo redatte;

Obblighi di manutenzione.

ff) Prendere conoscenza dei progetti esecutivi delle opere d'arte redatti dalla Stazione appaltante e che le saranno consegnati dopo l'aggiudicazione dei lavori, controllarne i calcoli statici, concordando sui risultati finali e riconoscere quindi i progetti perfettamente idonei assumendo piena ed intera responsabilità tanto del progetto come della esecuzione delle opere.

Lo sviluppo dei metodi esecutivi resta a carico dell'Impresa e dovrà essere approvato dalla direzione lavori. L'Impresa dovrà provvedere, a sua completa cura e spese, allo sviluppo dei particolari costruttivi delle opere d'arte, qualora ciò sia richiesto dalla Stazione appaltante e secondo le prescrizioni che in tal caso le saranno date dalla stessa; dovrà altresì provvedere, per le opere tipo, allo studio per l'adattamento al terreno, sempre a sua completa cura e spese.

Per le opere d'arte l'Impresa è tenuta a redigere e sviluppare a sua cura e spese l'eventuale integrazione dei progetti ed eventuali relativi calcoli statici, attenendosi, per il calcolo alle norme ed alle leggi vigenti e svilupparne i dettagli particolari costruttivi ed i metodi esecutivi.

Tutti i suddetti elaborati dovranno essere presentati in originale alla direzione lavori per l'esame e l'approvazione, prima di dar corso alle opere.

In ogni caso è sempre a carico dell'Impresa l'esecuzione e l'onere per eventuali ulteriori saggi, sondaggi e prove penetrometriche per la determinazione della portanza dei terreni di fondazione delle opere d'arte, anche nel caso in cui la Stazione appaltante vi abbia già provveduto.

gg) Provvedere ai sensi dell'art. 38 co. 8 del D.P.R. 207/2010, ultrattivamente in vigore ai sensi dell'art. 216 comma 7 D.lgs. 50/2016, in corso d'opera in relazione alle scelte effettuate in sede di realizzazione dei lavori e delle eventuali varianti approvate dal direttore dei lavori a fornire idoneo aggiornamento del Piano di Manutenzione (2 copie + cD). Detto aggiornamento del Piano verrà approvato e/o modificato dal Direttore dei Lavori e trasmesso dal medesimo alla Stazione appaltante.

hh) Provvedere alla manutenzione delle opere sino allo scadere dei periodi di manutenzione, anche in soggezione di traffico.

ii) Sostenere le spese per le operazioni di collaudo e per le operazioni di prova, statica e dinamica, solo escluso l'onorario per i Collaudatori. Inoltre è a carico dell'Impresa la spesa del computo delle aree, dei volumi, ecc., con metodi meccanografici o con calcolatori elettronici se la direzione lavori riterrà di potere ricorrere vantaggiosamente a tali metodi di calcolo.

jj) Provvedere allo sgombero tempestivo di ogni opera provvisoria, materiali residui, detriti, etc.

kk) il ripristinare i luoghi, sgomberare a lavori ultimati, ogni opera provvisoria, materiali residui, detriti, pulizia del piano viabile, la regolarizzazione dei terreni sottostanti i viadotti e di quant'altro relativo alle opere di cantierizzazione e di appalto.

Obblighi ulteriori

ll) Prima dell'avvio dei relativi lavori, ciascuna fornitura dovrà essere preventivamente presentata alla direzione lavori per il relativo benestare. In particolare l'Appaltatore, tra l'altro, dovrà presentare alla direzione lavori la seguente documentazione relativa alle seguenti forniture qualora previste:

- Per la fornitura dei calcestruzzi: Certificati di controllo del processo (FPC) del produttore e Dossier di prequalifica;
- Per la fornitura dei ferri di armatura: Documento di trasporto del Centro di Trasformazione con estremi dell'Attestazione Deposito Dichiarazione attività al STC dei LLPP, Copia dell'Attestato di Qualificazione dell'acciaio (uno per ogni acciaieria se sono più di una) su cui è indicato il numero di Documento di trasporto del Centro di trasformazione, Attestazione del direttore Tecnico del centro di trasformazione con marchio del CdT , sulle prove di controllo interno eseguite, sulle date di lavorazione e sui fornitori dell'acciaio.
- Per gli impianti e le forniture elettriche: Campionatura preliminare degli apparati con scheda tecnica: Armatura stradale: Certificazione di conformità europea ENEC in base alla EN 60598 CEI 34-21. Cablaggio: Dichiarazione di corretta posa.
- Per la fornitura dei pali di illuminazione: Scheda tecnica del produttore, Marcatura CE secondo la Norma UNI EN 40, Dichiarazione di prestazione DOP. Elementi in acciaio di fissaggio dei pali di illuminazione: Marcatura CE secondo la Norma UNI EN 1090-1, Dichiarazione di prestazione DOP.
- Per la fornitura dei conglomerati bituminosi, aggregati, Terre: Prequalifica - Cava di provenienza del materiale da rilevato; Marcatura CE (UNI EN 13242 "Aggregati per sottofondi e rilevati") e Dichiarazione di prestazione DOP per il misto stabilizzato; Marcatura CE (UNI EN 13108) e Dichiarazione di prestazione DOP per Base, Binder e Usura.
- Per la realizzazione de micropali: Relazione tecnico-descrittiva delle modalità operative di esecuzione dei micropali (con specificazione della tipologia di iniezione prevista, del rivestimento per stabilizzazione foro, della sonda perforatrice, della macchina impastatrice utilizzate, ecc.), Scheda tecnica del betoncino (eventualmente premiscelato) che si intende utilizzare, Attestato di Denuncia dell'attività di centro di trasformazione (NTC 11.3.1.7) presso STC LLPP (taglio e filettatura pali), Tracciabilità acciaio dei pali attraverso Documento di trasporto, Certificati di ispezione acciaieria (livello certific. 3.1 "controllo specifico" secondo EN 10204:2004) e Marcatura CE dell'acciaio UNI EN 10210 e Dichiarazione di prestazione DOP.
- **Per le barriere di sicurezza** In sede di *preventiva autorizzazione* da parte della DL alla fornitura dei dispositivi di sicurezza, dovranno essere trasmessi, *per ogni tipo e classe di barriera*, i rapporti delle prove di crash eseguiti da centro autorizzato, con indicazione dettagliata in

merito alla larghezza operativa (W), alla posizione laterale estrema del veicolo (o intrusione del veicolo VI), alla deflessione dinamica, alla lunghezza minima di funzionamento, al livello di severità d'urto, all'indice A.S.I., alla configurazione dei tratti terminali e a qualsiasi prescrizione la cui inosservanza infici la validità del crash (e, per le barriere bordo ponte, ai fini di una idonea realizzazione del cordolo di supporto, anche la resistenza caratteristica Rck del cls, il diametro, la lunghezza e la disposizione geometrica dei tasselli di ancoraggio)*;* inoltre devono essere consegnati dall'impresa *specifici disegni esecutivi, redatti e debitamente firmati dal produttore, relativi ai collegamenti mediante elementi di raccordo o transizione tra i diversi tipi di protezione fornita e tra questi e le barriere eventualmente preesistenti.*I disegni esecutivi, univocamente individuati con un codice, dovranno contenere indicazione dettagliata in merito a dimensione e geometria dei pezzi, tipo di acciaio e qualità dei materiali utilizzati, zincatura, peso.

mm) provvedere al rispetto delle norme previste dal DGR Piemonte n. 27/2012 ed in particolare provvedere all'adempimento di tutte le prescrizioni e/o autorizzazioni in deroga previste a carico dell'esecutore di lavori per la gestione del rumore in cantiere tenuto conto dei macchinari utilizzati in cantiere, della fascia oraria e dei tempi di esecuzione; a tal proposito si precisa che i macchinari dovranno in ogni caso possedere certificato di conformità CE in materia di emissioni rumorose;

nn) Adempiere, nei termini di legge, a tutti gli obblighi previsti dalla normativa vigente in materia di utilizzo dei residui e smaltimento dei rifiuti ed in particolare dal D.lgs. 5 febbraio 1997 n. 22 e s.m.i., dal D.M. 5 febbraio 1998 e da eventuali provvedimenti normativi successivi in relazione alle attività, ai mezzi, agli impianti e alle apparecchiature di produzione, alla raccolta, al trasporto, al deposito, alla vendita o al riutilizzo del residuo, allo smaltimento del rifiuto prodotto dalla sua attività di appaltatore dei lavori, di servizi e di forniture.

In particolare l'Impresa dovrà effettuare le comunicazioni previste su detta normativa (M.U.D.) per il trasporto, predisporre il relativo documento di accompagnamento del bene e/o il formulario per il residuo o il rifiuto.

Al momento delle attività di produzione (demolizione, fresatura, sostituzione dell'impianto, pulizia, ecc.) l'Impresa acquisisce a tutti gli effetti la proprietà e la detenzione del materiale di risulta.

oo) adempiere nei termini di legge tutti gli obblighi previsti e richiamati dalla normativa in materia di tutela dell'ambiente ed in particolare dal D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e s.m.i. e dalla relativa normativa attuativa nonché in relazione agli adempimenti previsti dalla procedura interna POP SGA 005 allegata al progetto in relazione alle attività previste per l'appalto, ai mezzi, agli impianti e alle apparecchiature di produzione, raccolta, trasporto, stoccaggio, trattamento e riutilizzo del residuo, allo smaltimento del rifiuto prodotto dalla sua attività di Appaltatore di lavori, di servizi e di forniture nel rispetto di tutte le norme tecniche, prescrizioni e divieti vigenti in materia fra cui le disposizioni del D.M. 5 febbraio 1998 e s.m.i. e del D.M. 8 maggio 2003 n. 203 con particolare riguardo agli articoli 3 e 4 qualora ne ricorrano i presupposti.

pp) L'obbligo ad attuare il DM 203/2003 utilizzando almeno il 30% di materiali riciclati, manufatti e beni in materiale riciclato a condizione che si siano verificate la disponibilità e la congruità del prezzo degli stessi. E' pertanto cura ed onere dell'appaltatore verificare ed individuare nell'ambito delle prescrizioni progettuali quei materiali, manufatti e beni in materiale riciclato che rientrano nel Repertorio del riciclaggio (RR) ai sensi dell'art. 4 del DM 203/2003 e per i quali, a fronte del presente contratto, l'appaltatore assume l'obbligo di utilizzo nella quantità minima del 30% per ciascuna categoria di prodotto. L'impiego di detto materiale deve essere da parte dell'appaltatore

debitamente documentato e certificato sottoponendo preventivamente al D. L. la lista dei materiali, manufatti e beni in materiale riciclato che intende impiegare e successivamente fornire l'evidenza documentale quantitativa del materiale utilizzato. Qualora l'appaltatore non ravvisi che sussistano le richieste condizioni di disponibilità e congruità del prezzo (art. 3 comma 4) dovrà darne immediata informativa al D.L. fornendo la documentazione di supporto. Il D.L. dovrà dare deroga scritta all'appaltatore in merito all'impiego del materiale, manufatto e bene. L'autorizzazione del D.L. non solleva in alcun modo l'appaltatore dalle proprie responsabilità in merito alla corretta applicazione del DM 203/2003.

Di tutti gli oneri precisati nel presente articolo, a carico dell'Appaltatore, lo stesso deve tenere conto nello stabilire l'entità del ribasso.

Art 22 - Misure di sicurezza e provvedimenti di viabilità conseguenti ai lavori

I lavori dovranno di norma essere eseguiti nelle ore diurne dei giorni feriali. La direzione lavori potrà chiedere, per esigenze connesse alla fluidità e/o alla sicurezza del traffico, di eseguire i lavori anche nelle giornate di sabato, festive o nelle ore notturne, con le maggiorazioni eventualmente previste nell'Elenco Prezzi di Contratto, e sarà fatto obbligo all'Impresa di adempiervi ottenendo le eventuali prescritte autorizzazioni.

Inoltre l'Appaltatore sarà tenuto ad ottemperare a tutte le altre eventuali prescrizioni, a salvaguardia del traffico, che l'ATIVA o la direzione lavori ritenessero di impartire, anche ad integrazione delle suddette norme, restando comunque inteso che l'Appaltatore sarà responsabile della sicurezza del traffico sia nei confronti di terzi che dell'ATIVA e pertanto risponderà di ogni e qualsiasi danno che possa derivarne mantenendo indenne l'ATIVA medesima.

L'ATIVA, inoltre, in funzione delle esigenze della viabilità e della sicurezza del traffico, valutate a suo insindacabile giudizio, come nel caso di traffico intenso nelle festività o nelle ore di punta o in corrispondenza di esodi estivi, oppure in caso di incidenti o di avverse condizioni metereologiche, si riserva la facoltà di sospendere in tutto o in parte i lavori e di far rimuovere i relativi cantieri, potendo disporre per garantire il servizio di manutenzione invernale, anche la sospensione totale dei lavori con rimozione dei relativi cantieri per tutto il periodo invernale, compreso fra il 1° novembre ed il 31 marzo di ogni anno, senza che per dette sospensioni l'appaltatore possa rivendicare variazioni dei prezzi contrattuali o accampare pretese di indennizzi vari e/o di maggiori compensi.

Nessuna attività di lavoro potrà essere svolta in caso di nebbia e di precipitazioni nevose o di condizioni di visibilità tali da non rendere sufficienti garanzie di sicurezza ovvero in tutte le condizioni che possono limitare a meno di 100 metri la visibilità. Qualora tali condizioni negative sopravvengano successivamente all'inizio dei lavori questi dovranno essere immediatamente sospesi con conseguente rimozione del cantiere e della segnaletica ove possibile.

E' fatto obbligo all'Appaltatore di prendere contatto con la Direzione Lavori al fine di ricevere le prescrizioni e le autorizzazioni necessarie alle manovre per i propri dipendenti e per ciascuna delle imprese esecutrici che accedano al cantiere di lavoro. A tal fine, prima dell'accesso nelle pertinenze autostradali l'Appaltatore e suo tramite tutti gli esecutori, dovranno richiedere, con un preavviso di almeno 10 giorni lavorativi, alla Direzione Lavori le autorizzazioni e permessi in ambito autostradale ai sensi degli artt. 21 e/o 176 del Codice della Strada avvalendosi a tale scopo dell'apposito modello che potrà essere richiesto ad ATIVA.

Per tutte le attività che si svolgono in presenza di traffico, è inoltre richiesta ai fini del rilascio dell'idoneità tecnico professionale da parte del responsabile dei lavori, l'informazione e la formazione sui rischi presenti

in ambito autostradale.
Il personale dovrà indossare indumenti ad alta visibilità così come prescritto dal Codice della Strada, (D.Lgs. 285/92 e s.m.i.), dal Regolamento di attuazione (D.P.R. 495/92 e s.m.i.) e dal D.M. 9 giugno 1995.
Particolare cura dovrà essere posta nella segnaletica di deviazione del traffico, ai sensi del Codice della Strada e dal D.M. 10 luglio 2002, prevedendo anche l'utilizzo del personale per segnalazioni atte a favorire il deflusso del traffico rallentato.
L'Appaltatore, senza alcun compenso speciale, salvo quanto espressamente previsto nel compenso per gli oneri relativi alla sicurezza, dovrà inoltre applicare le segnalazioni regolamentari diurne e notturne mediante appositi segnali e cartelli e predisporre la guardiania nei tratti autostradali interessati dai lavori secondo quanto stabilito nel presente capitolato e nel Piano di Sicurezza e Coordinamento e secondo le disposizioni della direzione lavori.
L'Appaltatore dovrà provvedere, senza alcun compenso speciale, salvo quanto espressamente previsto nel compenso per gli oneri relativi alla sicurezza e salvo la non applicazione del ribasso all'importo evidenziato degli oneri di sicurezza direttamente considerati nella stima dei lavori a tutte le opere di difesa, con sbarramenti o segnalazioni in corrispondenza dei lavori o di guasti in sede stradale, da attuarsi con guardianie, cavalletti, fanali, nonché con segnali prescritti, ecc. Dovrà pure provvedere ai ripari dei bordi delle cave, degli scavi, ecc. ed alle sbadacchiature ed alle armature, anche a cassa chiusa, a telaio, ecc., alle armature degli scavi non esclusi quelli in galleria ed in genere a tutte le opere provvisionali necessarie alla sicurezza degli addetti ai lavori ed ai terzi, nell'osservanza di ogni relativa disposizione di regolamento e di leggi, di ogni migliore norma tecnica ed impedire l'accesso di terzi alle zone di lavoro.
L'Impresa dovrà altresì curare la costruzione di opere provvisorie di protezione per il transito sui ponti, viadotti, sottopassi e sovrappassi, muri di sostegno, rilevati alti, rampe di accesso, scarpate in corrispondenza dei canali e di corsi d'acqua, nelle eventuali more delle applicazioni dei parapetti definitivi.
Tali provvedimenti devono essere presi sempre a cura ed iniziativa dell'Appaltatore ritenendosi impliciti negli ordini di esecuzione dei singoli lavori.
Quando le opere di difesa fossero tali da turbare il regolare svolgimento della viabilità, prima di iniziare i lavori stessi dovranno essere presi gli opportuni accordi in merito con la direzione lavori. Nei casi d'urgenza, però, l'Appaltatore ha espresso obbligo di prendere ogni misura, anche di carattere eccezionale, per salvaguardare la sicurezza pubblica e delle persone addette ai lavori, avvertendo immediatamente di ciò la direzione lavori.
L'Appaltatore non avrà mai diritto a compensi addizionali ai prezzi di contratto, qualunque siano le condizioni effettive nelle quali debbono eseguirsi i lavori, né potrà far valere titolo di compenso od indennizzo per non concessa chiusura di una strada o tratto di strada al passaggio dei veicoli, restando riservata alla direzione lavori la facoltà di apprezzamento sulla necessità di chiusura. Saranno a totale carico dell'Impresa tutti gli oneri conseguenti alle limitazioni di transito e tutti i gravami od oneri per manutenzione ordinaria che, in dipendenza dall'esecuzione dei lavori, venissero imposti o richiesti da Province, Comuni ed altri Enti per le strade di loro pertinenza, ferrovie e privati inclusi.
Sono altresì a carico dell'Appaltatore tutte le maggiori soggezioni derivanti da esecuzione di opere a cavallo di ferrovie, autostrade, strade ordinarie, fiumi o canali, elettrodotti, ecc., al fine di garantire la continuità del servizio assicurato alleviando la Stazione appaltante da ogni onere che potesse derivarle per disservizi, discontinuità, ecc.

Art. 23 - Elenco prezzi

I prezzi unitari in base ai quali, sotto deduzione del pattuito ribasso, saranno liquidati i lavori appaltati a misura e le somministrazioni, risultano dall'Elenco allegato.

I prezzi dell'Elenco sono, in ogni caso, comprensivi delle seguenti prestazioni:

a) per i materiali: ogni spesa, nessuna eccettuata, per impianto, funzionamento e rimozione del cantiere, per forniture, certificazione attestante la qualità, prove e controlli, trasporto, cali, perdite, sprechi, imposte, spese generali ed utile, ecc., ed ogni prestazione occorrente per consegnarli pronti all'impiego, a piè d'opera, in qualsiasi punto del lavoro;

b) per gli operai: il reperimento anche da altre regioni, per eventuale carenza di mano d'opera locale, l'assunzione e le retribuzioni ordinarie e straordinarie e l'eventuale trasporto sui luoghi di lavoro della mano d'opera occorrente, ogni spesa per fornire le maestranze di utensili ed attrezzi, spese accessorie di ogni specie, trasporti, baracche per alloggi, dormitori, mense, ecc. nonché la spesa per l'illuminazione dei cantieri quando questa si renda necessaria. Tutte le spese inerenti la sicurezza ai sensi del D.lgs. 81/2008 ad eccezione di quanto eventualmente riportato nel computo metrico estimativo del Piano di Sicurezza e coordinamento per opere e maggiori oneri specifici e conseguenti al Piano di Sicurezza e coordinamento redatto dal Stazione appaltante;

c) per i noli: ogni spesa per dare macchinari e mezzi d'opera a piè di lavoro pronti all'uso, con gli accessori e quanto occorre per la loro manutenzione ed il regolare funzionamento (lubrificanti, combustibili, carburante, energia elettrica, pezzi di ricambio, ecc.), nonché l'opera dei meccanici, dei conducenti e degli eventuali aiuti per il funzionamento, comprese le spese di assistenza, direzione, spese generali ed utile dell'Impresa; per l'applicazione dei prezzi di noleggio dei macchinari si intende che il noleggio ha inizio dal momento in cui i macchinari si trovano installati e pronti all'azione, e dura per tutto il tempo in cui restano in funzione; dal computo della durata del noleggio è escluso il tempo occorrente per lo smontaggio e l'allontanamento dal cantiere;

d) per i lavori a corpo : tutte le spese per mezzi d'opera e per assicurazioni di ogni genere, tutte le forniture occorrenti, la lavorazione di materiali e loro impiego secondo le specificazioni contenute nel presente Capitolato, le spese generali e le indennità di passaggio attraverso proprietà private o di occupazione di suolo pubblico o privato.

   Sono inoltre comprese le spese per opere provvisionali, nessuna esclusa, carichi, trasporti, scarichi e quanto occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte salvo quanto espressamente riportato nei progetti o compensi a corpo. I prezzi a corpo sono fissi e invariabili qualunque sia la quantità delle opere e lavorazioni

   Per i lavori a misura che dovessero richiedere prestazioni straordinarie notturne o festive di personale, non verrà corrisposto, dalla Stazione appaltante, alcun compenso o maggiorazione, restando ogni conseguente onere a carico dell'Impresa, salvo che le stesse prestazioni straordinarie siano state espressamente ordinate dalla direzione lavori.

Si dichiara che di tutti gli oneri ed obblighi, specificati nel presente articolo e negli altri articoli del Capitolato, si è tenuto conto nello stabilire i prezzi unitari e la misura del compenso a corpo. I prezzi dell'Elenco, diminuiti del ribasso contrattuale, s'intendono quindi accettati dall'Impresa in base a calcoli di sua convenienza.

I materiali di risulta eventualmente utilizzabili potranno essere ceduti all'Impresa, addebitandoglieli a norma di legge. Qualora, però, di essi non esistesse la voce di reimpiego ed il relativo prezzo, questo verrà desunto dai prezzi di elenco per fornitura di materiali a piè d'opera, diviso per il coefficiente 1,10 e decurtato dal ribasso d'asta.

I materiali di risulta da trasportare a discarica autorizzata per lo smaltimento saranno rilevati, (MUD), trasportati e conferiti a totale cura e spesa dell'Impresa.
I prezzi di cui all'elenco sopracitato, al netto del ribasso d'asta, ed il termine generale di ultimazione, nonché i termini parziali stabiliti nel programma dei lavori, s'intendono accettati dall'Impresa, tenuto conto anche delle eventuali soggezioni che all'esecuzione dei lavori potessero conseguire dalla coesistenza di altri cantieri e dalla contemporanea esecuzione nello stesso ambito di opere affidate ad altre Ditte.
L'Impresa dichiara pertanto di non aver ragione di pretendere sovrapprezzi od indennità speciali di alcun genere e si obbliga anzi formalmente a svolgere i lavori con quella successione che potesse venir prescritta dalla Stazione appaltante dell'intento di ottenere che tutte le opere, oggetto del presente e di altri appalti, possano svolgersi con continuità.

Art 24 - Lavori non previsti nell'Elenco Prezzi – Interferenze

Le Parti concordano che per l'esecuzione dei lavori non previsti o per i quali non si abbiano corrispondenti prezzi nell'Elenco, si procederà alla determinazione di nuovi prezzi con le norme del D.P.R. 207/2010 e s.m.i., oppure alla loro esecuzione in economia, ad insindacabile giudizio della Stazione appaltante, la quale potrà anche richiedere all'Impresa anticipazioni.
Gli oneri e le pratiche relative alle opere ed impianti interferenti sono a carico della Stazione appaltante.
Resta tuttavia a carico dell'impresa l'onere di accertare preventivamente la presenza di opere e impianti interferenti e di comunicare alla stazione appaltante con congruo anticipo il cronoprogramma delle rimozioni e/o adeguamenti di dette opere e impianti compatibile con il programma dei lavori approvato dalla D.L.
Ove gli enti titolari degli impianti ed opere interferenti non riescano nei tempi segnalati dall'impresa ad effettuare rimozioni e/o gli adeguamenti necessari, l'Appaltatore dovrà rimodulare il proprio programma esecutivo ferma restando l'ultimazione dei lavori senza avanzare richiesta di danni o di proroga dei tempi contrattuali.
Nel caso che il ritardo nella rimozione e/o adeguamento di uno o più impianti non consentano la rimodulazione del programma esecutivo dei lavori senza ritardo nella ultimazione dei lavori, il Direttore Lavori provvederà ad una sospensione parziale dei lavori impediti dall'opera o impianto interferenti e concederà una proroga dall'ultimazione lavori per il tempo necessario ad eseguire i lavori impediti.
L'Appaltatore ha l'obbligo di condurre i lavori senza creare il minimo intralcio alla continuità e sicurezza del traffico svolgentesi lungo le strade esistenti ed interessate dai lavori, le spese inerenti all'illuminazione notturna, segnaletica e guardiania diurna e notturna, per tutta la durata dei lavori, la manutenzione delle opere fino al termine del periodo di manutenzione compresi altresì gli oneri generali per la costruzione di manufatti su linee ferroviarie, sia statali sia secondarie in concessione, in ottemperanza alle disposizioni sancite nelle speciali convenzioni tra le Amministrazioni ferroviarie e il Stazione appaltante.
In particolare, per quanto riguarda tali opere, l'Appaltatore è obbligata ad eseguire i lavori secondo le prescrizioni impartite dalle Amministrazioni ferroviarie e nei termini da queste stabilite.
Nel caso di inadempienze e di ritardi nella esecuzione delle opere suddette, all'Appaltatore saranno addebitati, trattenendoli sul conto finale, i maggiori oneri sofferti dalla Stazione appaltante.
Resta inoltre convenuto che sono a carico dell'Appaltatore anche i seguenti oneri compensati nei prezzi di elenco: la risistemazione degli argini, il taglio ed il trasporto di alberi e di cespugli, l'estirpazione ed il trasporto delle ceppaie, la sistemazione e la regolarizzazione degli alvei, delle cave, ecc., la costruzione e la successiva rimozione di savanelle, di ture, di difese degli scavi, di fondazione in acqua, i riempimenti di scavi

praticati nel corso dei lavori, la bonifica del terreno dove si svolgono i lavori da palancole, palificati, ruderi, residuati di guerra, la formazione e la rimozione di eventuali rinterri od isolotti provvisori creati per speciali necessità costruttive anche di fondazione.

Art 25 – Modalità di risoluzione del contratto

Ad integrazione della disciplina prevista dagli artt. 108 del D.Lgs. 50/2016 si precisa quanto segue.
La dichiarazione di risoluzion
e del contratto verrà notificata da ATIVA all'Appaltatore mediante posta certificata e la stessa riporterà l'indicazione del termine entro il quale l'Appaltatore dovrà provvedere alla riconsegna del cantiere nello stato di fatto e di diritto in cui si trova ed all'immissione in possesso di ATIVA.
ATIVA, nel comunicare all'Appaltatore la determinazione di risoluzione del contratto, fisserà, con un preavviso di almeno venti (20) giorni, il giorno per lo svolgimento delle operazioni di redazione dello stato di consistenza dei lavori già eseguiti, l'inventario dei materiali utili nonché di quei macchinari e mezzi d'opera che a giudizio di ATIVA non possano essere asportate dal cantiere senza pregiudizio delle opere e che verranno pertanto presi in consegna da ATIVA.
La verifica dello stato di consistenza delle opere realizzate e l'inventario dei materiali, macchine e mezzi d'opera che verranno presi in consegna dall'ATIVA e la relativa verbalizzazione verranno effettuati in contraddittorio con l'Appaltatore. Nel caso che l'Appaltatore invitato non intervenga, le operazioni di cui sopra saranno effettuate con l'assistenza di due testimoni.
A fronte dei macchinari e mezzi d'opera trattenuti dall'ATIVA, l'Appaltatore ha diritto ad un compenso che verrà definito di comune accordo sulla base dei valori di capitale quali desumibili dalle documentazioni che l'Appaltatore ha prodotto in sede di offerta e dei coefficienti di ammortamento comunemente adottati.
In tutte le ipotesi di risoluzione suddetta ATIVA provvederà a trattenere le garanzie e ad escutere la cauzione definitiva fino all'ammontare del danno che ATIVA dovrà subire, fatto salvo la facoltà di agire per il risarcimento di eventuale maggior danno.
Qualora intervenissero provvedimenti dell'Ente concedente MIITT o dell'Autorità giudiziaria, tali da incidere sulla validità e/o efficacia del presente appalto, l'appaltatore non potrà avanzare, nei confronti della Stazione appaltante, pretese di risarcimento danni o di indennizzo o di rimborso e/o rivalsa a seguito di atti e/o comportamenti conseguenti ai provvedimenti medesimi, compresa la risoluzione del contratto anche in caso di revoca o decadenza della concessione ad ATIVA da parte del concedente MIITT, salvo il compenso delle prestazioni effettivamente eseguite.
Qualunque contestazione sulla regolarità formale o sostanziale della risoluzione del contratto non potrà essere invocata dall'Appaltatore per rifiutare o ritardare l'adempimento dell'obbligo di riconsegna del cantiere.

Art. 26 – Eccezioni e riserve dell'esecutore sul registro di contabilità – forme e contenuto delle riserve

Le riserve sono iscritte a pena di decadenza sul primo atto dell'appalto idoneo a riceverle, successivo all'insorgenza o alla cessazione del fatto che ha determinato il pregiudizio dell'esecutore. In ogni caso, sempre a pena di decadenza, le riserve sono iscritte anche nel registro di contabilità all'atto della firma immediatamente successiva al verificarsi o al cessare del fatto pregiudizievole. Le riserve non espressamente confermate sul conto finale si intendono abbandonate.

A pena di decadenza la riserva dovrà comunque essere comunicata via PEC alla stazione appaltante e alla Direzione lavori entro 20 giorni dal manifestarsi dell'atto o fatto potenzialmente lesivo.
Il registro di contabilità è firmato dall'esecutore, con o senza riserve, nel giorno in cui gli viene presentato.
Nel caso in cui l'esecutore, non firmi il registro, è invitato a farlo entro il termine perentorio di quindici giorni e, qualora persista nell'astensione o nel rifiuto, se ne fa espressa menzione nel registro.
Se l'esecutore ha firmato con riserva, qualora l'esplicazione e la quantificazione non siano possibili al momento della formulazione della stessa, egli esplica, a pena di decadenza, nel termine di quindici giorni, le sue riserve, scrivendo e firmando nel registro le corrispondenti domande di indennità e indicando con precisione le cifre di compenso cui crede aver diritto, e le ragioni di ciascuna domanda.
Le riserve devono essere formulate in modo specifico ed indicare con precisione le ragioni sulle quali esse si fondano. In particolare, le riserve devono contenere a pena di inammissibilità la precisa quantificazione delle somme che l'esecutore ritiene gli siano dovute.
La quantificazione della riserva è effettuata in via definitiva, senza possibilità di successive integrazioni o incrementi rispetto all'importo iscritto.
Non possono costituire oggetto di riserva gli aspetti progettuali che sono stati oggetto di verifica progettuale.
L'Appaltatore, in ogni caso, è sempre tenuto ad uniformarsi alle disposizioni del Direttore dei lavori, senza poter sospendere o ritardare il regolare sviluppo dei lavori, quale che sia la contestazione o la riserva che esso iscriva negli atti contabili.

PARTE SECONDA: SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

CAPO 1 – QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Art. 1 - Condizioni generali d'accettazione - Prove di controllo

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo art. 2; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.
I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.
In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori, la quale dovrà attenersi alle direttive di carattere generale o particolare eventualmente impartite dai competenti Uffici della Società.
In dettaglio, i materiali da impiegare nei lavori dovranno essere:

a) prequalificati corredandoli di tutti i certificati di prove sperimentali o di dichiarazioni a cura del Produttore necessari ad attestare, prima dell'impiego, la loro conformità in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale.
b) Identificati riportando le loro caratteristiche nel Documento di Trasporto con cui il materiale viene consegnato in cantiere o a piè d'opera. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia del DdT (Documento di Trasporto) e dell'eventuale documentazione allegata.
c) Certificati mediante la documentazione di attestazione rilasciata da un Ente terzo indipendente (Marcatura CE) ovvero, ove previsto, autocertificati dal Produttore. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia dei certificati.
d) Accettati dal Direttore Lavori mediante controllo delle certificazioni cui ai punti precedenti e mediante prove sperimentali di accettazione
e) Ulteriormente verificati nel caso in cui il Direttore Lavori ravvisi difformità nella fornitura dei materiali, nelle lavorazioni o nell'opera ultimata rispetto a quanto richiesto dal presente Capitolato Speciale.

L'accettazione dei materiali non è in ogni modo definitiva se non dopo che siano stati posti in opera e l'opera sia stata collaudata.
Quando la Direzione Lavori, nel caso in cui il materiale risulti non conforme agli standard ed ai controlli previsti ai punti a), b), c), o d), abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa. Le opere già costruite utilizzando materiale non conforme dovranno essere demolite a totale cura e spese dell'Appaltatore.

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.
L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, anche se non incluse nelle presenti Norme purché facenti riferimento ad una normativa in uso, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio dei campioni ai Laboratori in seguito specificati o indicati dalla Società e/o dalla Direzione Lavori, nonché per le corrispondenti prove ed esami.
I campioni saranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.
Le diverse prove ed esami sui campioni saranno effettuate presso i laboratori ufficiali specificati nell'art. 20 della Legge 5/11/1971 n. 1086; la Direzione Lavori potrà a suo giudizio, autorizzare l'esecuzione delle prove presso altri laboratori di sua fiducia.

Art.2 – Dichiarazione di conformità e marcatura CE

I prodotti che riportano la marcatura CE, che ne attesta l'idoneità per un dato impiego previsto, secondo un insieme di prestazioni minime che si rifanno ai requisiti essenziali della Direttiva 89/106/CE, beneficiano di presunzione di rispondenza alle caratteristiche dichiarate.
Tutti i materiali forniti dall'Appaltatore da impiegare nei lavori dovranno presentare, ove previsto dalla Normativa italiana vigente alla data dell'offerta, la marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili.
Materiali non rispondenti a tale requisito, non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli con altri che corrispondano alle caratteristiche volute. L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.
Tutti i macchinari, impianti, equipaggiamenti, dispositivi, strumenti e attrezzature da impiegare nei lavori dovranno presentare la Marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili.
Macchinari sprovvisti della Marcatura CE o immessi sul mercato prima dell'entrata in vigore della Marcatura CE non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli con altri che corrispondano alle caratteristiche volute. L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

Art. 3 – Impiego dei materiali

L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.
Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei Lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata

riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Art. 4 - Caratteristiche dei vari materiali

I materiali da impiegare nei lavori dovranno avere i requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi; dovranno pertanto essere forniti di un'idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste nelle presenti Norme.
Nel caso di mancanza di tale certificazione, il materiale non sarà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'Impresa.
In caso di difformità con quanto fissato nel presente articolo, varrà quanto prescritto dalla Norma specifica.
La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta, in base al giudizio della Direzione Lavori, la quale, per i materiali da acquistare, si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.

A) **Acqua**: dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971, (D.M. in vigore).
   Proverrà da fonti ben definite che diano acqua di caratteristiche costanti. Sono ammesse come acqua di impasto: l'acqua potabile, acqua proveniente da depuratori delle acque di aggottamento di cantiere, l'acqua di ricircolo degli impianti di betonaggio, qualora rispondenti ai requisiti indicati nella UNI EN 1008.
   L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1g per litro. La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

B) **Leganti idraulici - Calci aeree - Pozzolane**:
   Si farà esclusivamente uso dei leganti idraulici previsti dalla Legge 26-5-1965 n.595 e norme armonizzate della serie EN 197, dotati di Attestato di Conformità CE.
   La scelta dei tipi di cemento da utilizzare per i diversi tipi di calcestruzzo verrà effettuata in sede di Progetto tenendo presenti i requisiti di compatibilità chimica con l'ambiente di esercizio previsto ed il calore di idratazione, per getti il cui spessore minimo sia maggiore di 50cm.
   Essi dovranno corrispondere alle prescrizioni:
   - della legge 26/05/1965 n.595;
   - delle "Norme sui requisiti d'accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" D.M. 14-1-1966 modificato con D.M. 3/06/68, D.M. 31/08/1972, D.M. 13/09/93;
   - delle "Norme per l'accettazione delle calci aeree" R.D. 16-11-1939 n. 2231;
   - delle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. 16-11-1939 n. 2230;
   - d'altre eventuali successive Norme che dovessero essere emanate dai competenti Organi.

   I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.
   Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.
   Durante il corso della fornitura dei leganti, la Direzione Lavori farà eseguire periodicamente, da laboratori ufficiali o da altri laboratori di sua fiducia, prove su campioni di leganti prelevati in contraddittorio con l'Impresa stessa.

Le spese per il prelievo, la formazione, l'invio dei campioni, le prove, gli esami e le relative certificazioni, sono a cura e spese dell'Impresa.

C) **Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per opere murarie (da impiegarsi nella formazione dei conglomerati cementizi, escluse le pavimentazioni)**: saranno impiegati esclusivamente aggregati muniti di Attestato di conformità CE per i quali il produttore attui un controllo di produzione in fabbrica certificato da un Organismo notificato e dotati di marcatura CE.
Dovranno essere costituiti da elementi resistenti e poco porosi, non gelivi privi di quantità eccedenti i limiti ammessi di parti friabili, polverulente, scistose, piatte o allungate, conchiglie, cloruri, solfati solubili, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e quantità nocive di materiali reattivi agli alcali.
Dovranno inoltre corrispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge n. 1086 del 5-11-1971 (D.M. in vigore).
Le dimensioni massime degli aggregati costituenti la miscela dovranno essere compatibili con quanto prescritto nel D.M. del 14/1/2018 e in ogni caso le maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura cui il conglomerato cementizio è destinato.
Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni fissate dall'art. 2 delle Norme citate nel seguente comma D).

D) **Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi per pavimentazioni**: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo n. 4, Ed. 1953 ed eventuali successive modifiche) ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme d'esecuzione lavori.

E) **Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni**: dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella UNI 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali successive modifiche.
Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi d'elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee, non presentare perdita di peso, per decantazione in acqua, superiore al 2%.

F) **Blocchi prefabbricati per vibro-compressione**: saranno confezionati con inerti di buona qualità e dosaggi non inferiori a 200 kg di cemento, di tipo IV 42,5 o 42,5R, per metro cubo d'impasto.
La resistenza a rottura degli elementi dovrà essere:
- 8 MPa per blocchi prefabbricati con impiego di ghiaietto e pietrisco;
- 3 MPa per blocchi prefabbricati con impiego d'argilla espansa.

La superficie delle costole dovrà essere almeno pari, nel caso di strutture non portanti, al 40%; nel caso di strutture portanti al 65% della superficie apparente del piano di posa del blocco.

G) **Materiali ferrosi**: saranno esenti da scorie, soffiature, saldature e da qualsiasi altro difetto. Gli acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione al DM 17/1/2018.
Il lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p. dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 0,2 mm.
I bulloni normali saranno conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI 5727-65 e UNI 5593; quelli ad alta resistenza devono appartenere alle classi delle norme UNI 3740-65.

H) **Acciaio zincato**: profilati, lamiere e tubi d'acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere zincati per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni della norma d'unificazione Progetto SS UNI E 14.07.000

(rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo - rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi, fabbricati in materiale ferroso).

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

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

- 190 g/m² per zincatura normale
- 300 g/m² per zincatura pesante.

l) **Prodotti plastici metacrilici**: caratterizzati da infrangibilità, leggerezza ed elevatissima resistenza agli agenti atmosferici, dovranno rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

UNI 7067-72 - Materie plastiche metacriliche per stampaggio ed estrusione. Tipi, prescrizioni e prove.

UNI 7074-72 - Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, prescrizioni e prove.

Le lastre potranno essere di tipo I (colorate in forma e successivamente polimerizzate in blocco) e di tipo II (prepolimerizzate e termoestruse).

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

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

L) **Leganti ed emulsioni bituminosi**: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti norme C.N.R. "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo n. 2 - Ed. 1951; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" Fascicolo n. 3 - Ed. 1958.

M) **Leganti bituminosi**: dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo n. 7 - Ed. 1957 del C.N.R.

N) **Geotessili**: costituiti da tessuto non tessuto ottenuto da fibre 100% polipropilene o poliestere di prima qualità (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate mediante sistema di agugliatura meccanica, stabilizzate ai raggi UV, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura. I geotessili sono a filo continuo quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata.

Nello specchio che segue sono riepilogate, in relazione alla natura chimica dei polimeri impiegati, le principali caratteristiche degli stessi:

Materie prime	Poliestere	Polipropilene
Caratteristiche tecniche		
. Densità : g/cm^3	1,38	0,90
. Punto di rammollimento: K	503÷523	413,00
. Punto di fusione: K	533÷538	443÷448
. Punto d'umidità: % a 65% di umidità relativa	0,4	0,04

I geotessili dovranno, non avere superficie liscia, essere imputrescibili ed atossici, resistenti ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, essere antinquinanti ed isotropi.

Dovranno essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione alle modalità di impiego.

Il materiale dovrà essere qualificato prima dell'impiego mediante le seguenti prove:

-	campionatura (per N deve intendersi il rotolo o la pezza)	UNI 8279/1
-	peso, in g/m^2	UNI 5114
-	spessore, in mm	UNI 8279/2
-	resistenza a trazione su striscia di 5 cm, in N	UNI 8639
-	allungamento, in %	UNI 8639
-	lacerazione, in N	UNI 8279/9
-	resistenza alla perforazione con il metodo della sfera, in MPa	UNI 8279/11
-	punzonamento, in N	UNI 8279/14
-	permeabilità radiale all'acqua, in cm/s	UNI 8279/13
-	comportamento nei confronti di batteri e funghi	UNI 8986
-	diametro di filtrazione, espresso in µm, corrispondente a quello del 95% in peso degli elementi di terreno che hanno attraversato il geotessile, determinato mediante filtrazione idrodinamica.	

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

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

P) **Materiali per opere in verde**:

P1) Terreno vegetale: il materiale da impiegarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali per il ricarico, la livellazione e la ripresa di aree comunque destinate a verde, dovrà essere terreno vegetale, proveniente da scotico di terreno a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di 1,00 m.

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

L'Impresa, prima di effettuare il prelevamento della terra, dovrà darne comunicazione alla Direzione dei Lavori.

La stessa eventualmente potrà richiedere un prelievo di campioni in contraddittorio, per le analisi di idoneità del materiale, da effettuarsi presso una stazione di chimica agraria riconosciuta, a cura e spese dell'Impresa.

P2) Concimi: i concimi minerali semplici o complessi usati per la concimazione di fondo od in copertura dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali di fabbrica.

P3) Materiale vivaistico: L'Impresa deve dichiararne la provenienza e la Direzione Lavori potrà accettare il materiale, previa visita ai vivai che devono essere dislocati in zone limitrofe o comunque assimilabili.

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

P4) Sementi: l'Impresa dovrà fornire sementi di ottima qualità e rispondenti esattamente a genere e specie richiesta, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti.

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

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

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

Q) **Materiali di qualsiasi provenienza da impiegare nelle lavorazioni**:

- materiali per rilevati e/o riempimenti;
- aggregati grossi e fini per conglomerati, drenaggi, fondazioni stradali, ecc.;
- pietrame per murature, drenaggi, gabbioni, ecc..

I materiali da impiegare nelle lavorazioni sopra indicate dovranno essere sottoposti dalla Direzione Lavori, prima del loro impiego, alle verifiche e prove di laboratorio, per accertarne l'idoneità in relazione alle particolari utilizzazioni previste. Dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il proprio benestare sulla base dei risultati delle prove di laboratorio, il materiale potrà essere impiegato nella produzione, fermo restando che l'Impresa stessa sarà responsabile, a tutti gli effetti della rispondenza alle specifiche norme contrattuali. Gli oneri per prove e verifiche di idoneità sono a totale ed esclusivo carico dell'Impresa.

R) **Scogliera di pietrame**

Gli elementi lapidei dovranno essere privi di discontinuità significative quali fratture, venature, stiloliti, laminazioni, piani di foliazione, piani di sfaldabilità, cambiamenti di "facies" o altri difetti analoghi che potrebbero causare rottura durante il carico, lo scarico o la posa in opera.

I requisiti granulometrici saranno conformi ai prospetti 4 e 5 della UNI EN 13383-1 (classi HMA1000-3000 e HMA3000-6000). Per quanto riguarda la forma, il materiale dovrà rientrare nella categoria LTA della UNI EN 13383-1. Per quanto riguarda la resistenza a rottura il materiale dovrà rientrare nella categoria CS80 della UNI EN 13383-1. Per quanto riguarda la resistenza all'usura il materiale dovrà rientrare nella categoria MDE10 della UNI EN 13383-1. Per quanto riguarda la resistenza al gelo, il materiale dovrà soddisfare i requisiti della categoria FTA della UNI EN 13383-1.

CAPO 2 – MODALITA' DI ESECUZIONE DEI LAVORI

Premessa

L'Impresa dovrà eseguire le opere in ottemperanza alle Leggi, ai regolamenti vigenti ed alle prescrizioni degli enti competenti in materia di Lavori Pubblici, con particolare riferimento alle Norme Tecniche sottoelencate:

- «Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al D.M.LL.PP. in vigore, emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge n.

1086 del 5/11/1971, nonché dell'art. 1 della Legge n. 64 del 2/2/1974 (D.M. LL.PP. 2/8/1980, circ. LL.PP. n. 20977 del 11/11/1980, D.M. 11/3/1988 e successivi aggiornamenti);
- «Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento» di cui al D.M.LL.PP. 20/11/1987, emanate in applicazione della Legge n. 64 del 2/2/1974;
- «Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate» di cui al D.M. LL.PP. 3/12/1987, emanate in applicazione della Legge n. 64 del 2/2/1974;
- alla Circolare n. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti, riguardante la fornitura in opera dei beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;
- agli ordini che la Direzione Lavori le impartirà, sulla base delle direttive che i competenti uffici della Società, in accordo con i Progettisti, riterranno di emettere.

Pertanto, fermo restando ogni altra responsabilità dell'Impresa a termini di legge, essa rimane unica e completa responsabile dell'esecuzione delle opere. Con cadenza giornaliera e con un anticipo minimo di 24 (ventiquattro) ore, rispetto allo svolgersi delle lavorazioni, l'Impresa dovrà comunicare in forma scritta (tramite telefax) alla Direzione Lavori, quali di queste ultime intenderà intraprendere. Ogni variazione rispetto a quanto programmato dovrà essere tempestivamente comunicata in forma scritta (tramite telefax) alla Direzione Lavori. In caso di mancata trasmissione del programma o di cambiamenti a questo apportati, la Direzione Lavori potrà procedere alla verifica ed al controllo di quanto eseguito tramite i mezzi di indagine (distruttivi e non distruttivi) che di volta in volta riterrà più opportuni. Gli oneri per l'esecuzione di ogni controllo supplementare saranno a totale carico dell'Impresa.
La conformità a quanto previsto dal progetto, sarà sancita dalla redazione di un apposito verbale di constatazione, firmato dal Direttore dei Lavori o in sua vece dal Responsabile del Controllo Qualità Materiali, da lui incaricato e dal Direttore Tecnico dell'Impresa: il verbale riporterà, oltre ai dati identificativi della lavorazione, i tipi e la quantità dei controlli eseguiti.
Le presenti Norme Tecniche determinano in modo prioritario le modalità esecutive, i materiali, le lavorazioni; in altre parole, nel caso di discrepanze e difformità tra Norma Tecnica e descrizione delle lavorazioni contenuta nell'Elenco Prezzi, dovrà essere seguito, obbligatoriamente, quanto previsto nelle Norme Tecniche.

Art. 5 - Sondaggi e tracciati

Subito dopo la consegna dei lavori e prima di dare inizio alle opere, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, d'intesa con la Direzione Lavori, all'esecuzione di saggi, sondaggi e prove di laboratorio per una completa verifica della natura e delle caratteristiche del sottosuolo.
Prima di porre mano ai lavori di sterro e riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti, in base alla larghezza del piano autostradale, all'inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette.
A suo tempo dovrà pure installare, nei tratti che indicherà la Direzione Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.
Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

Art. 6 - Scavi

6.1 - Norme generali

L'Appaltatore dovrà provvedere ad apporre alle aree di scavo opportune recinzioni e segnaletiche diurne e notturne secondo le vigenti norme di legge.

L'Appaltatore dovrà adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione ecc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrate di qualsiasi natura, compresa tra le cautele la temporanea sostituzione dei manufatti o deviazione delle reti ed il tempestivo ripristino a fine lavori.

L'Appaltatore è tenuto a rispettare la geometria degli scavi prevista dal Progetto. In particolare dovrà rifinire il fondo e le pareti dello scavo secondo quote e pendenze di Progetto, curando anche che il fondo degli scavi sia compattato secondo le indicazioni del Progetto.

Per quanto riguarda le opere di sostegno multitirantate, nessuno scavo potrà essere eseguito al disotto della quota prevista per la realizzazione dell'ordine di tiranti in corso, se prima l'ordine stesso non sarà completato e messo in tensione.

Prima di procedere a fasi di lavoro successive, l'Appaltatore dovrà segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi per eventuale ispezione da parte della Direzione Lavori.

Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Impresa dovrà provvedervi a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti; in ogni caso resta a carico dell'Impresa il risarcimento per i danni dovuti a tali motivi, subiti da persone, cose o dall'opera medesima.

Nel caso di franamento degli scavi è a carico dell'Impresa procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo; nulla è dovuto all'Impresa per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbatacchiature.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono, lo richiedano, l'Impresa sarà tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie.

Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti assegnati, l'Impresa dovrà rimettere in sito le materie scavate in più, utilizzando materiali idonei.

L'Appaltatore, in contraddittorio con la D.L., dovrà prevedere tutti gli opportuni e necessari accorgimenti realizzativi per garantire durante tutte le fasi del lavoro la stabilità dei fronti di scavo con adeguati margini di sicurezza.

La realizzazione degli scavi deve avvenire per conci successivi, la cui estensione dovrà essere ponderata in situ alla luce di:

- condizioni idrauliche
- effettive condizioni di stabilità del fronte (condizioni geotecniche, stratigrafiche)
- necessità di interventi e/o accorgimenti.

La casistica e la tempistica realizzativi degli scavi deve essere tale da garantire la stabilità a breve termine anche in riferimento alla natura dei terreni (permeabilità, granulometria, plasticità, ecc.).

In ogni caso, i tempi di apertura degli scavi dovranno essere sufficientemente contenuti al fine di considerare realistiche le ipotesi di condizioni non drenate e scongiurando il rischio di fenomeni di rilascio tensionale e rotture progressive dei terreni coinvolti (decadimento della resistenza al taglio).

Le pendenze degli scavi provvisori riportate sugli elaborati grafici di progetto sono del tutto indicative e dovranno essere verificate alla luce delle effettive condizioni geotecniche, stratigrafiche ed idrauliche in sito.

Dovrà inoltre procedere, quando necessario:

- al taglio delle piante, all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. e l'eventuale loro trasporto in aree apposite;
- all'eventuale demolizione di massicciate stradali esistenti.

L'Impresa dovrà assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e deflusso delle acque nonché gli esaurimenti, compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge.

6.2 Materiali di risulta: riutilizzo e sistemazione a deposito.

I materiali provenienti dagli scavi dovranno essere caratterizzati dal punto di vista della compatibilità ambientale, a cura dell'Appaltatore, in accordo con la normativa vigente (D.Lgs. 152/2006).

I materiali provenienti dagli scavi, esuberanti il fabbisogno del lotto o non idonei per essere riutilizzati, dovranno essere portati a rifiuto nelle aree di deposito (discariche) indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della Direzione Lavori, fatte salve le vigenti norme di Legge.

La collocazione dei materiali a rifiuto in tali siti andrà effettuata con le modalità e le prescrizioni previste negli elaborati relativi alle aree di deposito (discariche), facenti parte integrante del progetto dell'opera; nell'eventualità invece che l'Impresa debba provvedere direttamente al reperimento dell'area di deposito (discarica) dovrà, a sua cura e spese, ottenere la disponibilità delle aree e dei loro accessi, comprese le relative indennità, nonché provvedere alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali, secondo quanto proposto dall'Impresa ed approvato dalla Direzione Lavori.

Nel caso in cui a seguito di prove eseguite dall'Impresa, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione lavori, i materiali fossero ritenuti idonei, dovranno essere trasportati in aree di accumulo e custoditi opportunamente.

Le quantità di materiali riutilizzabili dovranno eventualmente essere trattati per ridurli alle dimensioni prescritte, secondo necessità delle presenti Norme, ripresi anche più volte e trasportati nelle zone di utilizzo, a cura e spese dell'Impresa.

In particolare, qualora l'Impresa dovesse eseguire scavi in terreni lapidei, quando fossero giudicati idonei dalla Direzione Lavori, potranno essere riutilizzati per murature; la parte residua potrà essere reimpiegata nell'ambito del lotto per la formazione di rilevati o di riempimenti avendola ridotta a pezzatura di dimensioni non superiori a 30 cm, secondo il disposto delle presenti Norme.

6.3 Scavi con esplosivi.

Per l'impiego di mine nell'esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà ottenere, a sua cura e spese, le autorizzazioni da parte delle autorità competenti ed osservare tutte le prescrizioni imposte dalle Leggi e dai regolamenti in vigore.

Lo sparo di mine effettuato in vicinanza di strade, di ferrovie, di luoghi abitati, di linee aeree di ogni genere, dovrà essere attuato con opportune cautele in modo da evitare, sia la proiezione a distanza del materiale ed il danneggiamento delle proprietà limitrofe, sia effetti vibrazionali nocivi che dovranno essere tenuti sotto controllo mediante monitoraggio.

In particolare, l'Appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni contenute:

- nelle norme UNI9614 e ISO 2631 per disturbi alle persone provocati dalle vibrazioni e dai rumori
- nelle norme UNI9916 e ISO 4866 per danni che si possono arrecare alle opere vicine a causa delle vibrazioni, degli spostamenti orizzontali e/o verticali del terreno, provocati durante le volate.

Nel caso che per la vicinanza di agglomerati civili o industriali o per i risultati del monitoraggio, le cautele sopracitate non fossero ritenute sufficienti ad evitare danneggiamenti alle proprietà limitrofe, l'Impresa dovrà eseguire gli scavi con opportuni mezzi meccanici.

6.4 - Scavi di sbancamento

Sono così denominati gli scavi occorrenti per: la formazione del sedime d'imposta dei fabbricati, l'apertura della sede autostradale, dei piazzali e delle opere accessorie, portati a finitura secondo i tipi di progetto; gli scavi per le gradonature di ancoraggio dei rilevati, previste per terreni con pendenza superiore al 20%; la bonifica del piano di posa; lo spianamento del terreno, l'impianto di opere d'arte, il taglio delle scarpate delle trincee o di rilevati; la formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali.

6.5 - Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione s'intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

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

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, spinti alle necessarie profondità, fino al rinvenimento del terreno della capacità portante prevista in progetto.

Qualora si rendesse necessario dopo l'esecuzione dello scavo, il ripristino delle quote per l'impronta della fondazione dell'opera, i materiali da utilizzare saranno i seguenti:

1- per uno spessore di 30÷50 cm, sabbia fine lavata;

2- per il rimanente spessore, materiali appartenenti al gruppo A1, anche provenienti da scavi.

Al termine del ripristino dei piani d'imposta, salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate dalla necessità di garantire maggiore stabilità alla fondazione, il modulo di deformazione Md al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm), dovrà risultare non inferiore a 40 MPa nell'intervallo tra 1,5÷2,5 daN/cm^2.

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

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, ma in tal caso, nulla è dovuto per il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza.

È vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese al riempimento, con materiali idonei, dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista. Per gli scavi a sezione obbligata, necessari per la collocazione di tubazioni, l'Impresa dovrà provvedere al rinterro, con materiali idonei, sopra le condotte e le fognature.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (Suppl. ord. alla G.U. 1/6/1988 n.127) e successivi aggiornamenti.

6.6 - Scavi subacquei

Gli scavi di fondazione sono considerati subacquei, solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.
Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.
Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere, di sua iniziativa ed a sua cura e spese:

- ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi;
- a togliere ogni impedimento o ogni causa di rigurgito, che si opponesse così al regolare deflusso delle acque, anche ricorrendo all'apertura di canali fugatori;
- agli adempimenti previsti dalle vigenti leggi (Legge n. 319 del 10/05/1976 e successivi aggiornamenti ed integrazioni, leggi regionali emanate in applicazione della citata legge) in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento; all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché agli oneri per l'eventuale trattamento delle acque.

Art. 7 - Demolizioni e Rimozioni

7.1 - Demolizione di murature e fabbricati

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.
Saranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori: scalpellatura a mano o meccanica, martello demolitore, agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.
Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.
Inoltre l'Impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, a adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.
L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.
Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7÷0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.
Per le demolizioni da eseguirsi su autostrada in esercizio, l'Impresa dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Direzione di Tronco, tramite la Direzione Lavori, le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.
In particolare, la demolizione delle travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su autostrade 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.

I materiali di risulta saranno ceduti all'Impresa la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanare e trasportare a discarica quelli rifiutati.

7.2 - Idrodemolizioni

L'idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio su strutture di ponti e viadotti dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1500 bar, con portate fino a 300 l/min, regolabili per quanto attiene la velocità operativa.
Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in progetto.
L'Impresa dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e la pulizia della superficie risultante.
Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico. Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia antinfortunistica, alle quali l'Impresa dovrà uniformarsi in sede operativa.

7.3 - Demolizione di pavimentazione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzato con frese

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso deve essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta; su parere della Direzione Lavori potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto (preriscaldamento leggero), purché non compromettano il legante esistente nella pavimentazione da demolire.
Le attrezzature tutte devono essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori; devono inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo a giudizio della Direzione Lavori per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati.
La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) deve risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi tappeti da porre in opera.
L'Impresa si deve scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dal progetto. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.
Il rilievo dei nuovi spessori deve essere effettuato in contraddittorio.
Lo spessore della demolizione deve essere mantenuto costante in tutti i punti e deve essere valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.
La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali deve essere eseguita con attrezzature approvate dalla Direzione Lavori munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.
Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa, mentre per spessori superiori a 15 cm si devono effettuare due

passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato.
Le pareti dei giunti longitudinali devono risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di sgretolature.
Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo devono, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.

7.3.1 - Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali

La demolizione dell'intera sovrastruttura può anche essere eseguita con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. a discrezione della Direzione Lavori ed a suo insindacabile giudizio. Le pareti verticali dello scavo devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.
Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire devono essere riparati a cura e spese dell'Impresa. L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita nel caso che non si proceda alla stesa del misto granulometricamente stabilizzato.

7.4 - Rimozioni

Per rimozione s'intende:

- smontaggio di recinzione costituita da rete metallica e relativi montanti;
- smontaggio di sicurvia di qualunque tipo, con montanti infissi in terra, in pavimentazione o su opera d'arte;
- smontaggio completo di pensilina di stazione costituita da struttura portante in acciaio (travi, pilastri, ecc.), di qualsiasi sezione e dimensione, anche composta a traliccio, copertura, controsoffittatura, mantovane e converse in alluminio o acciaio.
  Compreso lo smontaggio dell'orditura di fissaggio della copertura e della controsoffittatura, la rimozione dei semafori e delle plafoniere, lo smantellamento degli impianti elettrici e di scarico acque, ecc., il carico, il trasporto e lo scarico a deposito nei luoghi indicati dalla Direzione Lavori dei materiali riutilizzabili ed a rifiuto di quelli non riutilizzabili;
- rimozione del timpano metallico dell'esistente pensilina di stazione con i necessari adattamenti;
- rimozione di box o baracche prefabbricate in lamiera, compresa la demolizione degli ancoraggi ed opere accessorie tutte; rimozione di tettoie per parcheggi in lamiera, compresa la rimozione dei montanti;
- rimozione completa di tettoia parcheggio auto costituita da pilastri-trave di acciaio e manto di copertura, comunque inclinato, in lastre metalliche, compresa la rimozione dell'orditura di fissaggio;
- rimozione delle lastre di copertura in cemento con fibre di amianto (classificate rifiuto speciale non T/N, conferibile in discarica di seconda categoria tipo B e/o tipo A), previa bagnatura con soluzione fissativa atta ad evitare qualsiasi dispersione in aria e/o suolo delle fibre, mediante loro sollevamento dopo che tutti gli ancoraggi saranno stati tagliati con attrezzi manuali.
  Compreso il loro confezionamento a terra in bancali; l'imballo con nylon di adeguato spessore ed il posizionamento presso la zona di accumulo temporaneo all'interno del cantiere, nell'attesa di invio a discarica autorizzata di seconda categoria; la raccolta e l'imballo di tutto il materiale a perdere utilizzato nella zona di lavoro; la delimitazione del cantiere con idonea segnaletica a distanza di sicurezza in modo da consentire l'accesso all'area soltanto al personale autorizzato ed adeguatamente equipaggiato, oltre

alle attrezzature di cantiere; la pulizia dell'area di cantiere e dei canali di gronda, utilizzando un aspiratore a filtro assoluto; il trasporto e lo smaltimento in discarica autorizzata;
- rimozione di serramenti di porte e finestre di qualsiasi tipo, l'asportazione di telai e controtelai.

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

Art. 8 - Rilevati

8.1 - Definizione

Si definiscono con il termine di rilevati tutte quelle opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali nonché il piano d'imposta delle pavimentazioni.

Le caratteristiche geometriche, la natura e le proprietà fisico meccaniche dei materiali che costituiscono il corpo del rilevato sono quelle indicate dal Progettista.

Nel caso in cui l'Impresa non dovesse reperire i materiali previsti, potrà proporre alla Direzione Lavori soluzioni alternative che dovranno essere verificate ed accettate, d'intesa col Progettista.

Resta inteso che l'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori un progetto di dettaglio ad integrazione e conforto del progetto esecutivo nel quale dovrà indicare la natura e le proprietà fisico meccaniche dei materiali che intende adottare, le modalità esecutive, le sequenze cronologiche degli interventi.

Dovrà fornire inoltre una serie di verifiche di stabilità a breve e lungo termine relative al rilevato e al complesso rilevato terreno di fondazione; dovrà altresì verificare il cedimento totale e differenziale del piano di imposta indicando il decorso dello stesso nel tempo.

L'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, eseguirà, a sua cura e spese, sondaggi geotecnici, pozzetti esplorativi, prove penetrometriche statiche e/o dinamiche, prove di carico su piastra e qualsiasi altra indagine aggiuntiva (prove geofisiche, etc), atte a verificare con sufficiente dettaglio che le caratteristiche locali stratigrafiche, idrogeologiche e fisico-meccaniche dei terreni di sedime siano conformi alle previsioni di progetto.

Salvo controindicazioni della Direzione Lavori i punti di indagine saranno posti ad intervalli di almeno 100 m e le indagini saranno spinte ad una profondità almeno pari alla metà della larghezza del piano di posa del rilevato salvo attestarsi nell'eventuale substrato roccioso.

8.2 - Materiali per la formazione di rilevati

8.2.1 - Provenienza dei materiali

Qualora le leggi regionali lo prescrivano, la Società provvederà ad ottenere dagli Enti competenti il benestare necessario alla coltivazione delle cave e l'Impresa dovrà utilizzare i materiali provenienti dalle cave indicate in progetto; ove non previsto quest'ultima potrà aprire cave di prestito ovunque lo riterrà di sua convenienza, subordinatamente alle vigenti disposizioni di Legge, all'idoneità dei materiali da utilizzare per la formazione dei rilevati, nonché all'osservanza di eventuali disposizioni della Direzione Lavori.

Prima di impiegare i materiali provenienti dagli scavi o dalle cave di prestito, l'Impresa dovrà esperire una campagna di indagini corredata di tutte le opportune prove di laboratorio, atta a fornire alla Direzione Lavori un'esauriente documentazione in merito alle caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali al fine di ottenere l'idoneità all'utilizzo dei singoli materiali.

Per ogni zona di provenienza l'Impresa dovrà altresì eseguire un adeguato numero di sondaggi (almeno 1 sondaggio e/o pozzetto ogni 20.000 m^3).
L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il programma di coltivazione delle cave e delle eventuali fasi di lavorazione successive, quali vagliatura, frantumazione e miscelazione atte a conferire ai materiali le caratteristiche di idoneità previste dalle Norme Tecniche.
Laddove sarà previsto l'impiego di smarino di galleria o di materiali provenienti da scavo in roccia, la stesa a rilevato sarà autorizzata soltanto dopo il prelievo di campioni e il favorevole esito delle prove di laboratorio; l'Impresa provvederà inoltre, a sua cura e spese, all'eventuale frantumazione e vagliatura del materiale stesso, al fine di ridurlo ad idonea pezzatura.
Prima di avviare la coltivazione delle cave di prestito o dell'impiego a rilevato dei materiali da scavo, dovranno essere asportate le eventuali coltri vegetali, sostanze organiche, rifiuti e rimossi tutti quegli agenti che possono provocare la contaminazione del materiale durante la coltivazione.
Le cave di prestito, da aprirsi a totale cura e spese dell'Impresa, dovranno essere coltivate nel rispetto delle vigenti norme di Legge, secondo le previsioni di progetto ed in modo che, tanto durante la cavatura che a cavatura ultimata, non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.
Le stesse condizioni di sicurezza dovranno essere garantite per le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a sua cura e spese, l'Impresa dovesse avvalersi.
In relazione alla variabilità della provenienza, gli aggregati ottenuti dal riciclo di materiali da costruzione verranno impiegati unicamente se:

- prevalentemente costituiti da frammenti di laterizi, di murature, di intonaci, di conglomerati cementizi, di sovrastrutture stradali e ferroviarie, di allettamenti, di rivestimenti, di prodotti ceramici, di scarti dell'industria di prefabbricazione di manufatti in calcestruzzo, di materiali lapidei
- facenti parte di lotti o partite, previamente caratterizzati secondo quanto previsto dalle normative e leggi vigenti.

E' ammesso l'utilizzo di aggregati misti prodotti miscelando aggregati naturali e aggregati riciclati.
Gli aggregati utilizzati devono essere identificati almeno nei seguenti termini:

- fonte e produttore; se il materiale è stato stoccato in un deposito devono essere indicati sia la fonte sia il deposito,
- tipo di aggregato ai sensi anche della EN 932-3,
  dimensione dell'aggregato in termini d/D.

La bolla di consegna deve contenere almeno le seguenti informazioni:

- designazione;
- data di spedizione;
- numero di serie della bolla.

8.2.2 - Prove di controllo dei materiali

I materiali che si intendono utilizzare saranno preventivamente sottoposti a prove che attestino la loro ecocompatibilità (sia alla fonte che nell'area di stoccaggio e al momento della loro messa in opera), ai sensi della legislazione vigente (D.Lgs. 152/2006).
Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica (almeno una ogni 20.000 m^3 di materiale);
- determinazione del contenuto naturale d'acqua (almeno una ogni 20.000 m^3 di materiale);
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332 (almeno una ogni 40.000 m^3 di materiale);

- prova di compattazione AASHTO Mod. T/180-57 (almeno una ogni 40.000 m³ di materiale) ed esecuzione eventuale di:
  . analisi granulometrica sui materiali impiegati nella prova di compattazione, prima e dopo la prova stessa limitatamente a quei materiali per i quali è sospetta la presenza di componenti instabili;
  . prova edometrica limitatamente ai materiali coesivi e semicoesivi prelevati dal campione dopo l'esecuzione della prova AASHTO Mod. T/180-57 e compattati al 95% della densità massima (±2%).

Il prelievo dei campioni sarà effettuato in contraddittorio con la Direzione Lavori la quale provvederà ad indicare il nominativo del laboratorio (o dei laboratori) presso il quale l'Impresa provvederà a far eseguire a sua cura e spese, sotto il controllo della medesima, le prove richieste.

8.2.3 - Autorizzazioni

Prima di essere autorizzata ad iniziare la costruzione dei rilevati, l'Impresa, in relazione a quanto previsto dalle leggi regionali, dovrà sottoporre alla Direzione Lavori la seguente documentazione:

- Benestare degli Enti eventualmente competenti ad autorizzare la coltivazione della cava;
- Una mappa dell'area di cava in scala 1:1000 - 1:2000 indicante l'ubicazione dei saggi esplorativi;
- Una relazione completa delle prove di laboratorio eseguite tanto per i materiali da cave che dagli scavi;
- Il programma di coltivazione delle cave e delle eventuali fasi di lavorazione successive;
- Progetti di ripristino ambientale in accordo con le normative e Leggi vigenti.

8.3 - Preparazione del piano di posa dei rilevati

8.3.1 - Scotico, bonifica e gradonature

Per la preparazione del piano di posa dei rilevati l'Appaltatore dovrà provvedere, nei limiti dell'area di costruzione, innanzitutto alle verifiche nei confronti della presenza di ordigni bellici e di sottoservizi; successivamente dovrà provvedere al taglio delle piante e all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti ecc. e al loro sistematico ed immediato allontanamento a discarica.

Sarà di seguito eseguita la totale asportazione del terreno vegetale sottostante l'impronta del rilevato per la profondità stabilita in progetto in accordo con le risultanze delle indagini di cui ai precedenti articoli e secondo le direttive impartite dal Direttore dei Lavori. L'Impresa provvederà a far sì che il piano di posa dei rilevati sia il più possibile regolare, privo di bruschi avvallamenti e tale da evitare il ristagno di acque piovane.

Il piano di posa dei rilevati dovrà essere approvato previa ispezione e controllo da parte della Direzione Lavori; in quella sede la Direzione Lavori potrà richiedere ulteriori scavi di sbancamento per bonificare eventuali strati di materiali coesivi, teneri o torbosi, in accordo con il Progettista, o per l'asportazione dei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza da parte dell'Impresa.

Laddove una maggiorazione di scavo sarà da imputarsi ad errori topografici, alla necessità di asportare quei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza dell'Impresa o a bonifiche non preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori, l'Impresa eseguirà detti scavi e il relativo riempimento con idonei materiali, a sua cura e spese.

Il materiale proveniente dallo scavo di preparazione del piano di posa dei rilevati e dallo scavo di sbancamento per bonifica potrà essere reimpiegato se ritenuto idoneo nella sistemazione a verde delle scarpate; quello in eccesso dovrà essere immediatamente rimosso e portato nelle zone di discarica autorizzate.

Il quantitativo da reimpiegarsi nella sistemazione a verde delle scarpate sarà accantonato in località e con modalità precedentemente autorizzate dalla Direzione Lavori; l'accumulo di detti materiali dovrà

comunque consentire il regolare deflusso delle acque e dovrà risultare tale che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.
Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà provvedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (tra 1% e 2%) e alzate verticali contenute in altezza.
Ogniqualvolta i rilevati poggiano su declivi caratterizzati dalla presenza di acque sotterranee superficiali, i primi strati costituenti il corpo del rilevato verranno realizzati con materiale a grana grossa (aggregato naturale o riciclato o misto) con permeabilità significativamente superiore a impedire l'imbibizione del corpo del rilevato e assicurarne la stabilità.
Oltre a quanto sopra, nell'esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà farsi carico delle prescrizioni e degli oneri di seguito elencati:

- controllo geometrico allo scopo di verificare che gli scavi siano stati eseguiti secondo le pendenze, le dimensioni e le quote di Progetto;
- segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi di scortico e di bonifica per l'eventuale ispezione da parte della Direzione Lavori, prima di procedere a fasi di lavoro successive;
- provvedere alla rimozione di trovanti di qualsiasi natura e dimensione provvedendo altresì alla frantumazione dei materiali non trasportabili e/o non riutilizzabili;
- provvedere al carico, trasporto e scarico del materiale proveniente dagli scavi che si intende riutilizzare, purchè idoneo; è incluso l'onere per il reperimento di idonee aree di stoccaggio, eventualmente indicate dalla Direzione Lavori, nonché per il deposito ordinato e per la ripresa dei materiali per il loro riutilizzo;
- recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di lavoro;
- provvedere con qualsiasi sistema al contenimento delle pareti degli scavi in accordo a quanto previsto nel Progetto e in conformità alle norme di sicurezza;
- adottare tutte le cautele necessarie per evitare il danneggiamento di manufatti e servizi interrati esistenti di qualsiasi natura; è inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o temporaneamente messe fuori servizio;
- provvedere ad un adeguato drenaggio per effettuare gli scavi all'asciutto, per evitare accumuli d'acqua nel fondo scavo, fino ad ultimazione delle operazioni di riempimento.

Quando siano prevedibili cedimenti dei piani di posa dei rilevati eccedenti i 15 cm, l'Impresa sottoporrà alla Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestimetriche.
La posa in opera delle piastre e la rilevazione degli eventuali cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'Impresa in accordo con la Direzione Lavori.
L'Impresa dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

8.3.2 - Caratteristiche del piano di posa del rilevato e della pavimentazione autostradale in trincea

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

60 MPa: nell'intervallo compreso tra 1,5÷2,5 daN/cm^2 sul piano di posa della fondazione della pavimentazione autostradale in rilevato, in trincea e nel riempimento dell'arco rovescio in galleria;

20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,5÷1,5 daN/cm^2 sul piano di posa del rilevato quando posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione autostradale;

15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,5÷1,5 daN/cm^2 sul piano di posa del rilevato quando posto a 2,00 m da quello della fondazione della pavimentazione autostradale.

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

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

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno ritenersi rappresentative, 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.

Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura, la Direzione Lavori, sentito il Progettista, procederà ad un intervento di bonifica con l'impiego di materiali idonei adeguatamente miscelati e compattati.

A rullatura eseguita la densità in sito dovrà risultare come segue:

- almeno pari al 90% della densità massima AASHTO mod.T/180-57, sul piano di posa dei rilevati;
- almeno pari al 95% della densità massima AASHTO mod.T/180-57 sul piano di posa della fondazione della pavimentazione autostradale in trincea.

8.3.3 - Strato di transizione (Rilevato-Terreno)

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

- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- la stesa di uno strato di geotessile non tessuto, anche con funzione anticontaminante.

8.3.3.1 - Strato granulare anticapillare

Lo strato dovrà avere uno spessore compreso tra 0,3÷0,5 m; sarà composto di materiali aventi granulometria assortita da 2÷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.

8.3.3.2 - Geotessile non tessuto

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto in polipropilene o poliestere, di peso non inferiore a 300 g/m^2. Il geotessile dovrà avere le caratteristiche di cui all'art. 2, delle presenti Norme.

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

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

-	peso (UNI 5114)	$\geq$ 300 g/m^2
-	resistenze a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639)	$\geq$ 18 kN/m
-	allungamento (UNI 8639)	$\geq$ 60%
-	lacerazione (UNI 8279/9)	$\geq$ 0,5 kN/m
-	punzonamento (UNI 8279/14)	$\geq$ 3 kN
-	permeabilità radiale all'acqua alla pressione di 0,002 MPa (UNI 8279/13)	$\geq$ 0,8 cm/s
-	dimensione della granulometria passante per filtrazione idrodinamica, corrispondente a quella del 95% in peso degli elementi di terreno che attraversano il geotessile	$\leq$ 100 µm

Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, la partita sarà rifiutata e l'Impresa dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.
La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà richiedere ulteriori prove preliminari o prelevare in corso d'opera campioni di materiali da sottoporre a prove presso Laboratori qualificati, restando a carico dell'Impresa il relativo onere.
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.

8.3.4 - Prove di controllo sul piano di posa

Il numero minimo delle prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati o della fondazione delle pavimentazioni sia in trincea che in rilevato è messo in relazione alla differenza di quota (S) fra i piani di posa del rilevato e della fondazione della pavimentazione.

	S=0-1 m	S=1-2 m	S>2 m
prove di carico su piastra - una ogni	1500 m^2	2000 m^2	3000 m^2
prove di densità in sito - una ogni	1500 m^2	2000 m^2	2000 m^2

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.
La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni "instabili", l'esecuzione di prove speciali (prove di carico previa saturazione ecc.).
Il controllo dello strato anticapillare sarà effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 10 ogni m^3 1000.

Le prove di controllo sono tutte a totale cura e spese dell'Impresa.

8.4 - Formazione del rilevato

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme C.N.R. - UNI 10006, di cui si allega tabella.

Classificazione generale	Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 ≤ 35%							Terre limo-argillose Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
Analisi granulometrica Frazione passante allo staccio													
2 UNI 2332 %	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	-		-	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	
Indice di plasticità	≤ 6		N.P.	≤ 10	≤10 max.	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10 (IP≤LL-30)	> 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 grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina	Ghiaia o sabbia limosa o argilla				Limi poco compressibili	Limi fortemente compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili mediamente 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				Molto elevata		Media	Elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve				Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato	
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa						Scarsa o nulla			
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabili a vista		Aspri al tatto - Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili a 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 scomparirà comprimendo il campione fra le dita.

8.4.1 - Rilevati autostradali

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, fatta eccezione per l'ultimo strato di 30 cm ove dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A1-a e A3, e non saranno ammesse rocce frantumate con pezzature grossolane.

L'impiego di rocce frantumate è ammesso nel restante 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 30 cm.

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

I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una densità pari o superiore al 90% della densità massima individuata dalle prove di compattazione AASHTO Mod. salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione che dovrà presentare una densità pari o superiore al 95%.

L'intero corpo del rilevato dovrà in ogni caso essere protetto, sulle scarpate e sulle banchine non carreggiabili, dall'azione diretta degli agenti atmosferici, mediante inerbimento e piantagioni e, se necessario, con l'apporto di uno strato di terreno vegetale.

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

Saranno impiegate terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7, solo se provenienti dagli scavi e previste nel progetto; il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati soltanto al di sotto di 2,0 m dal piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale previa sovrapposizione ad uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.

Il grado di densità e la percentuale di umidità secondo cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati dall'Impresa e sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori.

Quanto sopra allo scopo di contenere a limiti minimi, ritiri e rigonfiamenti di materiali.

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

8.4.2 - Costruzione del rilevato

8.4.2.1 - 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 paramenti di rilevati in terra armata o di muri di sostegno in genere, la pendenza sarà contrapposta ai manufatti.

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

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

Comunque, tale spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 30cm per rilevati formati con aggregati naturali, riciclati o misti

- 40cm per rilevati formati con aggregati industriali alleggeriti e per rilevati in terra rinforzata

Al fine di garantire che siano raggiunte condizioni di compattazione adeguate anche nella zona di scarpata, sarà onere dell'Appaltatore effettuare la stesa di materiale in eccesso di almeno 30cm rispetto alla sezione teorica e successiva rimozione e riprofilatura.

Nel caso di allargamento di un rilevato esistente, previa asportazione dello strato di terreno vegetale, si dovrà con cautela gradinare la scarpata del rilevato esistente, sulla quale verrà addossato il materiale costituente il rilevato di allargo. Tale operazione avverrà per fasi, avendo cura di far eseguire immediatamente ad ogni gradonatura (dell'altezza massima di 50cm) la stesa del relativo nuovo strato ed il suo costipamento.

Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso. Lo spessore minimo dello strato di terreno vegetale sarà di 20cm, da stendere a cordoli orizzontali, opportunamente costipati, ricavando se necessario gradoni di ancoraggio.

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

8.4.2.2 - Compattazione

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo (±1,5% circa) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHTO Mod.

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.

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; nelle fasi iniziali del lavoro, l'Impresa dovrà adeguare le proprie modalità esecutive in funzione delle terre da impiegarsi e dei mezzi disponibili.

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 quell'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.

In particolare si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti della terra armata 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 densità 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 si dovrà eseguire la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.

Il cemento potrà essere del tipo I, II, III, IV, V 32,5 o 32,5R ed in ragione di 25÷50 kg/m^3 di materiale compattato.
La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento da utilizzare, in funzione del materiale da impiegare e delle condizioni operative da affrontare.
La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della densità max AASHTO Mod. 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 autostradale, sarà a forma trapezia 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.
Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso.
Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta l'Impresa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

8.4.2.3 - Condizioni climatiche

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

8.4.2.4 - Rilevati di prova

Quando prescritto dalla Direzione Lavori, l'Impresa procederà, a sua cura e spese, all'esecuzione dei rilevati di prova, e alle relative prove di controllo.
In particolare si dovrà fare ricorso ai rilevati di prova per verificare l'idoneità di materiali a pezzatura grossolana (pietrami), di materiali coesivi (appartenenti ai gruppi A2-6 e A2-7) ed a comportamento instabile, di materiali diversi da quelli specificati nei precedenti capitoli.
Il rilevato di prova consentirà di verificare le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali messi in opera, le caratteristiche dei mezzi di compattazione (tipo, peso, energie vibranti) e le modalità esecutive più idonee (numero di passate, velocità del rullo, spessore degli strati, ecc.), le procedure di lavoro e di controllo cui attenersi nel corso della formazione dei rilevati. L'ubicazione del campo prova, le modalità esecutive del rilevato di prova e delle relative prove di controllo saranno stabilite di volta in volta dalla Direzione Lavori; a titolo indicativo si adotteranno le seguenti prescrizioni:

- l'area prescelta per la prova dovrà essere perfettamente livellata, compattata e preferibilmente tale da presentare caratteristiche di deformabilità prossime a quelle dei materiali in esame;
- la larghezza del rilevato dovrà risultare almeno pari a tre volte la larghezza del rullo, i materiali saranno stesi in strati di spessore costante (o variabile qualora si voglia individuare lo spessore ottimale) e si

provvederà a compattarli con regolarità ed uniformità simulando durante tutte le fasi di lavoro quelle modalità esecutive che poi saranno osservate nel corso dei lavori.

In generale per ciascun tipo di materiale e per ciascun tipo di modalità esecutiva si provvederà a mettere in opera almeno 2 o 3 strati successivi; per ogni strato si provvederà ad eseguire le prove di controllo dopo successive passate (ad esempio dopo 4, 6, 8, passate).

Le prove di controllo da adottarsi saranno principalmente finalizzate ad individuare nel dettaglio le caratteristiche di densità, deformabilità e i contenuti d'acqua delle terre.

In taluni casi si potrà ricorrere a prove speciali (ad esempio la prova di carico su piastra previa saturazione, prove dinamiche non distruttive ecc.) e a prelievo di campioni indisturbati da destinarsi alle prove di laboratorio ponendo particolare attenzione a quei materiali considerati instabili o presunti tali, quali le rocce tenere.

Limitatamente ai materiali a granulometria grossolana, risultando le prove abituali non rappresentative, l'addensamento sarà controllato mediante successive livellazioni del piano di rullatura e la misura della densità in sito sarà fatta prelevando il materiale da un pozzetto che dovrà essere rivestito da apposito telo impermeabile successivamente riempito d'acqua.

L'Impresa sarà tenuta a documentare in apposita relazione tutte le fasi di lavoro, i mezzi e le procedure impiegate nonché gli esiti delle prove di controllo.

L'approvazione dei materiali nonché delle modalità esecutive spetta esclusivamente alla Direzione Lavori.

8.4.2.5 - Prove di controllo ed autorizzazione

Prima che sia messo in opera uno strato successivo, ogni strato di rilevato dovrà essere sottoposto alle prove di controllo e possedere i requisiti di costipamento richiesti.

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 dovrà eseguire le prove di controllo in contraddittorio con la Direzione Lavori nei punti indicati dalla Direzione Lavori stessa.

Tali prove potranno essere eseguite oltre che nel laboratorio dell'Impresa anche da un laboratorio esterno.

È comunque richiesto che fra le prove indicate almeno una su dieci sia eseguita da un Laboratorio Ufficiale.

Il personale addetto dovrà comunque essere di provata esperienza ed affidabilità; il numero dei tecnici nonché quello delle attrezzature effettivamente disponibili dovrà essere tale da poter esperire le prove in sito e in laboratorio con tempestività, continuità e con le frequenze previste.

Le prove di laboratorio dovranno comunque essere eseguite in una sede attrezzata adeguatamente e capiente che sia distaccata presso gli uffici di cantiere dell'Impresa o comunque tale da risultare accessibile alla Direzione Lavori.

Prima di iniziare i lavori l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori l'elenco del personale, delle attrezzature di prova nonché i certificati di calibrazione e taratura delle apparecchiature; durante i lavori l'esito delle prove dovrà essere trascritto tempestivamente su appositi moduli.

La serie di prove sui primi 5.000 m^3 sarà effettuata una volta tanto a condizione che i materiali mantengano caratteristiche omogenee e siano costanti le modalità di compattazione.

In caso contrario la Direzione Lavori potrà prescrivere la ripetizione della serie.

Le prove successive devono intendersi riferite a quantitativi appartenenti allo stesso strato di rilevato.

Tutti gli oneri conseguenti all'effettuazione e certificazione delle prove di cui al presente articolo devono intendersi a totale carico dell'Impresa.

Frequenza delle prove (almeno 1 ogni m^3 _____)

Tipo di prova	Rilevati Autostradali				Terre Rinforzate ed Armate		Rilevati precarico Riempimenti banche	
	Corpo del rilevato		Ultimo strato di spess. 30 cm					
	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3
Classificazione CNR-UNI 10006	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000
Costipamento AASHTO Mod. CNR	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000
Densità in sito CNR 22	250	5000	250	1000	250	1000	1000	1000
Carico su piastra CNR 9-70317	*	*	500	1000	1000	5000	-	-
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000	*	*
pH	*	*	*	*	500	5000	*	*
Solfati e cloruri	*	*	*	*	500	5000	*	*
Solfuri	*	*	*	*	500	5000	*	*

* Su prescrizioni della Direzione Lavori;

** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato.

Art. 9 - Pali di fondazione

9.1 - Generalità

I pali nel seguito considerati sono:

- pali prefabbricati in c.a., o c.a.p.;
- pali battuti;
- micropali;
- pali trivellati.

Tali strutture devono rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 11/03/1988 e successivi aggiornamenti.

9.1.1 - Prove tecnologiche preliminari

Prima di dare inizio ai lavori la metodologia esecutiva o di posa in opera dei pali, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa mediante l'esecuzione di un adeguato numero di pali prova.

I pali prova, a cura e spese dell'Impresa, saranno eseguiti in ragione dello 0,5% del numero totale dei pali con un minimo di un palo prova e comunque secondo le prescrizioni della Direzione Lavori.

I pali di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata di progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.
I pali di prova dovranno essere eseguiti, o posti in opera, alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali di progetto.
In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo che saranno richieste dalla Direzione Lavori quali: prove di carico eseguite come da D.M. 17/01/2018, spinte fino a portare a rottura il complesso palo-terreno per determinare il carico limite del palo e costruire significativi diagrammi dei cedimenti della testa del palo in funzione dei carichi e dei tempi; a prove di controllo non distruttive ed ad ogni altra prova o controllo tali da dirimere ogni dubbio sulla accettabilità delle modalità esecutive.
Nel caso l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso sempre a sua cura e spese alle prove tecnologiche sopradescritte. Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.
La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

9.1.2 - Preparazione del piano di lavoro

L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'infissione, possano recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.
Per pali in alveo in presenza di battente d'acqua fluente, l'Impresa predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

9.2 - Pali battuti

9.2.1 - Definizione

Si tratta di pali in c.a. realizzati, senza asportazione alcuna di terreno, previa infissione di un tuboforma provvisorio o permanente costituito da un tubo metallico di adeguato spessore chiuso inferiormente da un tappo provvisorio o non.
Completata l'infissione del tubo forma, dopo aver installato la gabbia d'armatura si procede al getto del conglomerato cementizio estraendo contemporaneamente, se previsto, il tuboforma.
L'installazione della gabbia d'armatura sarà preceduta, se previsto dal progetto, dalla formazione di un bulbo di base in conglomerato cementizio realizzato forzando, mediante battitura, il conglomerato cementizio nel terreno.
L'adozione della tipologia di esecuzione sarà conforme a quanto esposto in progetto.

9.2.2 - Soggezioni geotecniche e ambientali

L'adozione dei pali battuti è condizionata da una serie di fattori ambientali e geotecnici; quelli che meritano particolare attenzione sono:

- disturbi alle persone provocati dalle vibrazioni e dai rumori causati dall'infissione dei pali;

- danni che l'installazione dei pali può arrecare alle opere vicine a causa delle vibrazioni, degli spostamenti orizzontali e/o verticali del terreno, provocati durante l'infissione;
- danni che l'infissione dei pali può causare ai pali adiacenti.

Durante l'infissione dei pali prova la Direzione Lavori potrà richiedere che l'Impresa esegua a sua cura e spese misure vibrazionali di controllo per accertare che l'installazione dei pali infissi non danneggi le proprietà vicine.
Qualora nel corso delle misure vibrazionali risultassero superati i limiti di accettabilità previsti dalle norme DIN 4150, l'Impresa dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori i provvedimenti che intende adottare.
È altresì richiesta la presentazione di un programma di lavori in cui sia dettagliatamente esplicitata la successione cronologica di installazione di ciascun palo.

9.2.3 - Tolleranze geometriche

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico del palo:

- sulla lunghezza: uguale a ±1%;
- sul perimetro: uguale a ±2%;
- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto: $\leq$3%;
- errore rispetto alla posizione planimetrica: non superiore a ± 0.1m in tutte le direzioni.

Inoltre la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto.
L'Impresa è tenuta ad eseguire a sua esclusiva cura e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

9.2.4 - Tracciamento

Prima di iniziare l'infissione si dovrà, a cura ed onere dell'Impresa, indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo; su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.
L'Impresa esecutrice dovrà presentare:

- una pianta della palificata con la posizione planimetrica di tutti i pali inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo;
- un programma cronologico di infissione elaborato in modo da minimizzare gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine e sui pali già installati.

9.2.5 - Infissione

I tipi di battipalo impiegati per l'infissione dei pali eseguiti senza asportazione del terreno sono i seguenti:

- battipalo con maglio a caduta libera;
- battipalo a vapore ad azione singola;
- battipalo a vapore a doppia azione;
- battipalo diesel.

L'infissione può avvenire battendo il tuboforma in sommità oppure sul fondo; in questo ultimo caso essa può avvenire attraverso un mandrino rigido oppure agendo mediante un maglio a caduta libera su un tappo di fondo.

Il tappo di fondo potrà essere di conglomerato cementizio a consistenza appena umida, di ghiaia o metallico.

L'Impresa dovrà fornire le seguenti informazioni concernenti il sistema d'infissione che intende utilizzare:

A) nel caso di impiego dei battipali:
- marca e tipo del battipalo;
- principio di funzionamento del battipalo;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- numero di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- efficienza del battipalo;
- caratteristiche del cuscino (materiale, diametro, altezza), la sua costante elastica ed il suo coefficiente di restituzione;
- peso della cuffia;
- peso degli eventuali adattatori;
- peso del battipalo.

B) utilizzando maglio a caduta libera:
- peso del maglio;
- massima altezza di caduta che si intende utilizzare.

Il tuboforma dovrà essere esente da incrostazioni, malformazioni, a perfetta tenuta e privo di flange o variazioni di sezione sia all'interno che all'esterno.

Prima di essere infisso, il tuboforma dovrà essere suddiviso in tratti di 0,5 m, contrassegnati con vernice.

Gli ultimi 2,0 - 4,0 m del turbo-forma dovranno essere suddivisi in tratti da 0,1 m onde rendere più precisa la rilevazione dei rifiuti nella parte terminale della battitura.

L'arresto della battitura del tuboforma potrà avvenire dopo aver raggiunto:

a) la lunghezza minima di progetto;

b) il rifiuto minimo specificato.

Precisazioni dettagliate concernenti il punto b) saranno fornite all'Impresa dalla Direzione Lavori, note le caratteristiche del sistema di infissione.

Nei casi in cui fosse evidenziata l'impossibilità di raggiungere le quote minime di progetto dovranno essere raccolti tutti gli elementi conoscitivi che consentano la definizione degli eventuali adeguamenti alle modalità operative alla Direzione Lavori e/o delle eventuali variazioni progettuali da parte del Progettista.

In condizioni geotecniche particolari la Direzione Lavori può richiedere la ribattitura di una parte dei tubi forma già infissi per un tratto in genere non inferiore a 0,3÷0,5 m.

In questo caso si dovranno rilevare i "rifiuti" per ogni 0,1 m di penetrazione, evidenziando in modo chiaro nei rapportini che si tratta di ribattitura.

9.2.6 - Formazione del fusto del palo

9.2.6.1 - Posa in opera del conglomerato cementizio

Ultimata l'infissione del tubo forma si provvederà, se previsto in progetto, alla espulsione del tappo ed alla formazione del bulbo di base, forzando mediante battitura il conglomerato cementizio nel terreno ed evitando nel modo più assoluto l'ingresso di acqua e/o terreno nel tuboforma.

Per la formazione del bulbo di base si adotterà un conglomerato cementizio avente:

- rapporti acqua-cemento: $a/c \leq 0,4$;
- slump al cono di Abrams: $s \leq$ cm 4.

Il getto del fusto del palo si effettuerà evitando segregazioni ed in totale assenza di acqua, introducendo dall'alto piccole quantità di conglomerato cementizio da costiparsi via via per battitura o a pressione; in alternativa è consentito l'uso di conglomerato cementizio "colato".
Per la formazione del fusto, secondo la metodologia del "conglomerato cementizio costipato", si adotteranno conglomerati cementizi con caratteristiche e modalità di posa analoghe, ma energie minori di quelle adottate per il bulbo.
Per la metodologia "conglomerato cementizio colato" si adotteranno impasti aventi:

- rapporto acqua-cemento: a/c = 0,5;
- slump al cono di ABRAMS: s $\geq$ cm 16;

posti in opera mediante tubo di convogliamento o benna.
Il conglomerato cementizio colato è di impiego obbligatorio allorché:

- è previsto il tuboforma permanente;
- il terreno circostante il palo sia argilloso non saturo;
- il terreno circostante sia così deformabile da provocare la deformazione della gabbia di armatura durante il costipamento del conglomerato cementizio.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato impiegando aggregati di appropriata granulometria previamente approvata dalla Direzione Lavori e dovrà avere la resistenza caratteristica di progetto, risultando comunque di classe non inferiore a 25/30 MPa.
Contemporaneamente alle operazioni di getto del conglomerato cementizio si procederà, se previsto, all'estrazione del tubo forma controllando di mantenere comunque un dislivello minimo tra conglomerato cementizio all'interno del palo e la scarpa del tubo forma tale da evitare l'entrata dell'acqua e/o terreno circostante.
Per una corretta e sistematica identificazione del livello del conglomerato cementizio, il cavo di sostegno della massa battente dovrà essere munito di opportuni e frequenti contrassegni.
In ogni caso l'Impresa esecutrice dovrà fornire prima di iniziare i lavori una dettagliata descrizione delle modalità di getto che si impegna a adottare.

9.2.6.2 - Posa in opera delle armature

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni delle presenti Norme Tecniche, ed essere conformi al progetto.
Le armature trasversali dei pali saranno costituite da una spirale in tondino esterna ai ferri longitudinali.
Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica.
Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5 cm.
Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio con perno in tondino fissato ai ferri verticali contigui.
I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3,0 - 4,0 m.
Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm con aggregati non inferiori ai 2,0 cm, a 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro.
La posa della gabbia all'interno del tubo forma potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza dell'acqua e/o terreno all'interno dello stesso.
Qualora all'interno del tuboforma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazioni di acqua, la costruzione del palo dovrà essere interrotta previo riempimento con conglomerato cementizio magro; tale palo sarà successivamente sostituito, a spese dell'Impresa, da uno o due pali supplementari, sentito il Progettista.
L'Impresa esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto; a getto terminato si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri di armatura.

9.2.7 - Controlli e documentazione dei lavori

L'Impresa a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà provvedere alla esecuzione di una serie di prove di carico a rottura su cubetti di conglomerato cementizio in modo conforme a quanto prescritto dalle presenti Norme Tecniche ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.
L'esecuzione di ogni singolo palo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori, di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione del palo;
- geometria della cassaforma;
- tipo di tappo impiegato;
- caratteristiche del sistema di infissione;
- rifiuto ogni 0,1 m negli ultimi 1 m - 2 m e per ogni metro nel tratto precedente;
- rifiuti di eventuale ribattitura;
- data del getto;
- quantità di conglomerato cementizio posta in opera nella formazione dell'eventuale bulbo e del fusto; limitatamente ai pali eseguiti con conglomerato cementizio costipato si provvederà, nell'ambito dei primi 10 pali e in seguito un palo ogni 20 eseguiti, al rilievo degli assorbimenti parziali ogni 1,0 m;
- misura dell'abbassamento al cono di Abrams ("slump"), rapporto acqua-cemento;
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa;
- lunghezza totale del palo: quote fondo e testa palo;
- geometria della gabbia d'armatura;
- registrazione delle eventuali misure vibrazionali.

9.3 - Micropali

9.3.1 - Definizione, classificazione e campi di applicazione

Si definiscono micropali i pali trivellati di fondazione aventi diametro inferiore a 250 mm con fusto costituito da malta o pasta di cemento gettata in opera e da idonea armatura di acciaio.
Modalità ammesse per la formazione del fusto:

- tipo a) Riempimento a gravità;
- tipo b) Riempimento a bassa pressione;
- tipo c) Iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità sono da applicare rispettivamente:

- **tipo a)**, per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformazione a breve termine superi orientativamente i 200 MPa;
- **tipo b) e c)**, per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 200 MPa.

In particolare la modalità tipo c) è da eseguire in terreni fortemente eterogenei e per conseguire capacità portanti elevate (> 30 t) anche in terreni poco addensati.

9.3.2 - Soggezioni geotecniche e idrogeologiche

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto, a cura e spese dell'Impresa, mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

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

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

9.3.3 - Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;
- la posizione altimetrica della testa del micropalo non dovrà discostarsi da quella di Progetto ± 5cm;
- la lunghezza del micropalo non dovrà discostarsi da quella di Progetto più di 5cm;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

Ogni micropalo che risultasse non conforme alle tolleranze qui stabilite, sentito il Progettista, dovrà essere idoneamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa.

9.3.4 - Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura ed onere, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

9.3.5 - Perforazione

La perforazione, eseguita mediante rotazione o rotopercussione in materie di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza d'acqua, deve essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

Il tipo b) necessita che la perforazione sia eseguita con posa di rivestimento provvisorio per tutta la profondità del palo.
Per i tipi a) e c) la perforazione potrà essere eseguita con o senza rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o di fango di cemento e bentonite, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili le pareti del foro e previa approvazione della Direzione Lavori.
Il fango di cemento e bentonite sarà confezionato adottando i seguenti rapporti in peso:

- bentonite/acqua: 0,05 - 0,08;
- cemento/acqua: 0,18 - 0,23.

In ogni caso la perforazione sottofalda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie, sabbie e limi) non dovrà essere eseguita con circolazione di aria per evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore ed il conseguente dilavamento del terreno.
A termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore. Il materiale di risulta dovrà essere portato a rifiuto dopo aver trattato i fanghi secondo le leggi vigenti.
L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

9.3.6 - Confezione e posa delle armature

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

9.3.6.1 – Copriferro delle armature

In funzione del materiale impiegato per la formazione del fusto del micropalo, dovranno essere assicurati i seguenti copriferri S minimi:

- miscela cementizia: S maggiore/uguale 30mm che può essere ridotto 20mm nel caso in cui l'elemento lavori esclusivamente a compressione semplice;
- malta cementizia: S maggiore/uguale 40mm che può essere ridotto 35mm nel caso in cui l'elemento lavori esclusivamente a compressione semplice;
- calcestruzzo: S maggiore/uguale 50mm.

Maggiori valori di copriferro S potranno essere prescritti in Progetto, sulla base di particolari condizioni di aggressività delle acque presenti nel sottosuolo (acque contaminate e salmastre). Per la definizione di tali condizioni viene fatto riferimento alle classi di esposizione indicate nelle norme EN 206.

9.3.6.2 - Armatura con barre di acciaio per c.a.

Si useranno barre longitudinali a aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche delle presenti Norme Tecniche; saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione; la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante legature; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.
Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale. In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

9.3.6.3 - Armature tubolari

Si useranno tubi di acciaio S 355, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.
Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo dovranno essere ottenute mediante manicotti filettati.
Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.
Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo 3,5 mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili d'acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.
La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.
Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

9.3.7 - Formazione del fusto del micropalo

La formazione del fusto dovrà iniziare in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun palo.
In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del perforo subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta.
In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta.
Fanno eccezione solo i micropali perforati interamente in roccia, senza presenza di franamenti e di acqua nel perforo.
Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del micropalo non rispondono a quelle previste.
In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

9.3.7.1 - Riempimento a gravità

Il riempimento del perforo, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10÷15 cm dal fondo e dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico.
Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie scevra di inclusioni e miscelazioni con il fluido di perforazione.
Si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre il tubo di convogliamento allorquando il foro sarà intasato e stagnato.
Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione vanno praticati esclusivamente tramite il tubo di convogliamento.
Nel caso l'armatura sia tubolare, essa si potrà usare come tubo di convogliamento solo se il suo diametro interno non supera 50 mm; in caso contrario si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato, dotato di otturatore posizionato alla base del tubo di armatura del palo.

9.3.7.2 - Riempimento a bassa pressione

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta avverrà in un primo momento entro il rivestimento provvisorio tramite un tubo di convogliamento come descritto al punto precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0,5-0,6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione.

Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5 - 6 m di rivestimento da estrarre per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

9.3.7.3 - Iniezione ripetuta ad alta pressione

Le fasi della posa in opera saranno le seguenti:

I) riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo a valvole e le pareti del perforo, ottenuta alimentando con apposito condotto di iniezione e otturatore semplice la valvola più bassa finché la malta risale fino alla bocca del foro;

II) lavaggio con acqua all'interno del tubo;

III) avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno, valvola per valvola, volumi di malta non eccedenti il sestuplo del volume del perforo senza superare durante l'iniezione la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage");

IV) lavaggio con acqua all'interno del tubo;

V) avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione limitatamente alle valvole per le quali:

- il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
- le pressioni residue di iniezione, misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico, non superino 0,7 MPa.

Al termine delle iniezioni si riempirà a gravità l'interno del tubo.

Le attrezzature per l'iniezione dovranno essere munite di apparecchio "contacolpi" al fine di verificare il numero di mandate necessarie per una corretta formazione del bulbo.

9.3.7.4 - Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali

Rapporto acqua/cemento: < 0,5.

Classe di resistenza: > 25/30 MPa.

L'aggregato dovrà essere costituito:

- da sabbia fine lavata, per le malte dei micropali riempiti a gravità;
- da ceneri volanti o polverino di calcare, totalmente passanti al vaglio da 0,075 mm, per le paste dei micropali formati mediante iniezione in pressione.

Per garantire la resistenza richiesta e la necessaria lavorabilità e stabilità dell'impasto dovranno essere adottati i seguenti dosaggi minimi:

- per le malte, 600 kg di cemento 32,5 o 32,5R tipo II per metro cubo di impasto, in condizioni di non aggressività del terreno o dell'acqua; in caso di condizioni di aggressività cemento 32,5 o 32,5R tipo III o IV;

- per le paste, 900 kg di cemento 32,5 o 32,5R tipo II per metro cubo di impasto, in condizioni di non aggressività del terreno o dell'acqua; in caso di condizioni di aggressività cemento 32,5 o 32,5R tipo III o IV.

In presenza di particolari condizioni operative ed ambientali, si dovrà fare uso di cementi tipo 42,5 o 42,5R del tipo consono all'aggressività ambientale rilevata. Per una corretta posa in opera si potranno anche aggiungere superfluidificanti non aeranti ed eventualmente bentonite; quest'ultima in misura non superiore al 4% in peso del cemento.

In presenza di acque di falda che possono sortire effetti dilavanti si potrà impiegare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, un additivo ad attività pozzolanica con effetto antidilavante non tossico, non nocivo, non inquinante.

L'impiego di additivi comporterà la riduzione dell'acqua di impasto nelle quantità indicate dal produttore degli additivi stessi.

9.3.8 - Controlli

Il controllo della profondità dei perfori, rispetto alla quota di sottoplinto, verrà effettuato in doppio modo:

A) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
B) in base alla lunghezza dell'armatura.

La differenza tra le due misure dovrà risultare $\leq$ 0,10 m; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

- nel caso di armature in barre longitudinali a aderenza migliorata, in base alla rispondenza al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;
- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico mediante la bilancia descritta successivamente e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata di diametro $\geq$ 30 mm.

Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cm^3 il peso specifico assoluto del cemento e 2,65 g/cm^3 quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24 h non dovrà superare il 3% in volume.

Con il campione di miscela saranno altresì confezionati cubetti di 7 o 10 cm di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione nella misura di almeno una prova per ogni micropalo.

Per i micropali riempiti a gravità, la frequenza dei prelievi sarà pari ad 1 ogni 10 pali, o frazione.

Le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.

9.3.8.1 - Misure del peso specifico

Si userà di regola una bilancia (pesa di Baroid) che consiste in un'asta graduata in g/l imperniata al basamento e munita ad un estremo di contrappeso ed all'altro di un contenitore.

Quest'ultimo una volta riempito sarà chiuso con un coperchio forato; si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che della miscela fuoriesca dal foro.

Successivamente si avrà cura di pulire l'esterno del contenitore e del coperchio.

Si sposterà il cursore posto sull'asta finché questa assumerà una posizione orizzontale, individuata dalla bolla della livella montata sull'asta.
In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume racchiuso nel contenitore.
Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a 1000 g/l; in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso. L'approssimazione delle misure dovrà essere di ±5 g/l.

9.3.9 - Documentazione dei lavori

L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:
- identificazione del micropalo;
- data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione (detta "A");
- profondità del foro all'atto della posa dell'armatura (detta "B");
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- per i micropali formati mediante iniezione ripetuta ad alta pressione, pressioni residue minime e quantità complessive iniettate per ogni fase di iniezione ad alta pressione;
- risultati delle misure di peso di volume, di decantazione (acqua separata) e classe di resistenza a compressione.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello che dovrà essere trasmesso dall'Impresa alla Direzione Lavori.

9.4 - Pali trivellati di medio e grande diametro

9.4.1 - Definizione

Si definiscono pali trivellati quelli ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato mediante perforazione a rotazione o rotopercussione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente.
L'Impresa avrà cura di non provocare inquinamenti di superficie o della falda per incontrollate discariche dei detriti e/o dei fanghi bentonitici; il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato alla discarica, previo trattamento dei fanghi bentonitici, nel caso d'uso, secondo quanto previsto dalla legislazione vigente.

9.4.2 - Soggezioni geotecniche e idrogeologiche

Le tecniche di perforazione devono essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:
- la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi dove può essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro;
- la perforazione a fango non è consigliabile in terreni molto aperti senza frazioni medio-fini. Durante la perforazione occorrerà tener conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo; dovranno quindi essere minimizzati:
    - il rammollimento degli strati coesivi;
    - la diminuzione di densità relativa degli strati incoerenti;
    - la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci proprie dello stato naturale;

- la riduzione dell'aderenza palo-terreno causata da un improprio impiego di fanghi.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto, a cura e spese dell'Impresa, mediante l'esecuzione di perforazioni di prova, approvate dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei pali di progetto.

9.4.3 - Tolleranze geometriche

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.
La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.
Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate con la frequenza indicata successivamente sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra «-0,01D» e «+0,1D»;
- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra «-0,01D» e «+0,1D».

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutti i controlli e tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

9.4.4 - Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'Impresa si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.
Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.
Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.
Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione planoaltimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro.
Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

9.4.5 - Perforazione

9.4.5.1 - Attrezzature

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare ed alle dimensioni dei pali da eseguire nei tempi previsti.
Marcature disposte ad intervalli regolari (1÷2 m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo dovranno consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.
La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

9.4.5.2 - Perforazione a secco senza rivestimento

È ammessa esclusivamente nei terreni coesivi di media od elevata consistenza (coesione non drenata >0,03 MPa) esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possano causare ingresso di acqua nel foro.

Si possono utilizzare attrezzi ad elica in due versioni:

- elica continua cilindrica, gradualmente infissa nel terreno con moto rotatorio, fino alla profondità della base del palo.
  I detriti vengono in parte portati a giorno dalla rotazione dell'elica, in parte vi aderiscono e sono estratti insieme ad essa alla fine della perforazione;
- elica a poche spire, a profilo conico, infissa nel terreno tramite un'asta rigida che le imprime poche rotazioni e quindi la riporta in superficie per scaricare i detriti accumulatisi sulle spire.

9.4.5.3 - Perforazione con impiego di tubazione di rivestimento provvisoria

La tubazione sarà costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi 2,0÷2,5 m connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta, imprimendole un movimento rototraslatorio mediante una morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza.

In questo secondo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2,50 m o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

L'infissione con vibratore sarà adottata in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi.

È ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni purché non risultino varchi nel tubo che possano dar luogo all'ingresso di terreno.

La perforazione all'interno dei tubi di rivestimento potrà essere eseguita mediante:

- benna automatica con comando a fune o azionata oleodinamicamente;
- secchione (buchet) manovrato da un'asta rigida o telescopica;

ed in entrambi i casi si dovrà conseguire la disgregazione del terreno e la estrazione dei detriti dal foro.

In terreni sabbiosi si potrà fare ricorso anche ad utensili disgregatori rotanti con risalita dei detriti per trascinamento ad opera di una corrente ascendente di acqua.

Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno d'acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con un livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

In generale la perforazione non dovrà essere approfondita al disotto della scarpa del tubo di rivestimento.

9.4.5.4 - Perforazione in presenza di fango bentonitico

Il fango bentonitico dovrà essere preparato, trattato e controllato seguendo le modalità descritte successivamente.

La perforazione sarà eseguita mediante secchione azionato da asta rigida o telescopica oppure mediante benna dotata di virola superiore di centramento e guida.

In entrambi i casi il corpo dell'utensile dovrà lasciare uno spazio anulare tra esso e la parete del foro di ampiezza sufficiente ad evitare "effetti pistone" allorché l'utensile viene sollevato.

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

Il secchione dovrà essere provvisto delle aperture per la fuoriuscita del fango all'atto dell'estrazione.
Il livello del fango nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.
Il franco dovrà risultare di norma non inferiore a 1,00 m e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile dal foro; a tale scopo si potrà disporre di una fossa di piccola capacità accanto al perforo, direttamente connessa alla sua sommità con corto canale.
La distanza minima fra due perforazioni attigue in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri.
Il materiale portato in superficie dovrà essere sistematicamente portato a discarica.
Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio ecc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto.

9.4.5.5 - Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una adeguata immorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati.
In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.
L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello della benna o del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

9.4.5.6 - Controlli

La Direzione Lavori controllerà in fase di esecuzione del perforo la rispondenza delle stratigrafie di progetto con quelle effettive.
In presenza di eventuali discordanze o nel caso che alla base del palo si rinvenga un terreno più compressibile e/o molto meno resistente del previsto, o comunque altre anomalie, dovranno essere raccolti tutti gli elementi conoscitivi che consentano alla Direzione Lavori la definizione degli eventuali adeguamenti delle modalità operative e al Progettista le eventuali variazioni progettuali.
Alla fine della perforazione si misurerà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, rispetto alla quota di sottoplinto, la profondità del perforo con uno scandaglio; l'operazione verrà effettuata anche all'inizio ed al termine di eventuali interruzioni prolungate della lavorazione in corrispondenza dei turni di riposo o per altri motivi.

9.4.6 - Armature metalliche

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni delle presenti Norme Tecniche ed essere conformi al progetto.
Le armature trasversali dei pali saranno costituite da una spirale in tondino esterna ai ferri longitudinali.
Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica.
Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo rispetto alla parete di scavo di 6 cm.
Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio (diametro 12÷15 cm - larghezza > 6 cm) con perno in tondino fissato a due ferri verticali contigui.

I centratori saranno posti a gruppi di 3÷4, regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3÷4 m.
Gli assi dei ferri verticali saranno disposti su una circonferenza con diametro di 15 cm inferiore a quello nominale; tali misure potranno ridursi a 12 cm per barre verticali di diametro inferiore a 18 mm.
Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm con aggregati inferiori a 2,0 cm, a 10 cm con aggregati di diametro superiore.
Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro.
Ai fini della esecuzione delle prove geofisiche descritte nel relativo paragrafo, l'Impresa dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale di pali trivellati di diametro $\geq$ 700 mm con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

9.4.7 - Formazione del fusto del palo

9.4.7.1 - Preparazione e trasporto del conglomerato cementizio

Il conglomerato cementizio sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.
Si impiegheranno almeno tre classi di aggregati; le classi saranno proporzionate in modo da ottenere una curva granulometrica che soddisfi il criterio della massima densità (curva di Fuller).
La dimensione massima degli aggregati dovrà essere inferiore al valore minimo di interspazio fra le armature e comunque non superiore a 40 mm.
Il conglomerato cementizio dovrà avere la classe di resistenza prevista in progetto e comunque non dovrà risultare di classe inferiore a 25/30 MPa.
Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0,5 nella condizione di aggregato saturo a superficie asciutta.
La lavorabilità dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di ABRAMS compreso fra 16 e 18 cm; per le modalità da seguire nello "slump test" per la determinazione dell'abbassamento fare riferimento a quanto prescritto successivamente.
Per soddisfare entrambi questi requisiti potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.
È ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.
I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della Direzione Lavori.
I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.
Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile; in ogni caso ciascun getto dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 15 m^3/h per pali di diametro < 800 mm e di 20 m^3/h per pali di diametro $\geq$ 800 mm.
La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire la erogazione nell'unità di tempo di volumi di conglomerato cementizio almeno doppi di quelli risultanti dal più oneroso dei limiti sopra indicati.
Per i pali trivellati in presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea controcamicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

9.4.7.2 - Posa in opera del conglomerato cementizio

Il getto del conglomerato cementizio avverrà impiegando il tubo di convogliamento.

Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 2,50 m di un tubo in acciaio avente diametro interno 20 - 25 cm.

L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di 0,4÷0,6 m^3 e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

Prima di installare il tubo di convogliamento sarà eseguita una ulteriore misura del fondo foro.

Per pali trivellati in presenza di acqua di falda o impiegando fango bentonitico, il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30÷60 cm dal fondo della perforazione; prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di 30 cm di spessore di vermiculite granulare o palline di polistirolo galleggianti sul liquido, oppure ancora da un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di almeno 3,0 o 4,0 m di palo.

Il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima nel conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0 m.

Per pali trivellati a secco non occorre alcun tappo alla sommità del tubo di getto.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

9.4.7.3 - Controlli

L'Impresa, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà provvedere alla esecuzione di:

- una analisi granulometrica ogni 500 mc di inerte impiegato;
- una serie di prove di carico a rottura su provini di conglomerato cementizio prelevati in numero e modalità conformi a quanto prescritto nelle presenti Norme Tecniche e inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- una prova con il cono Abrams per ogni betoniera o 8 m^3 di conglomerato cementizio impiegato (abbassamento al cono di ABRAMS UNI 9418/89);
- il rilievo della quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni palo.

Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di conglomerato cementizio e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi.

In base a questo rilievo potrà essere ricostituito l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto).

9.4.8 - Documentazione dei lavori

L'esecuzione di ogni singolo palo dovrà comportare la registrazione su apposita scheda, compilata dall'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori, dei seguenti dati:

- identificazione del palo;
- data di inizio perforazione e di fine getto;
- risultati dei controlli eseguiti sul fango eventualmente usato per la perforazione;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;

- profondità del fondo foro prima della posa del tubo getto;
- "slumps" del conglomerato cementizio (UNI 9418/89);
- assorbimento totale effettivo del conglomerato cementizio e volume teorico del palo;
- "profilo di getto" ove richiesto;
- risultati delle prove di rottura a compressione semplice.

Nella documentazione generale dovrà inoltre comparire:

- una scheda con le caratteristiche delle polveri bentonitiche e relativi additivi eventualmente usati;
- una scheda con le caratteristiche dei componenti del conglomerato cementizio, compresi i risultati delle analisi granulometriche degli aggregati di cui al punto precedente.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello che dovrà essere trasmesso dall'Impresa alla Direzione Lavori.

9.5 - Prove di controllo sui pali

9.5.1 - Prove di carico

Le prove di carico saranno effettuate con le modalità di cui al punto C.5.5. del D.M. 11/3/88.

Il numero dei pali da sottoporre alla prova di carico deve essere stabilito in base all'importanza dell'opera ed al grado di omogeneità del sottosuolo; tale numero deve essere pari ad almeno il 2% del totale del numero dei pali, con un minimo di due.

La scelta dei pali di prova sarà affidata alla Direzione Lavori e comunque si dovrà tener presente la necessità di interessare le diverse situazioni del sottosuolo, evitandone la concentrazione.

Poiché tali prove hanno la finalità di determinare il carico limite del complesso palo-terreno, esse vanno spinte fino a quel valore del carico per il quale si raggiunge la condizione di rottura del terreno. Ove ciò non sia possibile, la prova deve essere eseguita fino ad un carico pari 1,5 volte il carico di esercizio; tale rapporto potrà essere incrementato, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori sino a 2,5 volte.

Al momento della prova il conglomerato cementizio del palo dovrà avere almeno ventotto giorni di stagionatura. Le modalità di applicazione, la durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e di scarico saranno prescritti dalla Direzione Lavori anche in funzione della natura dei terreni di fondazione.

Il carico sarà applicato mediante un martinetto, che trova contrasto mediante un'adeguata zavorra o pali di reazione, il cui manometro (o cella di carico) dovrà essere corredato da un certificato di taratura di data non anteriore ad un mese.

Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante tre micrometri centesimali, disposti a 120° attorno al palo, interposti al terreno in punti sufficientemente distanti dal palo di prova e dal sistema di contrasto, così da evitare l'influenza delle operazioni di carico e scarico.

I supporti di tale struttura devono distare non meno di 3.0 m e non meno di 3 diametri dal palo di prova, e infine non meno di 2.0 m dalla impronta della zavorra o da eventuali pali di reazione.

La struttura portamicrometri dovrà essere protetta da vibrazioni e urti accidentali e schermata dai raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione di carico, entità del carico, le letture ai micrometri ed il diagramma carichi-cedimenti. Al verbale verranno allegati i certificati di taratura del manometro (o cella di carico).

In taluni casi la Direzione Lavori potrà richiedere l'esecuzione di prove di carico orizzontali; date le peculiarità della prova le modalità esecutive e il programma di carico dovranno essere di volta in volta stabiliti dalla Direzione Lavori e riportati sul verbale di prova.

9.5.2 - Controlli non distruttivi

Sui pali di fondazione, ad esclusione di quelli sollecitati prevalentemente da azioni orizzontali, devono essere eseguite prove di carico statiche per controllarne il comportamento sotto le azioni di progetto. Tali prove devono essere spinte ad un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

In presenza di pali strumentati per il rilievo separato delle curve di mobilitazione delle resistenze lungo la superficie e alla base, il massimo carico assiale di prova può essere posto pari a 1,2 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

Il numero e l'ubicazione delle prove di carico devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione. In ogni caso, per ciascun sistema di fondazione il numero complessivo di prove non deve essere inferiore a:

- 1 se il numero di pali è inferiore o uguale a 20,
- 2 se il numero di pali è compreso tra 21 e 50,
- 3 se il numero di pali è compreso tra 51 e 100,
- 4 se il numero di pali è compreso tra 101 e 200,
- 5 se il numero di pali è compreso tra 201 e 500,
- il numero intero più prossimo al valore 5 + n/500, se il numero n di pali è superiore a 500.

Fermo restando il numero complessivo delle prove di carico minimo sopra indicato, il numero di prove di carico statiche può essere ridotto se sono eseguite prove di carico dinamiche sostitutive, da tarare con quelle statiche di progetto su pali pilota, e siano effettuati controlli non distruttivi su almeno il 50% dei pali, per verificarne lunghezza e integrità strutturale. In ogni caso, deve essere eseguita almeno una prova di carico statica.

Per fondazioni su pali di opere che ricadono in condizioni ambientali particolarmente severe, quali ad esempio le strutture offshore con elevato battente d'acqua, si può fare riferimento a specifiche normative di comprovata validità.

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, non compromettendone l'integrità strutturale.
A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

A) prove geofisiche;
B) carotaggio continuo meccanico;
C) scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'Impresa provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

9.5.2.1 - Prove geofisiche

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti.
Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di diametro $\geq$ 800 mm.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.
I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.
Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite dall'Impresa, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dalle Norme Tecniche d'Appalto.
Con riferimento ai soli pali trivellati, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 5% del numero totale dei pali con un minimo di due.
Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possono scorrere le sondine di emissione e ricezione degli impulsi. Nei fori si dovranno inoltre eseguire delle misure inclinometriche, al fine di ricavare la distanza tra foro trasmittente ed il foro ricevente.
I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.
Gli stessi saranno almeno due per pali aventi diametro $\leq$ 1200 mm ed almeno tre per diametri superiori.
Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmittente e ricevente.

9.5.2.2 - Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta.
Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.
Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.
Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.
Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiacca di cemento immessa dal fondo foro.
Il carotaggio si eseguirà a cura e spese dell'Impresa, quando ordinato della Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della medesima.

9.5.2.3 - Scavi attorno al fusto del palo

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4,0÷5,0 m di palo. Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva. Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva. Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

9.5.2.4 – Prova di integrità del palo con cavi termici, metodo TIP

Lo scopo di questa tecnica d'indagine è la verifica dell'integrità dei pali di fondazione con l'obiettivo di individuare eventuali anomalie lungo il fusto relative a variazioni repentine di diametro, inclusioni o interruzioni lungo la sezione. Il metodo TIP consente la valutazione dei difetti anche nella parte corticale del palo, all'esterno della gabbia di armatura oltre ad individuare le eventuali caratteristiche scadenti del materiale costituente la punta del palo.

Il metodo TIP utilizza dei Cavi termici.

L'esecuzione della prova di integrità con Cavi termici, Thermal Wire Method, prevede l'uso di cavi strumentati con una serie di sensori termici posti ogni 50 cm (e una stessa quantità di unità di acquisizione chiamate TAP (Thermal Acquisition Port) che permettono la memorizzazione dei dati derivanti dai sensori posti lungo il cavo. I cavi termici vengono fissati alla gabbia d'armatura, a fianco o al posto dei tubi di ispezione per il Cross-hole. Ogni cavo termico viene collegato ad una unità di acquisizione posta sulla testa del palo, la quale memorizza i dati di temperatura ad intervalli regolari (solitamente 15 minuti), almeno fino a quando non si raggiunge la temperatura di picco.

I dati acquisiti possono venire raccolti in qualsiasi momento dopo la fine della prova, sconnettendo le unità di acquisizione dai cavi e connettendole all'unità di elaborazione che permette una prima valutazione del profilo termico. Successivamente i dati vengono rielaborati con un software specifico che permette un'analisi, sezione per sezione, e l'individuazione di eventuali difetti.

L'elaborazione ha lo scopo di determinare la forma del palo in formato 3D, evidenziando ingrossamenti, restringimenti, cavità, interruzioni di profilo ecc. In aggiunta sarà individuata la posizione esatta della gabbia d'armatura e di conseguenza lo spessore di copriferro lungo il fusto. Particolare attenzione sarà posta sulla punta del palo individuando potenziali mescolamenti tra terreno e calcestruzzo. L'indagine è comprensiva delle fasi di:

a) **predisposizione delle prove**, comprendente il trasporto a/r sia del personale sia dell'attrezzatura di prova all'interno del cantiere e suoi successivi spostamenti anche ripetuti, l'installazione dell'attrezzatura e della strumentazione, nonché la predisposizione di quanto necessario per alimentarla ed il ripiegamento dell'attrezzatura a fine prove. I cavi termici vanno installati sulla gabbia d'armatura, equidistanti sulla circonferenza, in numero pari ad una quantità di almeno uno ogni 40 cm di diametro (minimo 3 cavi). Fissare i cavi termici lungo l'armatura utilizzando fascette di plastica con distanza non superiore a 50 cm. Calare le gabbie provvedendo ad unire i cavi per ogni spezzone di gabbia utilizzando gli appositi connettori. Fatto il getto collegare le unità di acquisizione, TAP, ai singoli cavi e si procede ad attivare la memorizzazione ogni 15 minuti.
b) **esecuzione della prova**, Dopo 48 ore scollegare le unità per ricollegarle alla unità di elaborazione e scaricare i dati memorizzati. Procedere ad una prima elaborazione in campo, attraverso l'unità di elaborazione, per valutare la perfetta esecuzione del palo. I dati saranno elaborati successivamente, attraverso lo specifico software TIP, per l'individuazione degli eventuali difetti e la costruzione del modello 3D.
c) **restituzione dei risultati di prova**, comprendente la redazione della relazione esplicativa dei risultati della prova in triplice originale (in formato cartaceo e pdf), Il resoconto di prova deve includere:
    - nome degli sperimentatori e dei presenti;
    - data e ora della prova;

- caratteristiche geometriche dell'elemento in prova;
- metodo di fissaggio dei cavi e loro posizione;
- caratteristiche tecniche principali della strumentazione utilizzata;
- risultati della elaborazione;
- foto sia della armatura con i cavi sia del palo finito con gli strumenti a monitoraggio.

9.5.2.5 – Prove dinamiche su pali di fondazione, metodo Case

Lo scopo di questa prova è la verifica della portanza di pali di qualsiasi diametro o fondazioni profonde in condizioni limite e di esercizio come previsto nel NTU – D.M. 17/01/2018 punto 6.4.3.7.1, in combinazione alle prove statiche.

La prova consiste nell'applicazione di un carico dinamico con una forza assiale fino al raggiungimento di 1,5 volte l'azione di progetto (o 2,5 volte per pali campione) e determinazione della portata statica assiale allo stato ultimo dei pali di fondazione mediante la conoscenza di forza e velocità indotte da un sistema di sollecitazione impulsivo, generata da una massa in caduta libera, rilevando l'andamento della deformazione e dell'accelerazione indotta alla testa del palo.

La sollecitazione avverrà tramite una massa di caduta di peso superiore al 1% del carico di progetto e dovrà essere gestita da un sistema meccanico o oleodinamico che garantisca la perfetta assialità della linea di caduta con l'asse del palo.

La massa di caduta dovrà essere confinata, nel suo percorso di caduta, all'interno di un telaio o tubo che ne garantisca il movimento senza oscillazioni e con un contatto perfettamente parallelo alla superficie di contatto del palo.

La procedura di rilascio della massa, per motivi di sicurezza, dovrà avvenire da una altezza variabile fino al massimo 120 cm.

La massa sarà lasciata cadere sulla testa del palo da diverse altezze, a passi crescenti di 20 cm, fino al raggiungimento dell'energia necessaria a far entrare in gioco tutte le resistenze del sistema palo-terreno.

Strumentazione della testa del palo con 2 coppie di sensori costituite ognuna da un estensimetro ed un accelerometro. Gli strumenti saranno posizionati ad una distanza dalla testa di almeno 1,5 volte il diametro del palo.

Una prima elaborazione, in tempo reale, dovrà fornire tutta una serie di risposte, forza applicata, deformazione della testa, accelerazione della testa, eventuali difetti lungo il palo, che consentano di gestire l'avanzamento della prova fino al raggiungimento del carico voluto.

capacità portante.

Il Metodo Case oltre alla capacità portante in esercizio permette la valutazione della portata limite ultima.

La prova è comprensiva delle fasi di:

1) **predisposizione della prova** comprendente il trasporto a/r sia del personale sia dell'attrezzatura di prova all'interno del cantiere, l'installazione dell'attrezzatura e della strumentazione, nonché la predisposizione di quanto necessario per alimentarla (gruppo elettrogeno o allaccio elettrico) ed il ripiegamento dell'attrezzatura a fine prova. Il palo va liberato per una altezza che permetta agli operatori di installare i sensori che vanno posti ad una distanza dalla testa pari a 1,5 volte il

diametro del palo. Vanno predisposte, attraverso scarifica, due superfici piane di circa 20 x 20 cm, diametralmente opposte nella posizione dove andranno fissati i sensori.

2) **esecuzione della prova** che prevede la fase di sollecitazione del palo grazie all'utilizzo di maglio oleodinamico o similare, controllato a distanza attraverso telecomando che consenta di operare in assoluta sicurezza, con caratteristiche predeterminate in base alla prova di: massa battente, peso complessivo, altezza max di caduta, dimensione impronta, diametro ingombro, altezza a chiuso. I sensori comunicano con l'unità di acquisizione dati (PC+software) mediante stazione wireless che permette l'acquisizione continua in tempo reale della forza trasmessa al palo, dello spostamento della testa del palo ed il conseguente valore indicativo di resistenza totale sistema palo-terreno calcolata col metodo Case. Tra i parametri necessari per l'elaborazione dei segnali, oltre ad alcune caratteristiche geometriche e meccaniche quali la sezione del palo, la lunghezza del palo nel terreno e dal punto di montaggio sensori, l'energia di caduta maglio e la costante di smorzamento, vi è la velocità di propagazione delle onde ed il modulo elastico del palo. Allo scopo dovrà essere utilizzata una apparecchiatura ultrasonica che permette di misurare la velocità di propagazione di impulsi ultrasonici (campo 15÷200 KHz) sul palo mediante l'utilizzo di una sonda trasmittente (su un lato del palo) ed una ricevente (sul lato opposto) collegati all'unità di elaborazione dati. Dalla velocità di trasmissione delle onde si risale alla Resistenza e al Modulo elastico del cls;
3) **restituzione dei risultati di prova,** comprendente la redazione della relazione esplicativa dei risultati della prova secondo le indicazioni del Direttore dei Lavori (es: diagrammi e interpretazione dei risultati, ecc..), in triplice originale (in formato cartaceo e pdf), inoltre Il resoconto di prova deve includere:

- nome degli sperimentatori e dei presenti;
- data e ora della prova;
- caratteristiche geometriche dell'elemento in prova;
- identificazione inequivocabile delle posizioni di carico e misura;
- caratteristiche tecniche principali della strumentazione utilizzata;
- temperatura ambiente;
- andamento temporale dei valori rilevati sottoforma di tabella e grafico.
- allegare le foto della zona di carico e di misura.

Art. 10 - Fanghi bentonitici

10.1 - Definizione e campi di applicazione

I fanghi bentonitici da impiegare negli scavi per l'esecuzione di diaframmi in c.a., nella realizzazione di perfori per l'esecuzione di pali trivellati, saranno ottenuti miscelando, fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua;
- bentonite in polvere;
- additivi eventuali (disperdenti, sali tampone, ecc.).

10.2 - Preparazione del fango

Le bentoniti impiegate dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

-	residui al setaccio n. 38 della serie UNI n. 2331-2332:	< 1%
-	tenore di umidità:	< 15%
-	limite di liquidità:	> 400
-	viscosità 1500÷1000 MARSH della sospensione al 6% in acqua distillata:	> 40s
-	decantazione della sospensione al 6% in 24 h:	< 2%
-	acqua "libera" separata per pressofiltrazione di 450 cm^3 della sospensione al 6% in 30 min alla pressione di 0,7 MPa:	< 18 cm^3
-	pH dell'acqua filtrata:	> 7 < 9
-	spessore del pannello di fango "cake" sul filtro della filtro pressa:	2,5 mm

Il dosaggio in bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare non inferiore al 4,5% e non superiore al 9%, salva la facoltà della Direzione Lavori di ordinare dosature diverse.
Gli additivi dovranno essere prescelti tenendo conto della natura e dell'entità degli elettroliti presenti nell'acqua di falda in modo da evitare che essa provochi la flocculazione del fango.
La miscelazione sarà eseguita in impianti automatici con pompe laminatrici o mescolatori ad alta turbolenza accoppiati a cicloni ed operanti a circuito chiuso e con dosatura a peso dei componenti.
Le attrezzature impiegate per la preparazione della sospensione dovranno comunque essere tali da assicurare la suddivisione minuta delle particelle di bentonite sospesa.
In ogni caso dovranno essere installate vasche di adeguata capacità (> 20 m^3) per la "maturazione" del fango, nelle quali esso dovrà rimanere per 24 h dopo la preparazione prima di essere impiegato nella escavazione.
Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:

- peso specifico non superiore a 1,08 t/m^3;
- viscosità MARSH compresa tra 38 s e 55 s.

10.3 - Trattamento del fango

L'Impresa dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentano di contenere entro limiti ristretti la quantità di materiale trattenuto in sospensione.
L'efficacia di tali apparecchiature dovrà essere tale da mantenere le caratteristiche del fango presente nel foro entro i limiti seguenti:

- peso di volume < 1,25 t/m^3, nel corso della escavazione;
- contenuto percentuale volumetrico in sabbia < 6%, prima dell'inizio delle operazioni di getto.

Le determinazioni dei valori sopraindicati saranno condotte su campioni di fango prelevati a mezzo di apposito campionatore per fluidi in prossimità del fondo del cavo.
Per riportare le caratteristiche del fango ai limiti indicati esso deve essere fatto circolare per il tempo necessario, prelevandolo con una condotta aspirante dal fondo del cavo e facendolo passare attraverso separatori a ciclone (od apparecchi di pari efficacia) prima di reimmetterlo nel cavo.

In alternativa il fango nel cavo dovrà essere sostituito in tutto o in parte con fango fresco; il fango estratto sarà in tal caso depurato in un secondo tempo oppure convogliato a rifiuto presso discariche autorizzate nel rispetto delle vigenti norme di Legge.

10.4 - Controllo del fango

Per il controllo della qualità del fango si eseguiranno, a cura e spese dell'Impresa e in contraddittorio con la Direzione Lavori, determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:

A) peso di volume;
B) viscosità MARSH;
C) contenuto in sabbia;

ripetendo le misure con la frequenza e le modalità di prelievo sotto indicate. Fanghi freschi maturati (determinazione delle caratteristiche A e B):

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

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

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

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

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

  La Direzione lavori potrà richiedere ulteriori controlli delle caratteristiche dei fanghi bentonitici impiegati, in particolare nella fase iniziale di messa a punto delle lavorazioni.

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

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

si ricorrerà a cura e spese dell'Impresa, a Laboratorio Ufficiale.

10.5 - Prove di controllo

Caratteristiche e modalità d'uso delle apparecchiature che dovranno essere a disposizione in cantiere.

10.5.1 - Misure del peso specifico o di volume

Si userà di regola una bilancia che consiste in un'asta graduata in g/l imperniata al basamento e munita ad un estremo di contrappeso ed all'altro di un contenitore per il fango.

Quest'ultimo una volta riempito di fango sarà chiuso con un coperchio forato; si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che del fango fuoriesca dal foro.

Successivamente si avrà cura di pulire l'esterno del contenitore e del coperchio.

Si sposterà il cursore posto sull'asta finché questa assumerà una posizione orizzontale, individuata dalla bolla della livella montata sull'asta.

In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume del fango racchiuso nel contenitore.
Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a 1000 g/l; in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso. L'approssimazione delle misure dovrà essere di ±5 g/l.

10.5.2 - Misura della viscosità

Si userà di regola l'imbuto di MARSH che consiste in un recipiente tronco - conico, avente la forma e le dimensioni seguenti: diametro della base superiore 152 mm (6"), altezza del tronco di cono 305 mm (12"); base inferiore costituita da ugello cilindrico di diametro interno 4,76 mm (3/16") e altezza 50,8 mm (2").
Si riempirà l'imbuto tenendo manualmente otturato il tubicino.
Durante il riempimento si avrà cura di fare passare il fango attraverso la reticella che è posta sulla bocca del recipiente permettendo così il filtraggio delle eventuali impurità.
La viscosità del fango sarà determinata misurando il tempo di deflusso del contenuto del cono compreso tra il livello corrispondente ad un riempimento di 1500 cm^3 e il livello corrispondente 500 cm^3.

10.5.3 - Misura del pH

Questa misura si effettuerà usando delle speciali cartine reagenti dotate della capacità di assumere per ogni valore del pH un particolare colore. Dopo avere immerso la cartina nel fango, si confronterà il colore che la cartina ha assunto con quelli di riscontro: il corrispondente colore indicherà il valore del pH del fango.
Si avrà cura di non toccare con le mani la cartina reagente per non falsare la misura.

10.5.4 - Misura del contenuto in sabbia

Si userà di regola un sabbiometro costituito da: una provetta conica graduata, un imbuto ed un filtro con rete a 200 MESH.
Si riempirà di fango la provetta fino al primo livello; poi si aggiungerà acqua fino al secondo livello indicato sulla provetta stessa.
Si otturerà con il pollice la bocca della provetta e si agiterà energicamente in modo da diluire il fango con l'acqua.
Si verserà il contenuto della provetta attraverso il filtro avendo cura di sciacquare la provetta con acqua pulita.
Si porrà quindi l'imbuto sulla provetta lavata e su di esso si disporrà il filtro rovesciato in modo che tutte le parti sabbiose trattenute cadano nella provetta.
Lavando il filtro con acqua pulita si farà scendere tutta la sabbia nella provetta e la si farà decantare.
Si leggerà direttamente sulla graduazione della provetta il contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango esaminato.

10.5.5 - Misura dell'acqua libera e dello spessore del "cake"

Si userà una filtropressa che è di regola costituita da un telaio sul quale viene alloggiato un contenitore cilindrico munito superiormente di una apposita vite di blocco ed inferiormente di un tubicino che lo collega ad un cilindretto graduato.
Il contenitore a sua volta è composto, dal basso verso l'alto, dai seguenti elementi: un basamento, nel quale è inserito il tubicino; una guarnizione di gomma; una reticella; un disco di carta filtro; un'altra guarnizione di

gomma; una cella; una terza guarnizione di gomma; un coperchio (predisposto per essere collegato ad una bomboletta di CO_2).
Per l'uso si assemblerà la cella con il basamento avendo cura di usare ogni volta un disco di carta da filtro nuovo.
Quindi si riempirà la cella con fango fino a 6 mm dal bordo superiore della cella.
Poi si monterà il coperchio e si alloggerà la cella nel telaio bloccandola permanente con la vite di pressione.
Poi si monterà la bomboletta di CO_2 e si darà pressione alla cella controllando che la pressione della cella sia di 7 bar.
Nello stesso momento in cui si darà pressione si farà scattare il cronometro e si misurerà l'acqua che esce dal tubicino posto al fondo della base della cella.
L'acqua sarà raccolta nel cilindretto graduato.
Le misure in cm^3 verranno effettuate dopo 30 minuti primi ed indicheranno il valore di acqua libera del fango esaminato.
Finita la prova si estrarrà la carta da filtro e si misurerà lo spessore in millimetri del pannello di fango (cake) formatosi sul filtro.

Art. 11 - Conglomerati cementizi semplici e armati (normali e precompressi)

Tutto il calcestruzzo utilizzato, sia prodotto in cantiere sia in uno stabilimento esterno al cantiere, dovrà essere confezionato con processo industrializzato, mediante impianti idonei ad una produzione costante, con personale e attrezzature capaci di valutare e correggere la qualità del prodotto.
Gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo della produzione e di un sistema di gestione della qualità secondo UNI EN 9001 certificato da un organismo terzo indipendente.
Per gli aspetti attinenti alla tecnologia del conglomerato cementizio, l'Appaltatore dovrà avvalersi della collaborazione di un tecnologo qualificato il cui curriculum dovrà essere sottoposto all'approvazione del Direttore dei Lavori.
Per il calcestruzzo fornito da un preconfezionatore esterno l'Appaltatore dovrà garantire il rispetto delle specifiche del presente Capitolato Speciale.

11.1 - Materiali

11.1.1 - Cemento

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza, ad alta resistenza e rapido indurimento.
Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:

- cemento tipo III;
- cemento tipo IV;
- sono ammessi inoltre i cementi di tipo I, II e V con tenore di alluminato tricalcico (C_3Al) < 5% che la cementeria, dovrà garantire specificando il metodo di misura, a condizione che il rapporto acqua cemento sia inferiore dello 0,05 rispetto a quello prescritto per i cementi di tipo III e IV e che la resistenza effettiva del conglomerato risulti superiore di almeno 5 MPa rispetto a quella richiesta per conglomerati confezionati con cementi di tipo III e IV. I maggiori oneri per la sostituzione del cemento sono a carico dell'Impresa.
  L'utilizzo dei cementi di tipo I, II e V non è, in qualsiasi caso, consentito per la realizzazione di conglomerati cementizi di tipo I e di tutti i manufatti prefabbricati.

L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.
La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'istituto ICITE CNR e dal relativo marchio.
A cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovranno essere verificate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/5/1965 n. 595 D.M. 3/6/1968 e D.M. 13/9/1993 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni 300 t o frazione).
Ad ogni carico di cemento giunto in cantiere, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori, copia fotostatica del Documento di Trasporto ed il certificato d'origine prodotto dalla cementeria, attestante la conformità alle vigenti norme sulle caratteristiche del legante.
Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.
È facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.
È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.
È ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presenti Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

11.1.2 - Aggregati

Saranno impiegati esclusivamente aggregati muniti di Attestato di conformità CE, per i quali il produttore attui un controllo di produzione in fabbrica certificato da un Organismo notificato e dotati di marcatura CE.
Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520 parte 2ª aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima, salvo particolari deroghe di carattere eccezionale che la Direzione Lavori, previa attenta valutazione delle locali condizioni di reperibilità degli aggregati, potrà concedere esclusivamente riguardo ai valori di perdita in massa per abrasione; in caso di deroga, la classe di resistenza progettualmente prevista, esclusivamente per i conglomerati cementizi di tipo I e II, dovrà essere aumentata di 5 MPa, all'Impresa nulla sarà dovuto per questo aumento di classe.
Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, quarzo ad estensione ondulata, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella 11 A).
A cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali.
Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.
Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella tabella 11 A e comunque almeno una volta all'anno.
Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

TABELLA 11 A - Caratteristiche degli Aggregati

CARATTERISTICHE	**PROVE**	**NORME**	**TOLLERANZA DI ACCETTABILITÀ**
Gelività degli aggregati	Gelività	UNI EN 1367-1	perdita di massa <4% dopo 10 cicli
Assorbimento aggregato grosso Per classi di esposizione XF	Assorbimento	UNI EN 1097-7	< 1%
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI 1097-2	perdita di massa L.A. 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità alle soluzioni solfatiche	UNI EN 1367-2	perdita di massa dopo 5 cicli $\leq$10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli aggregati	UNI EN 1744-1	$SO_3 \leq 0,1\%$
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI 8520 parte 15	ES $\geq$ 80 VB $\leq$ 0,6 cm^3/g di fini
Presenza di pirite, marcasite, pirrotina e quarzo ad estinzione ondulata	Analisi petrografica	UNI EN 932-3	assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva, incluso quarzo ad estinzione ondulata	Potenziale reattività dell'aggregato - prova accelerata su provini di malta; Potenziale attività delle miscele cemento aggregati - metodo del prisma di malta	UNI 8520 parte 22	Espansione < 0,1% Espansione < 0,005% a 3 mesi oppure < 0,1% a 6 mesi
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN 1744-1	Cl $\leq$ 0,1% rispetto al peso di cemento per c.a.p. e < 0,2% per c.a. normale
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma SI e di appiattimento FI	UNI EN 933-3 UNI EN 933-4	FI e SI $\geq$0,15 (Dmax=32 mm) FI e SI $\geq$0,12 (Dmax=64 mm)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8.000 m^3 di aggregati impiegati.		

Nella tabella 11 A sono riepilogate alcune delle principali prove cui devono essere sottoposti gli aggregati, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un D max fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un D max fino a 64 mm).
Controlli in tal senso sono richiesti con frequenza di una prova ogni 8000 mc impiegati.
La curva granulometrica delle miscele di aggregato per conglomerato cementizio dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà permettere di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).
La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni 1000 mc di aggregati impiegati.
Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.
All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.
Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.
La dimensione massima (Dmax) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5 mm;
- minore di 1,3 volte lo spessore del copriferro tranne che per interni di edifici (norma UNI 8981/5).

Per realizzare conglomerati cementizi per strati coibenti, colmature di solai di copertura, ecc., si dovrà utilizzare come aggregato, un metro cubo di argilla espansa per ogni 200 kg di cemento.

11.1.3 - Acqua di impasto

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'art. 2.
Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati.
Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).
L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro.
In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione.
La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.
L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta" della Norma UNI 8520 parte 5).

11.1.4 - Additivi

Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI EN 934-2, UNI 10765.
L'Appaltatore dovrà impiegare esclusivamente additivi muniti di Attestato di conformità CE, per i quali il produttore attui un controllo di produzione in fabbrica certificato da un Organismo notificato e dotati di

marcatura CE. I produttori dovranno operare con un sistema di gestione della qualità certificato secondo UNI 9001.
L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.
Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.
Ad ogni carico di additivo giunto in cantiere, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione lavori, copia fotostatica del documento di trasporto ed il certificato d'origine fornito dal produttore, che attesti la Conformità, a quanto preliminarmente approvato, circa le caratteristiche dell'additivo.
La quantità di additivo liquido che superi 3 l/m^3 di calcestruzzo deve essere presa in conto nel calcolo del rapporto a/c.
Gli additivi dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nel premiscelatore in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

11.1.4.1 - Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità (vedi tab. 11 C) si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori.
A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante-aerante, fluidificante-ritardante e fluidificante-accelerante.
Non dovranno essere impiegati additivi a base di cloruri o contenenti cloruri di calcio.
Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore.
Per conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità, se previsti in progetto, dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti a base acrilica (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 20%).

11.1.4.2 - Additivi aeranti

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti normalizzati nella UNI EN 934-2.
La percentuale di aria inglobata varierà secondo quanto riportato nella tabella 11 B in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (Dmax) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI EN 12350-7.
L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché, per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella.
Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260.

TABELLA 11 B - Dosaggio richiesto di aria inglobata

Dmax Aggregati (mm)	% aria aggiunta

10,0	4,5 – 8,5
12,5	4,0 – 8,0
20,0	3,5 – 7,5
25,0	3,0 – 7,0
40,0	2,5 – 6,5
50,0	2,0 – 5,0
75,0	1,5 – 3,0

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nella UNI EN 480-11.
In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsfere di plastica di diametro compreso tra 0,010 e 0,050 mm.
L'Impresa dovrà preventivamente fornire in proposito un'adeguata documentazione, basata sull'esecuzione di cicli gelo-disgelo secondo la Normativa UNI.

11.1.4.3 - Additivi ritardanti e acceleranti

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche, dopo la maturazione a 28 d.
Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti.
I tipi ed i dosaggi impiegati rispondenti alla normativa UNI EN 934-2 o UNI EN 10765 dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

11.1.4.4 - Additivi antigelo

Gli additivi antigelo, che dovranno essere esenti da cloruri, abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi.
Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

11.1.4.5 - Silice ad alta superficie specifica (Silicafume)

Potranno essere impiegati aggiunte minerali in polvere costituiti da silice amorfa ad elevatissima superficie specifica (silicafume), o da superfluidificanti posti su un supporto costituito dalla silice amorfa di cui sopra.
Ciò per ottenere conglomerati cementizi ad elevata lavorabilità, resistenza e durabilità, in particolare in presenza di gelo, disgelo e di sali disgelanti.
La quantità di silicafume aggiunta all'impasto, limitata all'intervallo 5-10% sul peso del cemento più aggiunte, dovrà essere definita in sede di qualifica preliminare d'intesa con il Progettista in relazione alle caratteristiche del calcestruzzo richieste in fase progettuale.
In via preliminare dovrà essere eseguita una verifica del campione mediante immersione di provini in soluzione al 30% di $CaCl_2$ a 278 K per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie.
Le caratteristiche tecniche previste secondo la UNI EN 13263 dovranno essere le seguenti:

Parametro	
SiO_2	>85%
CaO	<1,2%
SO_3	<2,5%
$Na_2O + K_2O$	<4,0%
Cl	<0,2%
Area specifica B.E.T.	20-35 m²/g
Silicio elementare, Si	< 0,5 %

Al fine di ottenere una corretta progettazione del mix design del conglomerato cementizio, ove è previsto l'impiego della silicafume, il rapporto tra la stessa ed il cemento sarà di 1/1, per la distribuzione delle parti fini e la definizione del rapporto a/c (per l'ottenimento delle resistenze inferiori a 7 d l'apporto della silice non dovrà essere presa in considerazione).

11.1.4.6 – Durabilità dei conglomerati cementizi

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura per la presenza di solfati, cloruri, anidride carbonica aggressiva.
La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le norme UNI 8981-1, UNI 8981-2 (2007), UNI EN 206-1 e UNI 11104.
La durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.
In alternativa ad una prova globale di durabilità, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di resistenza ai cicli di gelo disgelo, d'assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.
La prova di resistenza al gelo sarà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i seguenti limiti:

Riduzione del modulo d'elasticità:	20%
Perdita di massa:	2%
Espansione lineare:	0,2%

La prova di permeabilità all'acqua sarà eseguita secondo la Norma ISO 7031. Si richiede una penetrazione media non superiore a 50mm.
La prova di permeabilità all'ossigeno sarà eseguita secondo UNI 11164. Per calcestruzzo impermeabile si richiede un coefficiente di permeabilità non superiore a 1,5 x 10-17 mq.

11.2 - Tipi e classi dei conglomerati cementizi

Ai fini delle presenti Norme Tecniche di Appalto, vengono presi in considerazione tipi e classi di conglomerato cementizio:

- i "tipi" sono definiti nella tabella 11 C, nella quale sono indicate alcune caratteristiche dei conglomerati cementizi e sono esemplificati i relativi campi di impiego;

- le "classi" indicano la resistenza caratteristica cubica del conglomerato cementizio a ventotto giorni di maturazione, espressa in MPa.

Ai fini dell'utilizzo della tabella seguente il progettista avrà provveduto ad assegnare a ciascun elemento strutturale l'opportuna classe di esposizione conformemente alle prescrizioni contenute nel prospetto 1 della UNI 11104 (allegato 20.1), tenendo anche in considerazione la tabella dell'allegato 20.2.
Per tutte le strutture immerse o contro terra deve essere accertata la composizione dell'acqua e/o del terreno, allo scopo di assegnare la corretta classe di esposizione.
Le prescrizioni della sottostante tabella sono vincolanti, salvo il caso di ristrutturazioni per le quali il progettista potrà motivare la scelta di classi di resistenze diverse.

TABELLA 11 C - Tipi di impiego e classi dei conglomerati cementizi (Norme UNI 11104)

TIPO DI CLS	CLASSI DI ESPOSIZIONE	CEMENTI AMMESSI a)	MASSIMO RAPPORTO A/C	MINIM O DOSAGGIO DI CEMENTO	CLASSI DI RESISTENZA MINIME Rck	CONSISTENZA AL CONO UNI EN 12350-2
I	XC4, XS1, XF1	CEM I CEM II CEM III CEM IV	0,50	340	40 MPa	S4, S5
II	XA2 XA3	CEM III - IV CEM III - IV	0,50 0,45	340 360	40 MPa 45 MPa	S4, S5 S4, S5
III	XF2 XF4	CEM III, IV CEM III, IV (con aria aggiunta ad escl. precompr.)	0,50 0,45	340 360	30 MPa 35 MPa	S4, S5 S4, S5
IV	XC3, XA1	CEM III CEM IV	0,55	320	35 MPa	S4, S5
V	XC2 XA2 XA3	CEM III - IV CEM III - IV CEM III - IV	0,60 0,50 0,45	300 340 360	30 MPa 40 MPa 45 MPa	S4, S5 S4, S5
VI	X0	TUTTI			15 MPa	

11.3 - Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. in vigore).
L'Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, avuto particolare riferimento a:

- classe di esposizione in funzione delle condizioni ambientali (UNI EN 206-1);
- resistenza caratteristica a compressione R_{ck};
- durabilità delle opere (UNI 8981-1 e -2);
- lavorabilità (abbassamento al cono di ABRAMS UNI EN 12350-2);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- eventuali tipi di additivi e di aggiunte minerali e relativi dosaggi ottimali da utilizzarsi;
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI EN 12390-5;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134);
- resistenza a trazione indiretta (UNI 6135);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI EN12350-7);
- ritiro idraulico (UNI 6555);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (ISO DIS 7032) (DIN 1048);
- accorgimenti da adottare in caso di lavorazioni da eseguirsi in presenza di temperature rigide (al di sotto di 278 K);
- in caso di maturazione accelerata a vapore: descrizione del ciclo termico e descrizione dell'impianto che l'Impresa intenderà utilizzare.

11.3.1 – Dossier di Prequalifica

L'Impresa dovrà prequalificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima della qualifica all'impianto, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori un DOSSIER DI PREQUALIFICA contenente:

a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
d) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
g) i progetti delle opere provvisorie e provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

11.3.2 – Qualifica dell'impianto

La qualifica all'impianto ha lo scopo di verificare sia l'efficienza dell'impianto, che dovrà essere sempre munito di FPC, sia le caratteristiche delle miscele che si devono produrre. I laboratori, saranno sia un Laboratorio Ufficiale o autorizzato indicato dalla Direzione Lavori sia, in parallelo, il laboratorio di cantiere.
Si dovranno effettuare, su almeno tre impasti consecutivi, le seguenti verifiche:

1. il valore medio della resistenza a compressione a 28 giorni (Rm), misurato su almeno 4 prelievi (ciascuno di due provini) deve essere:

- per Rck < 30 N/mmq Rm ≥ 1,25 Rck
- per 30 N/mmq ≤ Rck ≤ 40 N/mmq Rm ≥ 1,20 Rck
- per Rck > 40 N/mmq Rm ≥ 1,15 Rck

con valore minimo di ogni singolo provino Rj ≥ Rck;

dovrà anche essere misurata la resistenza a compressione a 2 e 7 giorni.

2. il valore dell'abbassamento al cono deve essere conforme alla classe di consistenza dichiarata ± 20mm. Salvo requisiti diversi definiti in Progetto o individuati dalla Direzione Lavori in funzione delle condizioni di impiego, la consistenza deve mantenersi:
   - per almeno 60 minuti per temperature fino a 20°C;
   - per almeno 45 minuti per temperature fino a 30°C.
3. deve essere verificata l'omogeneità del calcestruzzo all'atto del getto su due campioni, prelevati rispettivamente a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera; deve risultare:
   - una differenza dell'abbassamento al cono non superiore a 30mm,
   - una differenza tra le percentuali in peso di passante al vaglio a maglia quadrata da 4mm dei due campioni non superiore al 4%
4. il rapporto acqua/cemento determinato secondo le modalità previste nella Norma UNI 6393, non deve differire di + 0.03 da quello dichiarato nella prequalifica;
5. il valore della massa volumica del calcestruzzo fresco dev'essere superiore al 98% del teorico;
6. il bleeding (secondo UNI 7122, p. 5.2) deve essere minore dello 0,1% dell'acqua di impasto.

Le resistenze medie a compressione per ciascun tipo di calcestruzzo, misurate a 2 e 7 giorni sui provini prelevati dall'impasto di prova all'impianto, non devono discostarsi di ± 15% dalle resistenze indicate nella relazione di prequalifica.

Tutti gli oneri e gli eventuali ritardi causati delle ripetizioni delle prove all'impianto di confezionamento saranno a totale carico dell'Appaltatore.

11.3.3 – Autorizzazione ai getti

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la prequalifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio avendo effettuato le prove di qualifica all'impianto di betonaggio, in contraddittorio con l'Appaltatore.

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori; tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori.

Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI 9858/91, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI 9858/91.

In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma; tutto ciò dicasi anche per il calcestruzzo non strutturale utilizzato per spianamenti, sottofondazioni, riempimenti, ecc., che dovrà essere confezionato con materiali idonei ed avere classe di resistenza ≥ di 12/15 MPa.

11.4 - Controlli in corso d'opera

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

11.5 - Resistenza dei conglomerati cementizi

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi, dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità alle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971 (D.M. del in vigore).

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera, per ogni singola parte di essa e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti negli elaborati progettuali.

Per ogni prelievo eseguito dovranno essere confezionati minimo 4 provini, per le strutture in c.a. e minimo 6 provini per le strutture in c.a.p..

Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, secondo le Norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori, o del Responsabile Controllo Qualità Materiali da lui incaricato e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura (UNI 6127).

Con i provini della prima serie (coppia) di prelievi, verranno effettuate presso i Laboratori della Direzione Lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura di seguito elencate:

- 7 d per i cementi armati;
- 3 d e 7 d per i cementi armati precompressi.

Potranno inoltre essere confezionati e sottoposte a prova ulteriori quantità di provini secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori. I risultati delle prove di rottura, effettuati sui provini della prima serie (coppia) di prelievi, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica a compressione a 28 d di maturazione accertato per ciascun tipo e classe di calcestruzzo, non risulti inferiore a quello della classe indicata negli elaborati progettuali.

Nel caso che, la resistenza caratteristica ricavata dalle prove della prima serie di prelievi, risultasse essere inferiore a quella prevista, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata senza che l'Impresa possa accampare per questo alcun diritto.

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

Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali, sui provini della seconda serie di prelievi, risultasse un valore (f_{ck} o R_{ck}) inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata negli elaborati progettuali, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma verrà applicata una penale.

Qualora, poi, la resistenza caratteristica risultasse minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei

provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dal Progettista.
Nulla sarà dovuto all'Impresa se la resistenza (f_{ck} o R_{ck}) risulterà maggiore a quella indicata negli elaborati progettuali.
Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di Laboratorio, sia effettuate presso i laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

11.6 - Durabilità dei conglomerati cementizi

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.
Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati, di cloruri, anidride carbonica aggressiva ecc..
La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 8981/87 e 9858/91.
La Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione delle istruzioni di cui alla Norma UNI 8981/87) e con l'Impresa, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI.
Devesi tenere conto infatti che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.
Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e la eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti.
In presenza di concentrazioni sensibili di solfati e di anidride carbonica aggressiva nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere osservate le istruzioni di cui alle Norme UNI 8981/87 parte 2a e parte 3a, impiegando i tipi di cemento corrispondenti alle classi di resistenza chimica moderata, alta ed altissima, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 9156/87 e 9606/90; inoltre, per i conglomerati dei tipi II e III, il rapporto acqua cemento dovrà essere inferiore di 0,05 rispetto a quelli della Tabella 11 C.
In alternativa ad una prova globale di durabilità, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di resistenza ai cicli di gelo disgelo, di permeabilità, d'assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.
La prova di resistenza al gelo sarà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti sotto riportati:

-	riduzione del modulo d'elasticità:	20%
-	perdita di massa:	2%
-	espansione lineare:	0.2%

-	coefficiente di permeabilità:	
	. prima dei cicli	10^{-9} cm/sec
	. dopo i cicli	10^{-8} cm/sec

La prova di permeabilità sarà eseguita misurando il percolamento d'acqua attraverso provini sottoposti a pressione d'acqua su una faccia o, se disponibile, secondo il metodo di Figg (specifica riportata al successivo punto 11.8).
La prova d'assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica sarà eseguita secondo il procedimento UNI 7699.
La prova di scagliatura sarà eseguita secondo la relativa Norma UNI in preparazione.
La prova di penetrabilità dello ione cloruro o solfato sarà eseguita secondo la UNI 7928 o rispettivamente 8019.

11.7 - Tecnologia esecutiva delle opere

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. del in vigore) nonché delle Leggi 02/02/1974 n. 64 (D.M. 19/06/1984; D.M. 29/01/1985; DM.LL.PP. 24/01/86; D.M. 04/05/1990; con relative istruzioni e successivi aggiornamenti) e le Norme UNI vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI 9858/91.

11.7.1 - Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.
Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi, delle aggiunte minerali e del cemento; la precisione delle apparecchiature per il dosaggio e i valori minimi saranno quelli del punto 9.1.2.2 del prospetto della Norma UNI 9858; dovrà essere controllato il contenuto d'umidità degli aggregati.
Alla fine d'ogni turno di lavoro l'Impresa dovrà trasmettere al Responsabile del Controllo Qualità dei Materiali, incaricato dal Direttore dei Lavori, copia dei tabulati riportanti i dati di carico d'ogni impasto eseguito durante il turno stesso.
La mancata consegna dei tabulati comporterà la non accettazione del conglomerato cementizio prodotto durante l'intera giornata lavorativa.
La dosatura effettiva degli aggregati e del cemento dovrà essere realizzata con precisione del 3%.
Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta l'anno e comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.
Per l'acqua è ammessa anche la dosatura a volume.
La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 3% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.
I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua degli additivi e delle aggiunte dovranno essere del tipo individuale.
Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).
I silos del cemento degli additivi e delle aggiunte minerali debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.
Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti d'omogeneità di cui ai successivi paragrafi.
L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).
Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa e reso noto alla Direzione Lavori in sede di prequalifica dei conglomerati cementizi.
Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta d'additivi fluidificanti, e l'aggiunta sarà registrata sulla bolla di consegna.
Si pone assoluto divieto all'aggiunta d'acqua durante le operazioni di getto.
La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 273 K, salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare, tenuto conto di quanto esposto nel paragrafo che segue.

11.7.1.1 - Disposizioni alle quali attenersi per la realizzazione (confezione, getto, stagionatura e disarmo) del conglomerato cementizio, in presenza di temperature inferiori ai 278 K (soglia minima al di sotto della quale sono messi in crisi i normali tempi di maturazione) nonché in presenza di temperature al di sotto di 273 K

Affinché il materiale sottoposto alle temperature esterne sopraccitate non subisca danni irreparabili dovuti ad aumento di volume, (formazione del ghiaccio) e quindi al generarsi di tensioni interne, si rende necessaria l'adozione (in ordine cronologico) dei seguenti accorgimenti:

1- Rimuovere dall'interno dei casseri e della superficie dei ferri d'armatura eventuali residui di ghiaccio o di brina eventualmente venutasi a formare durante le ore in cui la temperatura subisce i cali maggiori (es. ore notturne).
2- Riscaldare il conglomerato cementizio durante la miscelazione attraverso il riscaldamento dei suoi ingredienti (prioritariamente l'acqua).
3- Calcolare il raffreddamento del calcestruzzo durante il trasporto.
4- Tenere conto dell'inevitabile raffreddamento del conglomerato cementizio durante il getto dalla betoniera nel cassero.
5- Isolare termicamente il getto per mantenere la temperatura a minimo 283 K riducendo la dissipazione del calore d'idratazione sviluppata.

Come si evince dalla lettura dei punti 2 e 3, l'Impresa, oltre a dover rispettare i parametri dichiarati in sede di studio progettuale, dovrà garantire una temperatura del conglomerato cementizio, tale da permettere l'ottenimento, durante la fase di maturazione, di minimo 283 K.
Al fine di conferire al getto un adeguato isolamento termico, atto a mantenere una temperatura costante di 283 K all'interno dei casseri, risulta necessario coibentare i casseri stessi, nonché proteggere le superfici esposte (solette) con idonee coperture.
Tutto ciò premesso, nella scelta degli accorgimenti occorrerà tenere conto dei seguenti parametri:

- spessore minimo della struttura;
- temperatura dell'ambiente;
- dosaggio di cemento;
- resistenza termica del cassero e dell'eventuale protezione aggiuntiva, affinché sia garantita la temperatura di cui sopra per un periodo minimo di permanenza nei casseri del conglomerato di 7 (sette) giorni.

  Le disposizioni di cui sopra non sostituiscono, ma integrano, quelle che devono essere le caratteristiche peculiari di un conglomerato cementizio qualitativamente elevato, ossia il mantenimento del rapporto acqua/cemento entro il limite richiesto, un'adeguata lavorabilità tale da consentire un regolare deflusso ed assestamento del conglomerato entro i casseri e tra i ferri d'armatura, la quantità d'aria microcclusa in funzione del diametro massimo (D max) dell'aggregato ed infine, una corretta maturazione affinché si prevenga la formazione di fessure da "ritiro plastico".

  I dettagli operativi, atti a garantire le prestazioni richieste, saranno inseriti dall'Impresa nello studio progettuale, secondo quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

11.7.2 - Trasporto

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

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca d'uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

La durata massima consentita del trasporto dipenderà essenzialmente dalla composizione del calcestruzzo e dalle condizioni atmosferiche; all'atto dello scarico dovrà essere controllata l'omogeneità dell'impasto con la prova indicata nei seguenti paragrafi. È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

Questi ultimi, una volta rifiutati, non potranno essere oggetto d'eventuali "correzioni" ma dovranno essere definitivamente ed insindacalmente riposti nell'apposito sito predisposto dall'Impresa.

11.7.3 - Posa in opera

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posto le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento d'eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani d'appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa d'opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.
Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità d'applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.
La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.
Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.
A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data d'inizio e di fine dei getti e del disarmo.
Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.
Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.
Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di staggie vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale; saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm.
Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.
Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, secondo i casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti saranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo.
È poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri siano fissati nell'esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato. Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.
A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.
È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.
L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.
Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata; gli eventuali giunti di costruzione saranno sigillati, così come previsto nelle presenti Norme Tecniche.
La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti siano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni, durante le ore notturne ed anche in giornate festive, senza che all'Impresa non spetti nulla di più di quanto previsto contrattualmente.
In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico.
Queste saranno realizzate mediante spruzzatura d'additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio.
Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.
La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278 e 303 K.

11.7.4 - Stagionatura e disarmo

11.7.4.1 - Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.
A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 d, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.
I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.
Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 : tipi 1 e 2.
La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.
In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.
È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro d'alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5÷1,5 kg/m^3.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure d'apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

11.7.4.2 - Maturazione accelerata a vapore

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono secondo il disposto del punto 10.7 della Norma UNI 9858/91:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K, dopo le prime 4 h dall'impasto non deve superare 313 K;
- il gradiente di temperatura non deve superare 20 K/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (i valori singoli devono essere minori di 338 K);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 K/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita d'umidità per evaporazione.

11.7.4.3 - Disarmo e scasseratura

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

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze e comunque mai prima di 48 (quarantotto) ore.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

11.7.4.4 - Protezione dopo la scasseratura

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma UNI 9858/91; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI 9858.

11.7.5 - Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso d'esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera d'apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere d'interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni d'opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere d'adattamento d'infissi o

impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.
Quando previsto in progetto, le murature in conglomerato cementizio saranno rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento.
Qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate, nulla è dovuto all'Impresa per gli eventuali oneri che dovessero derivarle dalla necessità di coordinare le rispettive attività.

11.7.6 - Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto 11.5 riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.
In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding).
La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono d'ABRAMS (slump), come disposto dalla Norma UNI 9418/89. Detta prova sarà effettuata ad ogni autobetoniera, nei pressi del getto, dal personale del laboratorio dell'Impresa o dal personale dei laboratori di fiducia della Direzione Lavori.
Quando la consistenza prevista progettualmente è definita come S1, S2, S3, S4 e S5, l'effettivo abbassamento in centimetri cui fare riferimento per la valutazione della prova sarà quello riportato nello studio progettuale.
Ad ogni controllo sarà redatto un apposito rapporto di prova strutturato secondo le indicazioni della Direzioni Lavori.
Qualora l'abbassamento, con tolleranza di ± 1 cm, non fosse quello progettualmente previsto l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere; sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto d'eventuali manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.
Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi 2 e 23 cm.
Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI 8020/89 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI 9419/89.
La prova d'omogeneità sarà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4 mm.
La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%.
Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.
La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta s'impieghi un additivo aerante e dovrà essere effettuata sul contenuto d'ogni betoniera, dal personale del laboratorio dell'Impresa e dal personale del laboratorio della Direzione Lavori; quando il contenuto percentuale d'aria microoclusa non sarà quello preliminarmente stabilito, l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere.
Sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto d'eventuali manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.
Essa sarà eseguita secondo la Norma UNI 6395/72.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI 6393/88, almeno una volta per ogni giorno di getto.
In fase d'indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.
Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre l'effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di resistività, misure di pull out con tasselli Fischer, contenuto d'aria da aerante, ecc..

11.7.7 - Armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego d'opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.
L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate. In assenza di tali distanziatori la Direzione lavori non darà il proprio assenso all'inizio delle operazioni di getto.
Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme d'esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche "(D.M. in vigore) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086.
Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3 cm.
Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza d'acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm.
Le gabbie d'armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.
In presenza di ferri d'armatura zincati od in acciaio inox, il filo utilizzato per le legature dovrà avere le stesse caratteristiche dell'acciaio da sottoporre a legatura.
L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.
È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza d'acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

11.7.8 - Armatura di precompressione

L'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alle prescrizioni contenute nei calcoli statici e nei disegni esecutivi per tutte le disposizioni costruttive, ed in particolare per quanto riguarda:
- il tipo, il tracciato, la sezione dei singoli cavi;
- le fasi d'applicazione della precompressione;
- la messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi;
- le eventuali operazioni di ritaratura delle tensioni;

- i dispositivi speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa, ecc.

Oltre a quanto prescritto delle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Impresa dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego d'appositi supporti, realizzati per esempio con pettini in tondini d'acciaio. Per quanto riguarda l'iniezione nei cavi di precompressione, si rimanda all'articolo specifico delle presenti Norme Tecniche.

11.7.9 - Protezione catodica delle solette d'impalcato di ponti e viadotti

Di norma la Società provvede direttamente, tramite Impresa specializzata, alla fornitura e posa in opera degli impianti per la protezione catodica delle solette d'impalcato di ponti e viadotti.

Qualunque sia la tipologia dell'impianto l'impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavoro, dei tempi occorrenti per la loro fornitura e posa in opera e dovrà coordinarsi in tal senso con l'impresa specializzata.

L'Impresa, quando espressamente previsto, resta obbligata inoltre a prestare assistenza alla posa in opera degli impianti.

11.8 - Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio

Il metodo di Figg è diretto a fornire elementi di giudizio sulla capacità del conglomerato cementizio a resistere agli attacchi chimico-fisici dell'ambiente. La prova si basa sul fatto che la relazione esistente tra un gradiente di depressione, creato in un foro di un blocco di conglomerato cementizio ed il tempo necessario perché tale gradiente si annulli, è pressoché lineare.

11.8.1 - Apparecchiature e materiali impiegati nella prova

- Trapano a bassa velocità dotato di sistema di bloccaggio della profondità, con punte da 10 e 12 mm di diametro;
- cilindri di gomma del diametro di 12 mm e altezza di 10 mm;
- aghi ipodermici;
- calibratore di pressione dotato di pompa manuale per il vuoto con le apposite tubazioni per la connessione del sistema agli aghi ipodermici;
- silicone;
- n. 2 cronometri.

11.8.2 - Metodologia di prova

Per eseguire la prova occorre delimitare un'area triangolare avente i lati di 10 cm; in corrispondenza dei tre vertici dovranno essere realizzati, perpendicolarmente alla superficie del conglomerato cementizio, dei fori da 40 mm di profondità aventi diametro di 12 mm per i primi 20 mm e diametro di 10 mm per i restanti 20 mm.

Nella parte superiore del foro è inserito un cilindro di gomma, di diametro uguale a quello del foro, opportunamente siliconato sulla superficie laterale per favorire l'adesione alle pareti del conglomerato cementizio e isolare completamente la parte inferiore del foro.

Quest'ultima è raggiunta con un ago ipodermico, tramite il quale è creata una depressione di poco superiore a 0,55 bar.

La prova consiste nel misurare il tempo occorrente per ottenere un incremento di pressione da -0,55 a -0,50 bar.

Per conglomerati cementizi poco permeabili (T>3000 s), vista la proporzionalità indiretta tra tempo e pressione, la suddetta determinazione può essere assunta pari a cinque volte il tempo parziale corrispondente alla variazione di pressione tra -0,55 e -0,54 bar.

11.8.3 - Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi

Nella tabella che segue è riportato, in funzione del tempo, il giudizio sulla qualità del conglomerato cementizio.

La categoria d'appartenenza, in rapporto alla permeabilità all'aria, verrà stabilità sulla base di tre prove effettuate su una superficie di 1,00 m^2 e sarà assegnata quando l'80% delle determinazioni, ricadono in uno degli intervalli riportati in tabella.

TEMPO	GIUDIZIO	CATEGORIA
< 30	Scarso	0,00
30 - 100	Sufficiente	1,00
100 - 300	Discreto	2,00
300 - 1000	Buono	3,00
> 1000	Eccellente	4,00

11.8.4 - Resoconto di prova

Dovrà comprendere:

- data della prova;
- caratteristiche fisiche dell'area analizzata;
- provenienza e caratteristiche dell'impasto usato; tipo e granulometria degli aggregati; rapporto A/C; tipo e dosaggio del cemento; dosaggio e tipo d'eventuali additivi; contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco;
- classe di permeabilità del conglomerato cementizio determinata sulla base dei risultati ottenuti, che dovranno essere tabellati e riportati su grafico;
- ogni altra informazione utile.

Al conglomerato che sarà definito come "scarso" sarà applicata una penale del 25%, sul valore dell'intero lotto che non soddisfa i requisiti.

Art. 12 - Omissis

Art. 13 - Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso

L'impiego di manufatti totalmente o parzialmente prefabbricati può essere autorizzato dal Progettista quando lo stesso avrà preso visione dei documenti richiesti dall'art. 9 della legge 1086 e avrà verificato la previsione d'utilizzazione del manufatto prefabbricato e il suo organico inserimento nel progetto.

Per l'accettazione ed i controlli di qualità di questi manufatti, ed in particolare di quelli prodotti in serie, valgono le prescrizioni delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore), delle Norme Tecniche emanate in applicazione degli artt. 1 e 3 della Legge 02/02/1974 n. 64 (D.M. 03/12/1987 e successivi aggiornamenti), delle Istruzioni C.N.R. 10025/84 "Istruzioni

per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati.
Per la confezione del conglomerato cementizio si farà riferimento a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche, compreso qualora fosse previsto, la descrizione del ciclo termico per la maturazione accelerata a vapore; inoltre nel caso in cui ci facesse ricorso i cicli di stagionatura dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.
L'Impresa dovrà produrre, per ogni giorno di lavorazione, grazie all'utilizzo di un registratore di dati del ciclo termico, la documentazione attestante la rispondenza del ciclo stesso, a quello approvato dalla Direzione Lavori.
Qualora ciò non avvenisse, la Direzione Lavori rifiuterà l'intera produzione della giornata di lavoro non monitorata, senza che all'Impresa debba essere riconosciuto alcun compenso.
Tra la fine del ciclo di maturazione accelerata e lo scassero dell'elemento prefabbricato, non potranno passare meno di 3 (tre) ore.
In presenza d'elementi prefabbricati in c.a.p. sottoposti a maturazione accelerata a vapore, l'Impresa farà maturare, nelle stesse condizioni dell'elemento n. 2 provini cubici aventi lato 15 cm, che saranno sottoposti a rottura a compressione monoassiale presso il laboratorio di cantiere, prima di procedere alle fasi di tesatura; i risultati riferiti a dette prove saranno registrati e trasmessi con cadenza giornaliera alla Direzione Lavori.
Ad ogni effetto si richiamano qui espressamente gli articoli 6 e 9 della legge 5/11/1971 n. 1086 relativamente all'obbligo di allegare alla relazione del Direttore dei Lavori copia del certificato d'origine dei manufatti, alle responsabilità assunte dalle Ditte produttrici con il deposito della documentazione di cui ai punti a), b), c), d), del citato art. 9, nonché per quanto attinente a prelievi di materiali, prove e controlli in fase di produzione.
La Direzione Lavori potrà prescrivere prove sperimentali atte a prevedere il comportamento della struttura da realizzare con tali manufatti, avuto particolare riguardo alla durata nel tempo, alla efficienza dei collegamenti, agli effetti dei fenomeni di ritiro e viscosità e dei carichi alternati o ripetuti.
Sui manufatti saranno effettuati controlli, a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, sulla resistenza del calcestruzzo, prelevando da ogni lotto almeno un manufatto dal quale ricavare, mediante carotaggio o taglio con sega a disco, quattro provini da sottoporre a verifica della resistenza a compressione.
Qualora la resistenza media a compressione dei quattro provini risultasse inferiore a quella richiesta e comunque non al di sotto del 90% della stessa, alla partita sarà applicata una penale con le medesime modalità previste dall'art. 15; qualora risultasse inferiore al 90% della resistenza richiesta, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.
È in facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo, a cura ed a spese dell'Impresa, anche altri manufatti oltre il primo, sui quali verificare anche:

- il rispetto del copriferro, previsto in un minimo di 2 cm;
- eventuali difetti superficiali e di finitura;
- la resistenza a compressione tramite prova pull out con tasselli Fischer.

Quando l'intera produzione sarà dichiarata ultimata, la Direzione Lavori esaminerà ogni elemento prodotto e tenendo nella dovuta considerazione tutti i parametri sopracitati, a suo insindacabile giudizio, accetterà o no quanto esaminato.

Al termine della verifica, dovrà essere redatto in contraddittorio tra Impresa e Direzione lavori un apposito verbale riportante tra l'altro, il numero totale degli elementi prodotti, il numero degli elementi considerati conformi ed il numero degli elementi considerati non conformi.
Gli elementi considerati non conformi saranno ritenuti non idonei all'impiego, la loro sostituzione sarà a totale cura e spese dell'Impresa la quale, prima di procedere al trasporto dei nuovi elementi, dovrà sottoporre gli stessi ai controlli di cui sopra.

Art. 14 - Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.
Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.
Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente fossero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla 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, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.
Per quanto riguarda le casseforme è prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.
Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.
La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.
In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti.

Art. 15 - Ripristino/adeguamento d'elementi strutturali in conglomerato cementizio

15.1 - Miscele per il ripristino di superfici degradate

15.1.1 - Materiali

I materiali per il ripristino/adeguamento sono suddivisi nelle seguenti categorie:

- materiali cementizi a ritiro compensato[1] nei tipi A, B, C, D, G, H, I ed L;
- malte cementizie polimero modificate nei tipi E1 ed E2;

[1] Si intendono a ritiro compensato malte, betoncini e calcestruzzi che compensano il ritiro igrometrico con una opportuna reazione espansiva nella fase iniziale dell'indurimento.

· malte di resina nei tipi F1, F2 ed F3;

I vari tipi di materiale, per i cui requisiti e specifiche prestazionali minime si rimanda ai punti 15.2 e 15.3, sono così definiti:

A) **Malte cementizie, premiscelate, tissotropiche (spruzzabili), a ritiro compensato, fibrorinforzate** con fibre in lega metallica a base cromo, amorfe, flessibili ed inossidabili[2], con rapporto d'aspetto l/d pari a 125, aventi lunghezza pari a 30 mm, caratterizzate da resistenza a trazione > 1.900 MPa, presenti nella malta in quantità > 0,9 % in peso sulla malta secca. Tali malte contengono anche fibre sintetiche[3] poliacriliche.

B) **Malte cementizie, premiscelate, tissotropiche (spruzzabili), a ritiro compensato** con ritentore d'umidità, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.

C) **Malte cementizie, premiscelate, reoplastiche[4], colabili, a ritiro compensato, fibrorinforzate** con fibre rigide in acciaio a basso tenore di carbonio, con rapporto d'aspetto l/d pari a 50, aventi lunghezza pari a 30 mm, di forma tipo a "greca", aventi resistenza a trazione > 1.200 MPa, presenti nella malta in quantità > 7,5 % in peso sulla malta secca.

D) **Malte cementizie, premiscelate, reoplastiche**, colabili, a ritiro compensato, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.

E) **Malte cementizie polimero modificate, premiscelate, tissotropiche**, contenenti fibre sintetiche poliacriliche:
tipo E1: a basso modulo elastico ($\leq$ 16.000 MPa);
tipo E2: a modulo elastico normale (tra 20.000 e 23.000 MPa).

F) **Malte di resina premiscelate**: malte tissotropiche F1, malte colabili F2 e boiacche a bassissima viscosità F3.
(Le malte F1 sono adatte per l'incollaggio al calcestruzzo d'elementi metallici o di profilati sintetici e per l'incollaggio d'elementi in calcestruzzo; le malte F2 per inghisaggi di barre d'armatura; le malte F3 sono adatte alla saldatura per iniezione di fessure).

G) **Betoncini** cementizi, reoplastici, colabili, a ritiro compensato, fibrorinforzati con fibre rigide in acciaio a basso tenore di carbonio; ottenuti aggiungendo alla malta di cui al precedente punto C) aggregati selezionati (nella misura del 35% sul peso totale della miscela secca, malta più aggregato), non gelivi, non soggetti a reazione alcali-aggregato, lavati, d'idonea curva granulometrica, di diametro minimo pari a 5 mm, di diametro massimo in funzione dello spessore del getto e comunque non superiore a 12 mm.

H) **Betoncini** cementizi premiscelati, reoplastici, colabili, a ritiro compensato, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.

I) **Calcestruzzi di cemento reoplastici** a ritiro compensato, ottenuti utilizzando come legante uno speciale cemento espansivo in luogo dei normali cementi e miscelando ad esso acqua ed aggregati; aventi classe di resistenza $\geq$ 40/50 MPa, basso rapporto a/c, consistenza S4-S5, assenza di bleeding, elevata pompabilità.

L) **Boiacche a ritiro compensato**, ad elevata fluidità, prive di bleeding ottenute utilizzando uno speciale legante cementizio espansivo, adatte per l'intasamento di guaine di precompressione degradate.

---

[2] L'inossidabilità è dovuta alla particolare formulazione a base di cromo, ed è stata valutata su provini di malta sottoposti ad un bagno di soluzione salina (NaCl e $MgSO_4$) per la durata di 12 mesi.

[3] Le fibre sintetiche poliacriliche dovranno essere presenti in quantità > 0,08% in peso sulla malta secca ed avere diametro di 16 µm e lunghezza di 8 mm.

[4] Si definiscono reoplastici malte, betoncini e calcestruzzi che pur essendo autolivellanti sono molto coesivi cioè privi di segregazione e bleeding.

I vari tipi di materiale sono così definiti:

MALTE PER RASATURE:

- di tipo MR1: malta cementizia, per rasature fini (1-3 mm), polimero modificata, premiscelata, tixotropica, monocomponente, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili;
- di tipo MR2: malta cementizia per rasature grosse (4-8 mm), polimero modificata, premiscelata, tixotropica, bicomponente, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili.

MALTE TIXOTROPICHE:

- di tipo MT1: malta cementizia, premiscelata, tixotropica, ad espansione contrastata in aria, con ritentore d'umidità liquido, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili caratterizzate da lunghezza 12mm, diametro 14 µm, resistenza a trazione 1700 MPa, modulo elastico 72000 MPa;
- di tipo MT2: malta cementizia, premiscelata, tixotropica, ad espansione contrastata in aria, con ritentore d'umidità liquido, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili;
- di tipo MT3: malta cementizia, premiscelata, tixotropica, bicomponente, polimero modificata, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili.

MALTE COLABILI:

- di tipo MC1: malta cementizia, premiscelata, colabile, ad espansione contrastata in aria, con ritentore d'umidità liquido, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili caratterizzate da lunghezza 12mm, diametro 14 µm, resistenza a trazione 1700 MPa, modulo elastico 72000 MPa;
- di tipo MC2: malta cementizia, premiscelata, ad espansione contrastata in aria, con ritentore d'umidità liquido, reodinamica, colabile, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili;
- di tipo MC3: malta cementizia, premiscelata, reoplastica, colabile, ad espansione contrastata in aria, con ritentore d'umidità liquido, ad elevatissima duttilità, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre metalliche rigide (di acciaio) caratterizzate da lunghezza 30mm, diametro 0,6 mm, forma a "catino", resistenza a trazione > 1.200 MPa;
- di tipo MC4: malta a base di uno speciale legante pozzolanico, premiscelata a rapido indurimento anche a basse temperature, fibrorinforzata con fibre metalliche rigide (di acciaio) caratterizzate da lunghezza 30mm, diametro 0,38 mm, resistenza a trazione > 2.300 MPa ad elevatissima duttilità;

BETONCINI COLABILI

- di tipo B1: betoncino cementizio, colabile, ad espansione contrastata in aria, con ritentore d'umidità liquido, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili caratterizzate da lunghezza 12mm, diametro 14 µm, resistenza a trazione 1700 MPa, modulo elastico 72000 MPa, ottenuto aggiungendo alla malta di cui al precedente punto MC1 aggregati selezionati;
- di tipo B2: betoncino cementizio, ad espansione contrastata in aria, con ritentore d'umidità liquido, reodinamico, colabile, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili, ottenuto aggiungendo alla malta di cui al precedente punto MC2 aggregati selezionati;
- di tipo B3: betoncino cementizio, reoplastico, colabile, ad espansione contrastata in aria, con ritentore d'umidità liquido, ad elevatissima duttilità, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzato con fibre metalliche rigide (di acciaio) caratterizzate da lunghezza 30mm, diametro 0,6 mm, a "catino", resistenza a trazione > 1200 MPa, ottenuto aggiungendo alla malta di cui al precedente punto MC3 aggregati selezionati;

- di tipo B4: betoncino a base di uno speciale legante pozzolanico, a rapido indurimento anche a basse temperature, fibrorinforzato con fibre metalliche rigide (di acciaio) caratterizzate da lunghezza 30mm, diametro 0,38 mm, resistenza a trazione > 2.300 MPa ad elevatissima duttilità, ottenuto aggiungendo alla malta di cui al precedente punto MC4 aggregati selezionati;
- di tipo B5: betoncino cementizio, premiscelato, ad espansione contrastata in aria, con ritentore d'umidità liquido, reodinamico, colabile, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili.

LEGANTE ESPANSIVO

- di tipo LE: legante espansivo che consente di ottenere calcestruzzi o biacche estremamente fluide, prive di bleeding, a basso rapporto acqua/cemento, caratterizzate da elevate resistenze meccaniche.

CALCESTRUZZO ESPANSIVO

- di tipo CE: calcestruzzo di cemento, neoplastico a stabilità volumetrica, avente Rck $\geq$ 50 MPa, consistenza S4-S5, assenza di bleeding ed elevata pompabilità, ottenuto utilizzando come legante uno speciale cemento espansivo tipo LE in luogo dei normali cementi, e miscelando ad esso acqua ed aggregati.

FORMULATI DI RESINA

- di tipo RC: malta epossidica bicomponente, colabile, priva di solventi
- di tipo RT: malta epossidica bicomponente, tixotropica, priva di solventi
- di tipo RI: resina epossidica bicomponente, a bassissima viscosità, priva di solventi, colabile
- di tipo RA: tassello chimico rapido in cartuccia bicompartimentale coassiale, a consistenza tixotropica a base di resina vinilestere priva di stirene

15.2 – Tecniche d'intervento e scelta dei materiali

15.2.1 – Degrado lieve – Ripristini di spessore da 1 a 8 mm

La tecnica utilizzata, per eliminare difetti costruttivi quali vespai, vaiolature, sbeccature, assenza di copriferro, assenza di planarità, è quella della rasatura.

La preparazione del supporto deve essere realizzata mediante sabbiatura o idrosabbiatura.

Si utilizza la malta:

- Tipo MR1 per rasature fini, interventi di spessore da 1 a 3 mm
- Tipo MR2 per rasature grosse, interventi di spessore maggiori di 3 fino a 8 mm

15.2.2 – Degrado medio – Ripristini di spessore maggiore di 10 fino a 50 mm

Le tecniche d'intervento utilizzate sono:

- L'applicazione con macchina intonacatrice (superfici estese) o manuale a cazzuola (superfici ridotte) utilizzando malte tixotropiche;
- L'applicazione per colaggio utilizzando malte fluide

L'asportazione del calcestruzzo contaminato dovrà essere eseguita mediante martelletti leggeri alimentati ad aria compressa o mediante macchine idrodemolitrici; dopo l'asportazione del calcestruzzo contaminato, la superficie del supporto dovrà essere microscopicamente ruvida con asperità di 5 mm.

Nel caso di interventi molto localizzati o quando si devono ripristinare elementi strutturali di difficile accesso per i quali una idonea asportazione del calcestruzzo non è possibile, si preparerà la superficie di supporto mediante sabbiatura e l'intervento sarà eseguito con malte polimero modificate di tipo MT3.

RIPRISTINI REALIZZATI CON MACCHINA INTONACATRICE O MANUALMENTE CON CAZZUOLA

Tale tecnica è utilizzata sia per ripristinare elementi strutturali verticali che l'intradosso di elementi orizzontali. L'applicazione manuale con cazzuola è consentita per superfici limitate (poche decine di metri quadrati).

Si utilizza la malta:

- Tipo MT1 per ripristinare elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 10 a 50 mm anche in modo non omogeneo. Tale malta, essendo fibrorinforzata non richiede applicazione di rete elettrosaldata. E' utilizzata con semplicità anche per ripristini localizzati.
- Tipo MT2 per ripristinare elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 10 a 20 mm. Può essere utilizzata anche per interventi di spessore da 40 a 50 mm previa applicazione di rete elettrosaldata.
- Tipo MT3 per ripristinare elementi strutturali che presentino degradi molto localizzati e spessori da 10 a 50 mm. Poiché sono malte che possono essere applicate anche su supporti solamente sabbiati sono utilizzati per interventi su elementi strutturali di difficile accesso sui quali non è possibile l'asportazione del calcestruzzo degradato per spessori centimetraci, inoltre non richiede l'applicazione di rete elettrosaldata.

RIPRISTINI REALIZZATI PER COLAGGIO

Tale tecnica è utilizzata per ripristinare l'estradosso di elementi strutturali orizzontali.

Il colaggio entro cassero è possibile per spessori compresi tra 40 e 50 mm facendo uso di materiali di tipo MC2.

Si utilizza la malta:

- Tipo MC1 per ripristinare elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 10 a 50 mm anche in modo non omogeneo. Tale malta, essendo fibrorinforzata non richiede applicazione di rete elettrosaldata.
- Tipo MC2 per ripristinare elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 10 a 20 mm. Per interventi di spessore da 40 a 50 mm la malta deve essere armata con rete elettrosaldata in assenza di armatura pre-esistente. Tale malta essendo reodinamica (autocompattante e molto scorrevole) può essere messa in opera in modo semplice ed affidabile per colaggio anche entro cassero per spessori compresi tra 40 e 50 mm.
- Tipo MC3 per ripristinare elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 10 a 50 mm anche in modo non omogeneo. Tale malta, essendo fibrorinforzata, non richiede applicazione di rete elettrosaldata. L'elevato dosaggio delle fibre di acciaio conferisce alla malta un elevato indice di duttilità.
- Tipo MC4 per ripristinare in tempi brevissimi anche a basse temperature elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 10 a 50 mm anche in modo non omogeneo. Tale malta è in grado di sviluppare resistenze meccaniche molto elevate alle brevissime stagionature anche a temperature di – 5°C, inoltre, essendo fibrorinforzata, non richiede applicazione di rete elettrosaldata. L'elevato dosaggio delle fibre di acciaio conferisce alla malta un elevato indice di duttilità.

15.2.3 – Degrado profondo – Ripristini di spessore maggiore di 50 fino a 100 mm.

Quando il degrado interessa spessori maggiori di 50 mm non si devono più utilizzare malte, ma si deve far uso di betoncini.

Le tecniche d'intervento utilizzate sono:

- Messa in opera per colaggio su superfici orizzontali di betoncini ad espansione contrastata in aria;

- Colaggio entro cassero (incamiciatura) di betoncini ad espansione contrastata in aria.

L'asportazione del calcestruzzo contaminato dovrà essere eseguita mediante martelletti leggeri alimentati ad aria compressa o preferibilmente, visti gli elevati spessori, mediante macchine idrodemolitrici; dopo l'asportazione del calcestruzzo contaminato, la superficie del supporto dovrà essere microscopicamente ruvida con asperità di 5 mm.

Si utilizza il betoncino:

- Tipo B1 per ripristinare elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 50 a 100 mm anche in modo non omogeneo. Tale betoncino, essendo fibrorinforzato, non richiede applicazione di rete elettrosaldata.
- Tipo B2 per ripristinare elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 50 a 100 mm. Il betoncino deve essere sempre armato con rete elettrosaldata in assenza di altre armature. Tale betoncino, essendo reodinamico, può essere messo in opera in modo semplice ed affidabile per colaggio anche entro cassero, senza richiedere vibrazione.
- Tipo B3 per ripristinare elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 50 a 100 mm anche in modo non omogeneo. Tale betoncino, essendo fibrorinforzato, non richiede applicazione di rete elettrosaldata. L'elevato dosaggio delle fibre di acciaio conferisce al betoncino un elevato indice di duttilità.
- Tipo B4 per ripristinare in tempi brevissimi anche a basse temperature elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 50 a 100 mm anche in modo non omogeneo. Tale betoncino è in grado di sviluppare resistenze meccaniche molto elevate alle brevissime stagionature anche a temperature di – 5°C, inoltre, essendo fibrorinforzato, non richiede applicazione di rete elettrosaldata. L'elevato dosaggio delle fibre di acciaio conferisce al betoncino un elevato indice di duttilità.
- Tipo B5 per ripristinare elementi strutturali che richiedano spessori d'intervento da 50 a 100 mm. Il betoncino deve essere sempre armato con rete elettrosaldata in assenza di altre armature. Tale betoncino, essendo reodinamico, può essere messo in opera in modo semplice ed affidabile per colaggio anche entro cassero, senza richiedere vibrazione.

I betoncini B1, B2, B3 e B4 sono ottenuti aggiungendo in cantiere rispettivamente alle malte tipo MC1, MC2, MC3 ed MC4 degli aggregati di opportuna curva granulometrica; per ottenere buoni risultati è necessario porre particolare attenzione alla scelta degli aggregati, verificando che siano di diametro minimo pari a 5 mm e massimo di 10 mm, ben puliti e privi di impurità limo argillose.

15.2.4 – Degrado molto profondo – Ripristini di spessore maggiore di 100 mm.

Quando il degrado interessa spessori maggiori di 100 mm si deve far uso di calcestruzzi aventi diametro massimo crescente a crescere dello spessore d'intervento.

Le tecniche d'intervento utilizzate sono:

- messa in opera per colaggio su superfici orizzontali;
- colaggio entro cassero (incamiciatura).

L'asportazione del calcestruzzo contaminato dovrà essere eseguita mediante martelletti leggeri alimentati ad aria compressa o preferibilmente, visti gli elevati spessori, mediante macchine idrodemolitrici; dopo l'asportazione del calcestruzzo contaminato, la superficie del supporto dovrà essere microscopicamente ruvida con asperità di 5 mm

15.2.5 – Interventi con resine

Spesso nei lavori di manutenzione delle strutture è necessario eseguire interventi speciali, con resine:

- Tipo RC per ripristinare in spessore centimetrico elementi che richiedono elevate prestazioni meccaniche; applicata per colaggio.
- Tipo RT per incollaggio di elementi in calcestruzzo, acciaio, PVC e altri materiali, in quanto garantisce elevata adesione tra i materiali; applicata con spatola.
- Tipo RA per inghisaggio rapido di barre di armatura utilizzando formulati in cartuccia
- Tipo RI per intasamento di cavi di precompressione, o saldatura di fessurazioni; applicata con iniezione a pressione.

15.3 - Requisiti dei materiali

Nelle successive tabelle 15.3a e 15.3b sono riportati i requisiti ed i corrispondenti metodi di prova rispettivamente per i materiali cementizi a ritiro compensato, per le malte cementizie polimero modificate, per le boiacche e malte di resina.

Tabella 15.3a - Requisiti e metodi di prova per **materiali cementizi a ritiro compensato** e per **malte polimero modificate**

Requisiti	Metodi di prova
Spandimento (*)	UNI 7044
Espansione contrastata (**)	UNI 8147 (***)
Espansione contrastata con stagionatura all'aria (**) (****)	UNI 8147 modificata
Aderenza al calcestruzzo	Metodo Autostrade
Aderenza ai ferri d'armatura	RILEM-CEB-FIP RC6-78
Resistenza a compressione	UNI EN 196/1
Resistenza a flessione	UNI EN 196/1
Modulo elastico statico	UNI 6556
Permeabilità all'acqua	Metodo Arredi
Resistenza cicli di gelo-disgelo	EN 104-840-3
Permeabilità allo ione Cl^{-}·	Metodo TEL
Resistenza ai solfati	ASTM C-88
Spessore carbonatato in 10 anni	UNI 9944

(*) Per boiacche da iniezione tipo L si misura la fluidità al cono di Marsh modificato che deve essere compresa tra 15 e 25 secondi;

(**) Requisito non richiesto per malte cementizie polimero modificate;

(***) Per betoncini e calcestruzzi UNI 8148;

(****) Requisito richiesto solo per materiali tipo B

Tabella 15.3b - Requisiti e metodi di prova per **boiacche e malte di resina**

Requisiti	Metodi di prova
Aderenza al calcestruzzo, MPa	ASTM D 4541
Aderenza all'acciaio, MPa	ASTM D 4541

Pull out, MPa	RILEM-CEB-FIP-RC6-78
Resistenza a compressione, MPa	UNI EN 196/1*
Resistenza a flessione, MPa	UNI EN 196/1*
Modulo elastico statico, MPa	RILEM-PC8-TC 113-CPT-95
Viscosità, centipoise**	BROOKFIELD ISO 2555

* la prova è eseguita senza la stagionatura dei provini

** richiesta solo per le resine per iniezione

15.4 - Accettazione e specifiche prestazionali dei materiali per interventi di ripristino/adeguamento

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione tecnica per la qualifica dei materiali che intende impiegare, dimostrando la piena rispondenza di questi requisiti ed alle prestazioni richieste. La Direzione Lavori in tempo utile rispetto al programma lavori esprimerà il suo parere, potendo comunque prescrivere, a spese dell'Impresa, l'esecuzione di prove su campioni di materiali prelevati in contraddittorio, indicando il laboratorio presso il quale effettuare le prove. Saranno altresì richieste, con le stesse modalità, verifiche su campioni di materiale di normale fornitura e dichiarazioni che attestino le prestazioni specifiche della partite di materiale, che sono consegnate di volta in volta dalle Società Produttrici.

Nelle successive tabelle sono indicate le prestazioni minime richieste per i singoli tipi di materiale, salvo migliori caratteristiche definite nel progetto.

Tabella 15.4a - Prestazioni richieste per i **materiali cementizi a ritiro compensato**

REQUISITI	**PRESTAZIONI DEI MATERIALI**							
	A	**B**	**C**	**D**	**G**	**H**	**I**	**L**
Spandimento, %	> 70	>70	> 90	> 170	≥180*	≥200*	≥200*	**
Espansione contrastata, %	≥0,04	≥0,05	≥0,04	≥0,04	≥0,03	≥0,04	≥0,03	≥0,04
Espansione contrastata con stagionatura all'aria, %	N.R.***	≥0,03	N.R.***	N.R.***	N.R.***	N.R.***	N.R.***	N.R.***
Aderenza al calcestruzzo, MPa	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≥ 3	≥ 4	≥ 2,5	≥ 4
Aderenza ai ferri d'armatura, MPa	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20
Resistenza a compressione cubica, MPa 1 d 3 d 28 d	≥ 25 ≥ 35 ≥ 60	≥ 23 ≥ 30 ≥ 60	≥ 30 ≥ 40 ≥ 75	≥ 28 ≥ 35 ≥ 70	≥ 30 ≥ 40 ≥ 70	≥ 30 ≥ 40 ≥ 70	≥ 20 ≥ 30 ≥ 50	≥ 20 ≥ 30 ≥ 55
Resistenza a flessione, MPa 1 d 3 d 28 d	≥ 8 ≥ 9 ≥ 11	≥ 4 ≥ 6 ≥ 8	≥ 10 ≥ 12 ≥ 16	≥ 4 ≥ 6 ≥ 8	≥ 8,5 ≥ 9 ≥ 13	≥ 5 ≥ 6 ≥ 8	≥ 2 ≥ 3 ≥ 5	≥ 5 ≥ 6 ≥ 7,5
Modulo elastico statico,	≥23,000	≥25,000	≥25,000	≥25,000	≥25,000	≥25,000	≥25,000	≥25,000

MPa								
Permeabilità all'acqua, m/s	$<10^{-12}$	$<10^{-12}$	$<10^{-12}$	$<10^{-12}$	$<10^{-12}$	$<10^{-12}$	$<10^{-12}$	$< 10^{-12}$
Resistenza cicli di gelo-disgelo, numero di cicli	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50
Permeabilità allo ione Cl^-,m^2 /s	$<1•10^{-12}$	$<1•10^{-12}$	$<1•10^{-12}$	$<1•10^{-12}$	$<1•10^{-12}$	$<1•10^{-12}$	$<1•10^{-12}$	$<1•10^{-12}$
Resistenza ai solfati, numero di cicli	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7
Spessore carbonatato in 10 anni	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm

* Per betoncini e calcestruzzi si valuta la consistenza misurando l'abbassamento in mm secondo la prova del cono d'Abrams

** Per le boiacche da iniezione si misura la fluidità al cono di Marsh modificato che deve essere compresa tra 15 e 25 secondi.

*** N.R. prestazione non richiesta

Tabella 15.4b - Prestazioni per le **malte cementizie polimero modificate**

REQUISITI	**PRESTAZIONI DEI MATERIALI**	
	E 1	**E 2**
Spandimento, %	$\geq$ 90	$\geq$ 90
Aderenza al calcestruzzo, MPa	$\geq$ 4	$\geq$ 5
Aderenza ai ferri d'armatura, MPa	$\geq$ 10	$\geq$ 11
Resistenza a compressione cubica, MPa 1 d 3 d 28 d	 $\geq$ 10 $\geq$ 18 $\geq$ 35	 $\geq$ 13 $\geq$ 23 $\geq$ 50
Resistenza a flessione, MPa 1 d 3 d 28 d	 $\geq$ 3 $\geq$ 4 $\geq$ 6	 $\geq$ 3 $\geq$ 5 $\geq$ 10
Modulo elastico statico, MPa	$\leq$ 16.000	20.000-23.000
Permeabilità all'acqua, m/s	$< 10^{-12}$	$< 10^{-10}$
Resistenza cicli gelo-disgelo, numero di cicli	> 50	> 50
Permeabilità allo ione Cl^- , m^2 /s	$< 1x10^{-12}$	$< 5x10^{-12}$
Resistenza ai solfati, numero di cicli	> 7	> 7
Spessore carbonatato in 10 anni	< 2 mm	< 2 mm

Tabella 15.4c - Prestazioni per **malte di resina**

REQUISITI	**PRESTAZIONI DEI MATERIALI**		
	F 1	**F 2**	**F 3**

Aderenza al calcestruzzo, MPa * a 28 d	≥3,5	≥3,5	≥3,5
Aderenza all'acciaio, MPa *	≥3,5	///	///
Pull out, MPa	≥20	≥20	≥20
Resistenza a compressione cubica, MPa 1 d 7 d	 ≥50 ≥70	 ≥50 ≥80	 ≥50 ≥90
Resistenza a flessione, MPa 1 d 7 d	 ≥15 ≥30	 ≥15 ≥45	 ≥15 ≥55
Modulo elastico statico, MPa	8.000-9.000	14.000-16.000	4.000-5.000
Viscosità, centipoise	N.R. **	N.R. **	500-600

* In caso d'applicazione su supporti umidi si accettano valori d'aderenza ≥ a 3 MPa

** N.R. prestazione non richiesta

15.5 - Trattamenti prima del ripristino/adeguamento e fasi esecutive

La tecnica d'intervento può essere sintetizzata nelle seguenti fasi:

- Asportazione del calcestruzzo degradato;
- Pulizia delle armature eventualmente scoperte;
- Posizionamento delle eventuali armature aggiuntive;
- Posizionamento dell'eventuale rete elettrosaldata di contrasto;
- Pulizia e saturazione della superficie di supporto;
- Applicazione del materiale di ripristino;
- Frattazzatura;
- Stagionatura.

Le fasi esecutive in funzione del tipo di materiale utilizzato sono indicate nella tabella 15.5.0 e descritte nei punti successivi.

Tabella 15.5.0 - Fasi esecutive in funzione del tipo di materiale di ripristino

MATERIALI **FASI ESECUTIVE**	Malte, Betoncini, calcestruzzi a ritiro compensato **tipo B-D-H-I (senza fibre metalliche)**	Malte e Betoncini a ritiro compensato fibrorinforzati **tipo A-C-G (con fibre metalliche)**	Malte cementizie polimero modificate **tipo E1-E2**	Malte di resina **tipo F1-F2-F3**
Asportazione del calcestruzzo degradato	Idrodemolizione oppure scalpellatura meccanica	Idrodemolizione oppure scalpellatura meccanica	Scalpellatura meccanica (E2) sabbiatura o idrosabbiatura (E1)	Sabbiatura
Pulizia delle armature	Sabbiatura	Sabbiatura	Sabbiatura	Sabbiatura

Posizionamento delle armature aggiuntive	•	•	•	•
Posizionamento della rete di contrasto	••	N.R.	N.R.	N.R.
Pulizia della superficie di supporto	Acqua in pressione	Acqua in pressione	Soffio d'aria compressa, oppure acqua in pressione solo per le malte da miscelare con acqua	Soffio d'aria compressa, oppure acqua in pressione solo per le malte da miscelare con acqua
Saturazione della superficie di supporto	Acqua o vapore in pressione	Acqua o vapore in pressione	Acqua in pressione solo per le malte da miscelare con acqua	N.R.
Applicazione del materiale di ripristino	Spruzzo/Rinzaffo oppure Colaggio/Getto	Spruzzo/Rinzaffo oppure Colaggio/Getto	Spruzzo/Rinzaffo (E2) Spruzzo/Spatola (E1)	Spatolatura oppure colaggio o iniezione
Frattazzatura	•••	•••	•••	N.R.

Stagionatura	Prodotti antievaporanti o acqua nebulizzata o teli in plastica. Quando si devono applicare rivestimenti protettivi o trattamenti d'impermeabilizzazione si devono utilizzare prodotti antievaporanti che, dopo pochi giorni dall'applicazione, si polverizzino e siano di facile asportazione mediante lavaggio con acqua in pressione. L'adozione dei teli di plastica è limitata ai casi di protezione dei getti in climi particolarmente rigidi.	Prodotti antievaporanti, o acqua nebulizzata o teli in plastica. Quando si devono applicare rivestimenti protettivi o trattamenti d'impermeabilizzazione si devono utilizzare prodotti antievaporanti che, dopo pochi giorni dall'applicazione, si polverizzino e siano di facile asportazione mediante lavaggio con acqua in pressione. L'adozione dei teli di plastica è limitata ai casi di protezione dei getti in climi particolarmente rigidi.	Prodotti antievaporanti, o acqua nebulizzata solo per le malte da miscelare con acqua	N.R.

N.R. Fase esecutiva non richiesta

- • Se previsto in progetto
- •• Se richiesto dal tipo di prodotto
- ••• Questa operazione è importante, oltre che per ottenere una buona rifinitura, anche perché contribuisce ad evitare la formazione di fessure da ritiro plastico

15.5.1 - Asportazione del calcestruzzo degradato

Per i materiali cementizi a ritiro compensato l'asportazione del calcestruzzo incoerente o degradato avverrà mediante idrodemolizione o scalpellatura meccanica eseguita mediante demolitori leggeri alimentati ad aria compressa, adottando tutte le precauzioni necessarie ad evitare il danneggiamento delle strutture superstiti. Nel caso d'idrodemolizione dovranno avere pressione del getto d'acqua di 120-150 MPa e portata compresa tra 100 e 300 l/min.

Tali macchine dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori ed essere corredate di sistemi di preregolazione con comando a distanza e di sistemi sicurezza e protezione, che consentano il corretto funzionamento anche in presenza di traffico, nonché il controllo delle acque di scarico, la qualità delle quali dovrà essere conforme ai limiti della tabella "A" della legge 319/76.

La superficie del calcestruzzo di supporto dovrà risultare macroscopicamente ruvida (asperità di circa 5 mm di profondità) allo scopo di ottenere la massima aderenza tra il nuovo ed il vecchio materiale.

Tale macro ruvidità è indispensabile affinché si realizzi il meccanismo dell'espansione contrastata[5] che è alla base del funzionamento dei materiali a ritiro compensato (tipo A-B-C-D-G-H-I).
Per le malte cementizie polimero modificate (E) e per le malte di resina (F) la preparazione del supporto sarà effettuata mediante sabbiatura o idrosabbiatura tenuto conto dello spessore di calcestruzzo da asportare, non essendo necessaria la macrorugosità del supporto in quanto l'aderenza tra vecchio e nuovo è garantita mediante l'azione collante della resina e non mediante il meccanismo dell'espansione contrastata.

15.5.2 - Trattamento ferri d'armatura

I ferri d'armatura del cemento armato messi a nudo in fase d'asportazione del conglomerato cementizio ammalorato dovranno essere portati a metallo quasi bianco mediante sabbiatura.
Quando il ripristino è realizzato con malte o betoncini a ritiro compensato generalmente non è opportuno l'impiego sull'armatura di prodotti inibitori di corrosione, salvo diverse motivate prescrizioni di progetto.

15.5.3 - Posizionamento d'armature aggiuntive

Qualora sia necessario aggiungere delle armature, queste saranno poste in opera prima della pulizia della superficie di supporto e del posizionamento dell'eventuale rete elettrosaldata di contrasto.
Dovrà essere garantito un copriferro di almeno 20 mm.

15.5.4 - Posizionamento della rete elettrosaldata di contrasto

Quando si richiede l'utilizzo di rete di contrasto, questa dovrà essere ben ancorata al supporto; lo spessore minimo d'intervento non potrà essere inferiore a 35-40 mm, infatti la rete dovrà avere un copriferro di almeno 20 mm e dovrà essere distaccata dal supporto di almeno 10 mm mediante l'uso di distanziatori.
Nel caso sia previsto nel progetto l'utilizzo di rete elettrosaldata in barre d'acciaio inossidabile, questa dovrà avere le caratteristiche precisate in progetto.

15.5.5 - Preparazione delle superfici da ripristinare

Per avere la certezza che il supporto sia pulito al momento dell'applicazione occorre effettuare la pulizia immediatamente prima dell'applicazione del materiale, dopo che tutte le altre operazioni di preparazione siano state ultimate.
Si dovranno pertanto asportare con i mezzi più opportuni le polveri e le parti incoerenti in fase di distacco eventualmente ancora presenti dopo l'asportazione meccanica del calcestruzzo, l'ossido eventualmente presente sui ferri d'armatura, le impurità, le tracce di grassi, oli e sali aggressivi, ottenendo così una superficie composta da un conglomerato cementizio sano, pulito e compatto.
Per l'applicazione di materiali cementizi a ritiro compensato, occorre effettuare la pulizia della superficie di supporto mediante lavaggio con acqua in pressione (80-100 MPa e acqua calda nel periodo invernale).
L'operazione di pulizia con acqua in pressione, se eseguita immediatamente prima dell'applicazione del materiale, consente anche la saturazione del calcestruzzo, comunque necessaria per una corretta applicazione dei materiali a ritiro compensato (A, B, C, D, G, H, I). Per l'applicazione di malte cementizie polimero modificate e di malte di resina epossidica, la pulizia della superficie di supporto potrà essere

[5] Se i conglomerati a ritiro compensato venissero applicati in assenza di contrasto (ruvidità del supporto, confinamento, armatura per gli spessori > 20 mm), sarebbero destinati inevitabilmente a perdere aderenza con il supporto durante l'espansione iniziale ed ad avere fessure da ritiro igrometrico.

effettuata mediante getto d'aria compressa, o d'acqua in pressione nel solo caso di malte che devono essere miscelate con acqua.

15.5.6 - Messa in opera delle miscele di ripristino

15.5.6.1 - Uso di malte e betoncini premiscelati a ritiro compensato

Le miscele a ritiro compensato sono fornite già premiscelate a secco; dovranno essere impastate in idonei miscelatori con il minimo quantitativo d'acqua[6] indicato dalla casa produttrice; saranno mescolate fino ad ottenere un impasto ben amalgamato e privo di grumi per almeno 4 o 5 min, aggiungendo eventualmente altra acqua qualora l'impasto non si presentasse di consistenza plastica[7] e comunque senza superare mai i quantitativi massimi d'acqua indicati dalla stessa casa produttrice, per evitare fenomeni di bleeding e di separazione, oltre alla diminuzione di tutte le prestazioni; nel caso di malte tipo B si aggiungerà il ritentore d'umidità.

Non è consentita la miscelazione a mano poiché questa generalmente comporta un eccesso d'acqua nell'impasto. Per miscelare piccoli quantitativi dovrà essere impiegato un normale trapano con mescolatore a frusta.

Nel caso di malte e betoncini fibrorinforzati, le fibre saranno preconfezionate in pacchetti legati con colle idrosolubili o con altri sistemi che permettono la loro omogenea distribuzione nell'impasto.

La temperatura ottimale d'impiego delle malte reoplastiche è di circa 293 K; sono tuttavia accettabili temperature comprese tra 283 e 308 K.

Al di fuori di tale intervallo, l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo su autorizzazione della Direzione Lavori; a tal proposito si rammenta che nel caso in cui la temperatura dell'ambiente sia molto bassa (278÷283 K), lo sviluppo delle resistenze meccaniche è più lento.

Qualora si richieda ugualmente un'elevata resistenza meccanica alle brevi stagionature, si devono adottare i seguenti provvedimenti:

a) conservare il prodotto in ambiente riparato dal freddo;
b) impiegare acqua calda (308÷323 K) per l'impasto;
c) iniziare i getti nella mattinata;
d) proteggere dall'ambiente freddo il getto coprendolo con teli impermeabili.

Se la temperatura dell'ambiente è molto elevata (303 K) l'unico problema esistente è la perdita di lavorabilità.

Qualora la perdita di lavorabilità sia eccessiva in relazione allo specifico tipo d'impiego, si consiglia di adottare i seguenti provvedimenti:

a) conservare il prodotto in luogo fresco;
b) impiegare acqua fresca, eventualmente raffreddata con ghiaccio tritato;
c) preparare la malta nelle ore meno calde della giornata.
d) nei climi asciutti e ventilati si raccomanda di porre particolare attenzione alla stagionatura.

Le malte dovranno essere messe in opera senza casseforme quando lo spessore del ripristino non superi in generale i 5 cm o quando ciò è espressamente previsto in progetto. Nel caso d'impiego di casseforme, ove richiesto, si eviteranno quelle di legno per la loro porosità.

---

[6] Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati. Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.). L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto di sali disciolti inferiore ad 1g per litro. Il contenuto di ione cloruro nell'acqua dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 e successivi aggiornamenti. La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

[7] Nel caso di interventi che richiedano la realizzazione di superfici in pendenza (estradossi solette o cordoli) quando si applichino materiali del tipo C-D-G-H-I si dovranno utilizzare classi di consistenza S2-S3

15.5.6.2 - Uso di malte cementizie polimero modificate

Le malte cementizie polimero modificate predosate a due componenti sono generalmente fornite complete di parte liquida e polvere che vanno miscelati fra di loro all'atto dell'impiego senza aggiungere acqua od altri ingredienti, escludendo quindi la possibilità d’errori sul cantiere con assoluta certezza e costanza dei risultati.

La miscelazione dei due componenti dovrà essere protratta sino ad ottenere un impasto ben amalgamato, privo di grumi.

Possono essere anche utilizzate malte monocomponenti in cui la miscelazione avviene aggiungendo acqua con modalità simili a quelle descritte per i materiali a ritiro compensato.

La temperatura ottimale d’impiego per le malte cementizie polimero modificate è di 293 K, tuttavia sono accettabili temperature comprese tra 278 e 313 K.

Fuori da tali intervalli l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo su autorizzazione della Direzione Lavori e con l'adozione di particolari accorgimenti indicati dal produttore.

La malta sarà applicata a strati successivi, nello spessore indicato dalle schede tecniche della casa produttrice, direttamente con rinzaffo a cazzuola o con idonea attrezzatura a spruzzo, oppure con fratazzo metallico esercitando una buona pressione e compattazione sul sottofondo.

La rifinitura superficiale potrà essere ottenuta con fratazzo di spugna da passare alcuni minuti dopo l'applicazione, oppure con lisciatura a spatola metallica o dorso di cazzuola.

15.5.6.3 - Uso di malte di resina epossidica

Le applicazioni dovranno essere fatte su supporto precedentemente preparato mediante sabbiatura e quindi ben pulito e privo di tracce di solventi e di disarmanti.

In via preliminare sarà richiesta l'applicazione di una mano d’attacco compatibile con fondi umidi e con la malta di ripristino, costituita da una sottile pellicola di resina pura, messa in opera mediante l'uso di pennelli e spazzole, alla quali si aggiungerà, a giudizio della Direzione Lavori, un'ulteriore strato di 2÷3 mm della stessa resina mista a filler.

Quando questa seconda mano avrà raggiunto consistenza plastica, si potrà mettere in opera la malta di resina epossidica.

Si introdurranno resina ed aggregati nel miscelatore e si mescolerà fino ad ottenere un impasto omogeneo.

Si dovrà tener presente l'influenza della temperatura e dello stato fisico del prodotto perché ciascuna resina epossidica ha una temperatura minima d’utilizzazione, indicata dalle case produttrici, che in genere si aggira intorno ai 278 K al di sotto della quale la polimerizzazione avviene lentamente ed in modo incompleto.

La miscelazione dei due componenti dovrà essere fatta solo meccanicamente con strumenti a lenta velocità di rotazione, al fine di evitare ogni inclusione d’aria.

Prima di mettere in opera l'impasto lo si lascerà maturare per evitare che le sue caratteristiche meccaniche decadano in seguito ad un possibile principio di separazione di fase che si manifesta con marezzature della superficie.

Potranno anche essere accettati, a giudizio della Direzione Lavori, prodotti premiscelati, per esempio di resina ed aggregati, a cui è sufficiente aggiungere il solo induritore.

Si eviterà in ogni modo che rimangano granuli di resina pura nella malta e di conseguenza si sconsiglia l'uso di comuni betoniere da conglomerato cementizio; indicativamente un miscelatore con tazza mobile ruotante nel senso inverso a quello delle pale dovrebbe consentire una più intima adesione fra la resina e gli aggregati.

Questi ultimi saranno preferibilmente costituiti da sabbia calcarea di granulometria continua, asciutta e conservata al riparo dall'acqua; la sabbia calcarea è preferibile alla silicea per questi lavori in quanto conferisce alla malta un coefficiente di dilatazione termica più vicino a quello del conglomerato cementizio tradizionale.
La pezzatura massima degli aggregati sarà proporzionale alla dimensione del ripristino, in ogni caso non supererà i 5 mm.
La messa in opera avverrà con spatole entro il tempo di pot-life e si avrà cura di evitare ogni vibrazione del materiale una volta posto in opera.

15.5.6.4 - Uso di conglomerati cementizi reoplastici a stabilità volumetrica e ritiro compensato

Il conglomerato cementizio a stabilità volumetrica e ritiro compensato è ottenuto miscelando in un normale mescolatore aggregati da conglomerato cementizio con uno speciale legante reoplastico a ritiro compensato in luogo del normale cemento.
Si ottengono in tal modo conglomerati cementizi ad elevata resistenza meccanica sino dalle fasi iniziali, a ritiro compensato, molto fluidi e non segregabili con un basso rapporto acqua/legante.
È necessario che siano messi in opera entro 90 minuti dal loro confezionamento.

15.5.7 - Frattazzatura

Dopo l'applicazione delle malte o dei betoncini, la superficie dovrà essere lisciata mediante frattazzatura. Tale operazione dovrà essere eseguita con molta cura per i materiali che sono miscelati con acqua; infatti una corretta frattazzatura è indispensabile per contrastare efficacemente la formazione di microfessure, derivanti dal ritiro plastico.
Per diminuire questo rischio tutte le malte che sono applicate a spruzzo od a rinzaffo devono essere provviste di fibre sintetiche poliacriliche.
La frattazzatura dovrà eseguirsi dopo un certo tempo dall'applicazione in funzione delle condizioni climatiche.
L'intervallo di tempo tra l'applicazione a spruzzo e la finitura con frattazzo è stabilito in funzione del primo irrigidimento della malta che si determina quando, appoggiando una mano sulla superficie, le dita non affondano ma lasciano una leggera impronta sull'intonaco.

15.5.8 - Stagionatura

Una corretta stagionatura è fondamentale per evitare la formazione di fessure dovute all'immediata evaporazione di parte dell'acqua d'impasto sotto l'azione del sole e del vento.
Le malte tissotropiche (A, B ed E) non richiedono stagionatura umida se non in condizioni termoigrometriche particolarmente severe (venti secchi).
È invece assolutamente necessario mantenere umide per alcune ore, dopo il getto, le superfici esposte all'aria dei conglomerati a ritiro compensato colabili (C, D, G, H ed I), impiegando acqua nebulizzata oppure prodotti antievaporanti da applicarsi a spruzzo subito dopo terminata l'operazione di messa in opera.
La copertura con il curing sarà tanto più rapida quanto più caldo e secco è il clima (il curing potrà essere evitato se si usano malte con microfibre di poliacriliche).
Non sarà consentito l'impiego di fogli di polietilene trasparente per impedire l'evaporazione dell'acqua in quanto questi ultimi ostacolano la dispersione del calore d'idratazione che può provocare fessure per dilatazione termica.

Circa il tipo di prodotto di curing, per la maturazione dei getti si dovrà tenere conto del fatto se la superficie debba o no ricevere ulteriori getti di finitura o di proseguimento dei lavori.
In tal caso si dovrà verificare che il materiale da applicare sulla pellicola dell'agente di curing indurito sia in grado di aderirvi.
Nel caso di successive applicazioni di rivestimenti protettivi o di trattamenti d'impermeabilizzazione, dovranno essere utilizzati prodotti antievaporanti che, dopo pochi giorni dall'applicazione, si polverizzino e siano di facile asportazione mediante lavaggio con acqua in pressione.
L'eventuale protezione delle strutture ripristinate potrà essere eseguita dopo la maturazione del materiale d'apporto (indicativamente 14 d dall'esecuzione dei ripristini stessi e comunque in funzione delle condizioni ambientali).

15.6 - Prove e controlli

Come già indicato nel punto 15.3 i materiali destinati al ripristino/adeguamento delle strutture, per la loro accettazione, dovranno essere sottoposti a prove prima dell'impiego e dovranno attenersi alle specifiche prestazionali.
In caso contrario dovranno essere sostituiti.
Comunque in corso d'opera le prove dovranno essere ripetute con la frequenza ritenuta necessaria dalla Direzione Lavori.
Qualora dalle prove risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli indicati nelle tabelle 15.3a, 15.3b e 19.3c o previsti in progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una verifica della sicurezza statica dell'elemento strutturale in fase di ripristino/adeguamento.
Nel caso che tale verifica dia esito positivo il materiale sarà accettato ma sarà applicata una penale.
Qualora i valori risultassero minori di oltre il 10% rispetto a quelli richiesti e nel caso in cui sussistano contemporaneamente più difetti, qualunque siano i valori di scostamento riscontrati rispetto alle previsioni progettuali, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera ed al loro ripristino.
Le superfici ripristinate dovranno essere controllate a campione mediante bagnatura (almeno il 5% per superfici estese e almeno 10% per superfici limitate), per ogni elemento strutturale, per verificare l'eventuale presenza di microfessure.
In caso si evidenziassero microfessure occorrerà estendere il controllo all'intera superficie riparata per la quale, se l'incidenza dell'area fessurata risulterà inferiore al 20% dell'area totale d'intervento, sarà applicata una penale; se superiore, l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura (tale intervento avrà in genere uno spessore medio di 3 mm; sarà realizzato utilizzando una malta cementizia polimero modificata premiscelata, tissotropica del tipo E1, previa preparazione del supporto mediante sabbiatura o idrosabbiatura, la malta dovrà essere applicata preferibilmente a spruzzo con intonacatrice, l'applicazione con spatola è consentita per interventi d'estensione limitata) e alla protezione con filmogeni, di tipologia da concordare con la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista.
La verifica d'ottenimento dell'adesione in opera si otterrà con il controllo al martello, con campionamento secondo il criterio indicato per le microfessure.
In caso si evidenziassero superfici risonanti, occorrerà estendere il controllo all'intera superficie riparata e l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, all'asportazione ed al rifacimento delle superfici risultate non idonee.

Art. 16 - Sistemi protettivi per strutture in conglomerato cementizio

16.1 - Protettivi filmogeni - generalità

In funzione del tipo di struttura, dell'elemento da proteggere e dell'ambiente, il progetto indicherà il sistema da adottare, in accordo con le specifiche delle presenti Norme.
Nei paragrafi seguenti sono individuati i requisiti, le caratteristiche e le prestazioni, con le relative fasi esecutive e di controllo del sistema protettivo prescelto.

16.1.1 - Requisiti e metodi di prova

Nella tabella sono indicati i requisiti ed i corrispondenti metodi di prova mediante i quali è possibile la caratterizzazione prestazionale dei sistemi protettivi filmogeni.

Tabella - Requisiti dei sistemi protettivi e metodi di prova utilizzati

Requisiti	**Metodo di prova**
Impermeabilità all'acqua	UNI 8202 parte 21
Resistenza al vapor d'acqua **	Metodo DIN 52615
Impermeabilità alla Co_2	Metodo DIN 52615 modificata
Impermeabilità allo ione Cl^-	Metodo TEL
Aderenza al calcestruzzo	Adhesion tester ASTM
Resistenza all'irraggiamento UV	ASTM G 53 (QUV)
Resistenza all'abrasione*	ASTM D 4060
Deformabilità elastica **	UNI 8202/8
Resistenza a cicli gelo-disgelo	Metodo Autostrade* * *

* Requisito non richiesto per opere d'arte

** Requisiti non richiesti per strutture a contatto con acqua

***Nel caso di strutture a contatto con acqua si utilizza il metodo ASTM C 666

16.1.2 - Accettazione e specifiche prestazionali dei sistemi protettivi

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione tecnica, controfirmata dal Produttore, dei materiali che intende impiegare, affinché si possa dedurre la piena rispondenza del prodotto ai requisiti ed alle prestazioni richieste.
La Direzione Lavori in tempo utile rispetto al programma lavori controllerà la rispondenza di detti requisiti, potendo comunque prescrivere, a cura e spese dell'Impresa, l'esecuzione di prove, sui campioni di materiali forniti, indicando il Laboratorio presso il quale effettuare le prove; successivamente potranno essere richieste ulteriori verifiche su campioni di normale fornitura prelevati in cantiere.
Le Società Produttrici devono possedere certificazione di qualità ai sensi della normativa UNI EN ISO 9001 e possedere un manuale della Qualità.

16.1.3 - Caratteristiche e prestazioni del sistema filmogeno per la protezione d'opere d'arte

Il sistema protettivo sarà costituito da un primer epossipoliammidico e da una finitura a base d'elastomeri poliuretanici alifatici applicata con differenti spessori in funzione del grado di protezione richiesto.
Il suddetto sistema protettivo sarà caratterizzato dai seguenti spessori e prestazioni:

- Strato d'adesione di spessore secco pari a 50 µm;

- Strato di finitura di spessore secco, realizzato con una o due mani rispettivamente di 200 e 400 µm, a secondo del tipo di protezione richiesta: media o elevata;
- Aspetto dello strato di finitura di colore grigio cemento, RAL 7032 o 7035, secondo indicazione della Direzione Lavori;
- Aderenza al calcestruzzo $\geq$ 3,5 N/mm^2;
- Deformabilità elastica con allungamento a rottura $\geq$ 400%;
- Impermeabilità all'acqua con assenza di permeazione ad una pressione di 500 KPa;
- Impermeabilità alla CO_2 con fattore di resistenza $\mu co_2 \geq 0{,}5 \times 10^6$, al quale corrisponde uno spessore d'aria equivalente (R):
  - R > 220 m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 450 µm;
  - R > 120 m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 250 µm;
- Permeabilità allo ione CL^- < 7 g/(m^2 x 24 h);
- Resistenza al vapore d'acqua con fattore $\mu_{vapore} \leq 0{,}8 \times 10^4$ al quale corrisponde uno spessore d'aria equivalente (Sd):
  - Sd $\leq$ 3,6 m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 450 µm;
  - Sd $\leq$ 2 m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 250 µm;
- Resistenza all'irraggiamento UV elevata;
- Resistenza cicli gelo-disgelo in base alla prova di durabilità su campioni di conglomerato cementizio standard:
  - > 40 cicli, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 450 µm;
  - > 18 cicli, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 250 µm.

16.1.4 - Caratteristiche e prestazioni del sistema filmogeno per la protezione di strutture a contatto con acqua

La protezione sarà costituita da un sistema componente rigido epossipoliammidico da applicarsi con differenti spessori in funzione del grado di sollecitazione idrodinamica.

Tale sistema bicomponente rigido epossipoliammidico dovrà essere caratterizzato dai seguenti spessori e prestazioni:

- Strato d'adesione di spessore secco pari a 50 µm; realizzato mediante l'utilizzazione di un primer epossipoliammidico;
- Strato di finitura realizzato in due mani con un prodotto epossipoliammidico di spessore secco di 400 o 600 µm in funzione delle caratteristiche idrauliche e del grado di protezione richiesto;
- Aspetto dello strato di finitura di colore grigio cemento, RAL 7032 o 7035, secondo indicazione della Direzione Lavori;
- Aderenza al calcestruzzo $\geq$ 3,5 N/mm^2;
- Impermeabilità all'acqua con assenza di permeazione ad una pressione di 500 KPa;
- Resistenza all'abrasione < 50 mg, secondo ASTM D 4060;
- Impermeabilità alla $C0_2$ con fattore di resistenza $\mu co_2 \geq 1{,}2 \times 10^6$, al quale corrisponde uno spessore d'aria equivalente (R):
  - R > 780 m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 650 µm;
  - R > 540 m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 450 µm;
- Permeabilità allo ione CL^- < 3 g/(m^2 x 24 h);
- Resistenza a cicli di gelo-disgelo > 45 cicli.

16.1.5 - Preparazione del supporto e modalità d'applicazione del sistema protettivo

La preparazione del calcestruzzo di supporto dovrà essere eseguita mediante sabbiatura seguita da pulizia con aria compressa immediatamente prima della applicazione:

- su conglomerati cementizi nuovi per eliminare i disarmanti ed aprire i pori superficiali;
- su conglomerati cementizi vecchi per eliminare le parti aventi scarsa coesione, scarsa aderenza e per eliminare dalla superficie esterna della struttura eventuali contaminanti.

La Direzione Lavori si riserva comunque di approvare i risultati ottenuti dalla preparazione del supporto. Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del rivestimento protettivo in opera.

Il tempo intercorrente tra l'applicazione di strati successivi dovrà essere conforme a quanto riportato sulle schede tecniche del prodotto.

L'applicazione dovrà avvenire preferibilmente a spruzzo mediante airless; è consentita l'applicazione a pennello od a rullo solo nel caso di protezione di superfici d'estensione limitata.

Lo spessore del sistema protettivo indicato nel progetto si intende sempre come spessore di film secco.

Il prodotto non deve provocare inconvenienti d'alcun genere agli applicatori che comunque durante la miscelazione e l'applicazione dovranno indossare guanti, occhiali ed idonei indumenti di lavoro.

In particolare il prodotto non deve contenere idrocarburi clorurati, metanolo, benzene ed altre sostanze d'analoga o maggiore tossicità.

16.1.6 - Prove, controllo delle prestazioni e degli spessori, penali

In corso d'opera le prove potranno essere ripetute con la frequenza richiesta dalla Direzione Lavori.

Qualora dalle prove eseguite, anche su materiali posti in opera, risultassero valori inferiori rispetto a quelli richiesti, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla sostituzione e/o alla rimozione dei materiali già posti in opera. In corso d'opera la Direzione Lavori effettuerà controlli dello spessore sul film umido[8] della singola mano applicata con le seguenti modalità:

- misura dello spessore mediante "pettine" d'idonea graduazione secondo le specifiche della ASTM D 4414 (o D 1212);
- per superfici globali da proteggere inferiori a 2000 m^2 almeno una serie di 20 misure;
- per superfici globali da proteggere superiori a 2000 m^2 almeno una serie di 40 misure;
- la serie di misure sarà, se possibile, omogeneamente distribuita sulla superficie da verificare ed il suo valore medio non dovrà essere minore di quello di progetto.

  Nel caso risulti un valore medio inferiore allo spessore di progetto, l'Impresa, a sua cura e spese, provvederà ad integrare lo spessore mancante mettendo in atto tutti gli accorgimenti necessari per la buona riuscita dell'integrazione.

16.2 - Protettivi impregnanti

Il trattamento impregnante di superfici di conglomerato cementizio, sia orizzontali che verticali, sarà eseguito con prodotto a base epossidica modificata, applicato a spruzzo o a rullo in funzione delle condizioni atmosferiche, con particolare riferimento al vento, diluendolo in acqua con un consumo medio di 300÷400 g di prodotto secco per metro cubo di superficie trattata; sarà dato in passate successive fino ad un massimo di tre, in funzione delle prove d'assorbimento e fino a rifiuto del conglomerato cementizio.

[8] Lo spessore di film umido, corrispondente allo spessore di film secco previsto in progetto, si ottiene moltiplicando lo spessore di film secco per 100 e dividendo per il valore dei solidi in volume del prodotto da applicare (derivato dalla scheda tecnica del prodotto), il valore ottenuto verrà arrotondato alla decina.

Il trattamento sarà preceduto dalla preparazione della superficie da trattare, fino a completa ravvivatura, mediante sabbiatura con aspirazione delle polveri.

16.2.1 - Caratteristiche dei prodotti costituenti il ciclo e norme per l'esecuzione dei lavori

Il ciclo dovrà essere composto da una o più mani di prodotto impregnante monocomponente o bicomponente da applicare in quantità da stabilire di volta in volta in base a prove d'assorbimento effettuate sul supporto da proteggere ed in funzione del grado di viscosità del prodotto da applicare.
Il prodotto deve avere caratteristiche osmotiche ed essere costituito da una miscela di sostanze chimiche che non conferiscano né colore né spessore superficiale al manufatto.

16.2.2 - Caratteristiche dei componenti fondamentali

A - Veicolo:
il veicolo deve essere essenzialmente costituito da una resina sintetica; nella formulazione dell'impregnante base possono essere inclusi agenti antisedimentari, antischiumogeni, ecc.
La protezione fornita dalle sostanze attive dell'impregnante dovrà essere di tipo chimico, tale da annullare l'effetto degli ioni aggressivi che penetrano all'interno del conglomerato cementizio.

16.2.3 - Caratteristiche chimico fisiche del ciclo protettivo costituito da sostanze impregnanti

Permeabilità all'acqua:
la prova esamina la possibilità o meno che il prodotto impregnante costituisca barriera alla diffusione del liquido (H_20).
Condizione di prova:

- temperatura 296 K ± 2 K;
- pressione d'esercizio della colonna d'acqua 0,5 bar;
- durata 72 h.

Valore da riscontrare:

- diffusione presente

Assorbimento acqua:
La prova esamina attraverso la determinazione del valore d'assorbimento acqua, relativo ad una superficie unitaria, le caratteristiche osmotiche intrinseche dell'impregnante.
Condizioni di prova

Temperatura 296 K ±2 K;
Durata 24 h;
Valore da riscontrare 40% - 60% (*)

(*) Valore da riferire a quello riscontrato sul supporto non trattato.

Shock termico:
La prova esamina il comportamento del manufatto trattato alle temperature ed allo sbalzo termico, con intervallo di tempo ridotto.
I campioni di prova sono immersi per 1/3 della loro altezza in una soluzione salina costituita da cloruri e solfati.

Ciclo termico:		
-	60 min. alla temperatura di	243 K ±2 K;
-	60 min. alla temperatura di	323 K ±2 K

-	Numero dei cicli	20

Determinazioni eseguite al termine dei cicli termici:

Perdita in peso $\leq$ 2%

Controllata la rispondenza del trattamento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso.

La Direzione Lavori potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche chimico fisiche di composizione e d'applicazione.

Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori rispetto a quelli richiesti, l'Impresa dovrà provvedere, a sua totale cura e spese, all'applicazione di materiali integrativi al fine di rendere la struttura inattaccabile agli agenti atmosferici.

16.3 - Protettivi strutturali

Sono definiti protettivi strutturali quelle sostanze che modificano la struttura chimica e/o fisica del conglomerato cementizio in modo tale da renderlo meno attaccabile agli agenti aggressivi, aumentandone nel contempo la resistenza meccanica.

Risultati di questo tipo si ottengono impregnando i manufatti con monomeri organici che polimerizzano all'interno della struttura in conglomerato cementizio, (conglomerato cementizio polimero impregnato - C.P.I.), oppure usando cementi di composizione chimica resistente agli agenti aggressivi insieme ad additivi e a formulazioni granulometriche che riducano al minimo la macro e la micro porosità del conglomerato cementizio.

Lo spessore delle protezioni di questo tipo non è mai corticale come nei casi precedenti, ma è esteso per alcuni centimetri della parete esterna del manufatto nel caso C.P.I., oppure riguarda l'intero manufatto nel secondo caso.

L'accettazione di simili tipi di protezione è subordinata alla resistenza di manufatti campione protetti con il C.P.I. o costituiti con miscele antidegrado.

La forma e le dimensioni del campione non sono rilevanti ai fini dei risultati; indicativamente si useranno cubi o cilindri con dimensione massima minore o uguale a 20 cm che potranno essere appositamente fabbricati o prelevati da manufatti già esistenti, in opera. (Ciò potrà servire anche ai fini del controllo delle lavorazioni).

I campioni di prova sono immersi per 1/3 della loro altezza in una soluzione salina costituita da cloruri e solfati.

Ciclo termico:		
-	60 min. alla temperatura di	243 K ±2 K;
-	60 min. alla temperatura di	323 K ±2 K
-	Numero dei cicli	20

Determinazioni eseguite al termine dei cicli termici: perdita in peso $\leq$ 1%

Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori rispetto a quelli richiesti, l'Impresa dovrà provvedere, a sua totale cura e spese, all'applicazione di materiali integrativi al fine di rendere la struttura inattaccabile agli agenti atmosferici.

Art. 17 - Impermeabilizzazioni

17.1 - Norme Generali

Tutti i materiali per impermeabilizzazione dovranno rispondere ai requisiti prescritti dalle rispettive Norme di accettazione.

Particolare cura dovrà essere posta nella preparazione delle superfici da impermeabilizzare; eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici. Dovranno avere adeguate pendenze per un regolare sgrondo delle acque e presentarsi sane, regolari, perfettamente pulite, assenti da oli, grassi, polveri e prive di residui di boiacca o di malta cementizia, di prodotti disarmanti, di preesistenti impermeabilizzazioni. Le superfici dovranno essere asciutte e stagionate per almeno venti giorni per assicurare una buona adesione del manto impermeabilizzante. A questo fine la superficie dovrà essere sabbiata e/o bocciardata, anche quando siano stati eseguiti precedenti interventi di ripristino con l'impiego di betoncini o calcestruzzi reoplastici a ritiro compensato.

A questi interventi preparatori dovrà seguire un'accurata pulizia delle superfici interessate anche mediante idrolavaggi (preferibilmente in periodi caldi o asciutti) e conseguente energica soffiatura con aria compressa.

L'esecuzione delle impermeabilizzazioni dovrà essere eseguita con la massima accuratezza, specialmente in prossimità di fori, passaggi, canne ecc.; il convogliamento delle acque meteoriche ai pluviali sarà assicurato mediante idonei pezzi speciali fissati a livello della soletta in calcestruzzo mediante l'impiego di stucchi epossidici al manto impermeabile e muniti di griglia parafoglie. L'impermeabilizzazione dovrà interessare anche le zone dei bocchettoni di scarico delle acque superficiali, ricoprendoli nell'area dei risvolti; non si dovranno in nessun modo danneggiare le attrezzature di smaltimento preesistenti e/o ricostruite.

Le riprese di lavoro dovranno essere ridotte al minimo, salvo le esigenze particolari; in ogni caso dovrà essere assicurata una perfetta adesione tra vecchia e nuova membrana.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato).

Dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 MPa in permeametro, a 333 K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

Le strutture sovrastanti gli strati impermeabili dovranno essere eseguite dopo il perfetto consolidamento degli strati stessi.

Eventuali perdite che si manifestassero sino a collaudo eseguito, dovranno essere sanate ed eliminate dall'Impresa a suo totale carico, compreso ogni lavoro di ripristino delle eventuali sovrastrutture.

L'Impresa dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni dei materiali che intende adottare per essere sottoposti, a cura e spese della stessa, alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

Potranno essere prelevati anche tasselli già posti in opera su cui effettuare le prove di laboratorio su zone scelte a caso.

Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche richieste, i materiali saranno rifiutati e l'Impresa dovrà allontanarli a sua cura e spese.

17.2 - Manto di impermeabilizzazione realizzato con membrana elastica continua in materiale sintetico epossipoliuretanico

17.2.1 - Primer di adesione

Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliamminoalifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.

17.2.2 - Membrana impermeabilizzante sintetica elastica continua spruzzata in opera

La membrana impermeabilizzante elastica continua dovrà essere costituita da un copolimero epossipoliuretanico con presenza attiva di un terzo polimero elastomerico. Il prodotto deve polimerizzare entro le 24 h dal termine della stesa alle condizioni di temperatura T $\geq$ 293 K ed UR 65% ± 5%. Il materiale applicato dovrà, a polimerizzazione avvenuta, avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche salvo diversa prescrizione progettuale:

- Densità relativa (riferita al prodotto A+B polimerizzato): 1,15 ± 0,05 kg/dm² (UNI 89-1970)
- Durezza superficiale: 90 ± 5 Shore "A" (UNI 4916-74)
- Resistenza a sollecitazione per trazione: minimo 6 MPa (UNI EN 12311)
- Allungamento percentuale a trazione: minimo 80% (UNI EN 12311)
- Elasticità: massimo 15% (verificata come deformazione residua a trazione) (UNI EN 12311)
- Resistenza alle basse temperature: integrità per avvolgimento su mandrino cilindrico fino a T= 253 K (UNI EN 495-5 e UNI EN 1109)
- Adesione al supporto cementizio: minimo 3 MPa e per valori inferiori purché risulti una rottura coesiva del supporto (riferito alla superficie di prova) almeno pari al 60% della superficie (ASTM 2197-68).

17.2.3 - Mano d'attacco per il collegamento della membrana impermeabile con la sovrastante pavimentazione

La mano d'attacco tra membrana e pavimentazione dovrà essere costituita da un bitume modificato con polimeri SBS-R da spruzzare a caldo (T$\geq$ 453 K) in ragione di circa 0,8 kg/m² e le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso) salvo diverse disposizioni progettuali.

17.2.4 - Modalità di applicazione

Si provvederà, al fine di garantire una perfetta adesione tra membrana e supporto, alla stesa del "primer" applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura, in quantità comprese tra 0,20 e 0,25 kg/m².

Tale stesa si dovrà estendere a tutta la superficie interna dei cordoli ed anche sulla superficie orizzontale degli stessi, qualora essi non siano già stati protetti con guaine bituminose per effettuare il montaggio dei parapetti New Jersey prima dell'impermeabilizzazione dell'impalcato.

Sulla superficie così pretrattata si dovrà procedere all'applicazione della membrana epossipoliuretanica elastomerica mediante idonee apparecchiature automontate ed automatiche che garantiscano, oltre che potenzialità di lavoro adeguata, il controllo dei quantitativi di stesa. L'impermeabilizzazione deve essere continua ed omogenea su tutta la superficie superiore dell'impalcato, compresi i cordoli nella parte verticale interna, nella superficie orizzontale e con piccolo risvolto (3-5 cm) sul paramento verticale esterno.

Anche eventuali canalette per cavi devono essere integralmente rivestite come le superfici esposte dei cordoli.

La realizzazione della membrana dovrà essere fatta mediante l'applicazione di un quantitativo di prodotto medio di 3,4-3,6 kg/m² (spessore secco 3,0 mm) tale da garantire un'elevata protezione all'azione delle

acque meteoriche e degli agenti aggressivi in soluzione (sali fondenti antigelo). La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.
La posa in opera dell'intero ciclo impermeabilizzante non sarà effettuata quando, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni meteorologiche saranno tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 283 K.
Non prima di 12 h dal termine della stesa della membrana impermeabile, nel caso di temperature $\geq$ 293 K, dovrà seguire l'accurata ed uniforme applicazione della mano di attacco e di collegamento alla pavimentazione nella quantità di 0,8 kg/m².
Detto materiale dovrà essere spruzzato anche sulla parte verticale interna dei cordoli che sarà coperta dalla pavimentazione.

17.3 - Manto di impermeabilizzazione realizzato, mediante cappa di mastice di asfalto

17.3.1 - Materiali

L'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte sarà realizzata mediante applicazione per colata di cappe di mastice di asfalto colato di spessore finito non inferiore a 10 mm.
Il mastice d'asfalto dovrà avere la seguente composizione:

- il legante previo idoneo primer compatibile con il legante utilizzato, dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40-50 e Trinidad Epureè in rapporto di 5 a 2 in peso.
  In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali, quali il Selenitza o gomme termoplastiche, del tipo E le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso).
  I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione.
  Il legante sarà dosato in ragione del 15-19% in peso sulla miscela degli inerti (corrispondenti al 13-16% in peso sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel Filler asfaltico. Il bitume 40-50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra -0,1 e +0,1 calcolato secondo la formula:

$$IP = \frac{20u - 500v}{u + 50v}$$

  in cui:
  v = log 800 - log penetrazione a 298 K
  u = temperatura di P.e.A in K detratti 298 K

- Filler:
  dovrà essere passante totalmente al setaccio 0,18 mm UNI (ASTM n. 80) e per il 90% al setaccio 0,075 mm UNI. (ASTM n. 200, granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30÷35% in peso sullo miscela degli aggregati.
  Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela bitume 40-50/filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, abbia un punto di rammollimento P.A. almeno 15 K superiore a quello del bitume puro;

- Sabbia:
  dovrà essere totalmente passante al setaccio 2,5 mm UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da 0,075 a 2,5 mm (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0,075 mm UNI), contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela di inerti;

- Miscela finale:
  la parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (v) compresa tra il 18 ed il 23%.
  Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre un'eccedenza compresa tra il 5 ed il 7% (Vb-V = 5-7 in cui Vb è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale).

Il mastice completo confezionato nel rispetto delle Norme sopra esposte dovrà avere nelle prove di laboratorio un punto di rammollimento alla prova Wilhelmi (Norma DIN 1966) compreso tra 373 e 388 K.
Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa potrà presentare valori compresi tra 373 e 403 K.
L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del prodotto finito e dei materiali componenti compresi i primer, in modo che su di essi possano essere effettuati preventivamente tutte le prove previste nelle presenti Norme.
La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.
Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.
La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo ed uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10 mm e max di 14 mm, da verificare mediante prelievo di campioni.

17.3.2 - Modalità di preparazione del mastice di asfalto colato

La confezione del mastice di asfalto colato sarà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla Direzione Lavori, di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire.
Tassativamente si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie debba essere fatto a peso.
Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere seguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione.

1^ procedura

a) Premiscelazione degli inerti, compreso il filler, a temperatura di 483÷503 K.
b) Aggiunta del bitume nella corretta percentuale preventivamente portato alla temperatura di 423÷433 K.
c) Mescolazione dell'impasto per almeno 5 min.
d) Scarico dell'impasto in un'apposita caldaia (cooker) coibentata, munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore.
e) Mescolazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30 min, alla temperatura di 473÷483 K, al fine di ottenere un'intima miscelazione del bitume con il filler.

2^ procedura

a) Introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso e miscelazione alla temperatura di 473 K, per almeno 30 min, fino ad ottenere un'intima miscelazione del bitume con il filler.
b) Aggiunta delle sabbie preventivamente asciugate e riscaldate e mescolamento a temperatura di 473÷483 K, fino ad ottenere un impasto perfettamente omogeneo ed uniforme.

La procedura da adottare sarà scelta subordinatamente alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori; in ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiature di riscaldamento siano tali

da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.
Qualora la confezione non sia fatta sul luogo della stesa, il trasporto del mastice sarà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anche esse di agitatore meccanico ed apposito impianto di riscaldamento.

17.3.3 - Modalità di applicazione

Le superfici di calcestruzzo da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane ed asciutte, esenti da oli, grassi, polveri e prive di residui di boiacca o di malta cementizia; prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere ad un'accurata pulizia dell'impalcato, mediante bocciardatura eseguita con idonea macchina avente potenza non inferiore ad 80 CV, spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.
Eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici. Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito, a giudizio della Direzione Lavori, da emulsione bituminosa al 50÷55% o da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P.e A. 358÷363 K), in opportuni solventi selettivi di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed un'elevata penetrazione nella soletta.
Le quantità da stendere saranno di 0,5-0,7 kg/m² salvo diverse prescrizioni progettuali. Sul primer sarà posto in opera, dopo evaporazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto, mediante colamento del materiale a temperatura di 473 K (± 24 K); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con fratazzi di legno. La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.
Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrici particolarmente studiate ed attrezzate, sottoposte a preventiva approvazione della Direzione Lavori.
La posa in opera del mastice non sarà effettuata quando, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque, quando la temperatura esterna sia inferiore a 283 K.
Il mastice d'asfalto deve essere steso, per quanto possibile, con uno spessore costante, per cui tutte le irregolarità della soletta dovranno essere portate a livello, affinché le stesse non si ripercuotano sulla cappa.
In seguito, dopo il completamento dell'impermeabilizzazione, a discrezione della Direzione Lavori, si dovrà procedere ad una risagomatura della soletta mediante stesa di un sottile strato di conglomerato bituminoso realizzato con inerti calcarei di granulometria appropriata; successivamente si procederà con la stesa della pavimentazione definitiva.
Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei calcestruzzi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso.
In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato di conglomerato bituminoso, all'atto della stesa non sia inferiore a 413 K in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.
Sulla parete interna dei cordoli dovrà essere applicata a caldo, previa mano di primer di ancoraggio, una guaina bituminosa preformata dello spessore di 4÷5 mm, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso non inferiore a 300 g/m^2.
La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla cappa di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo.

17.4 - Manto di impermeabilizzazione continuo realizzato in opera con bitume modificato con elastomeri ed armato con tessuto non-tessuto

17.4.1 - Materiali

Il manto impermeabile continuo sarà costituito dai seguenti materiali:

- Primer, dovrà essere impiegato bitume con modifica tipo "soft" spruzzato a caldo a temperature non inferiori a 453 K (± 18 K), le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso).
- Legante, sarà costituito da bitume modificato con polimeri di tipo C, le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso).
- Armatura, sarà costituita da tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene coesionato mediante agugliatura meccanica, calandrato e stabilizzato ai raggi UV. Le caratteristiche del geotessuto dovranno essere:
  - peso del tessuto non tessuto $\geq$ 300 gr/m²;
  - resistenza alla rottura per trazione e allungamento a rottura, a 293 K non inferiore a 400 N (ASTM-D1682);
  - allungamento a rottura 5,5% (ASTM-D 1682);
  - perfetta adesione ed impregnabilità con le masse bituminose descritte in precedenza.

Salvo diverse prescrizioni progettuali.

17.4.2 - Modalità esecutive

Si provvederà al fine di garantire una perfetta adesione tra manto impermeabile e supporto, alla stesa del primer applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura.

Sulla superficie così pretrattata sarà realizzato il manto impermeabile costituito da un'armatura di tessuto non tessuto applicato sulla mano di legante stesa in precedenza, nella quantità di 1,0 - 1,5 kg/m², salvo diversa prescrizione progettuale, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Successivamente, dopo la stesa del tessuto non tessuto, sarà applicata una seconda mano di legante.

La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

17.5 - Manto di impermeabilizzazione continuo, realizzato con guaine preformate costituite da bitumi modificati con elastomeri ed armate con geotessile non tessuto in poliestere

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata con guaine bituminose preformate, armate con geotessile non tessuto in poliestere, aventi le caratteristiche riportate nel seguito.

17.5.1 - Materiali

- Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliamminoalifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.
- La massa bituminosa della guaina sarà costituita indicativamente da bitume leggermente polimerizzato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante, mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume.
  Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri e plastomeri purché compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera.

Dovrà essere escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito:

- punto di rammollimento P.e A. $\geq$ 423 K;
- punto di rottura Frass 258 K;
- penetrabilità DOW a 288 K (con peso 100 g a 289 K) 20÷30 dmm.

La non rispondenza a quanto sopra comporterà il rifiuto delle guaine.

- L'armatura delle guaine sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo agglomerato mediante agugliatura.

  Saranno ammesse anche guaine con armatura mista in geotessile non tessuto in poliestere e rete o velo in fibra di vetro (o altro materiale non putrescibile).

  Dalle prove di qualificazione, dovranno risultare i seguenti valori:

  - peso (UNI 5114) $\geq$ 300 g/m^2
  - resistenza a trazione su striscia di 5 cm (UNI 8639) $\geq$ 18 kN/m
  - allungamento (UNI 8639) $\geq$ 60%
  - lacerazione (UNI 8279/9) $\geq$ 0,5 kN
  - punzonamento (UNI 8279/9) $\geq$ 3 kN
  - inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microrganismi;
  - perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa.

- Le guaine impermeabili preformate dovranno avere l'armatura in posizione asimmetrica rispetto alla massa bituminosa (posta a 0,5 mm dalla superficie a contatto con il conglomerato bituminoso della pavimentazione).

  Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati:

  - massa areica (UNI 8202/7):

  . guaina di spessore non minore di 5 mm $\geq$ 5,500 kg

  . guaina di spessore non minore di 4 mm $\geq$ 4,500 kg

  - resistenza a trazione (UNI 8202/8):

  . longitudinale $\geq$ 18 kN/m

  . trasversale $\geq$ 16 kN/m

  - resistenza a lacerazione (UNI 8202/9):

  . longitudinale 0,16 kN

  . trasversale 0,17 kN

  - punzonamento statico (UNI 8202/11):

  . classe di resistenza/carico supportato su sfera diam. 10 mm

  - su supporto rigido Ps4/> 25 kg

  - su supporto non rigido Ps4/> 25 kg

  - flessibilità a freddo su mandrino (UNI 8202/15) 263 K

  - scorrimento a 343 K (UNI 8202/16) < 1 mm

  - impermeabilità all'acqua (UNI 8202/21) > 100 kPa

Salvo diverse prescrizioni progettuali.

17.5.2 - Modalità di posa in opera

Eseguiti gli interventi preparatori seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito da bitumi di tipo C, le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso), applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura.
La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 5 mm e larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso di 300 g/m², salvo diverse prescrizioni progettuali, sarà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla soletta, quando la temperatura media diurna dell'aria sia superiore ai 283 K.
Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.
Nel caso invece di guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm, sarà posta in opera previa spalmatura, su primer di attacco alla soletta, di 1 kg/m^2 di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.
La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.
In ambedue i casi la loro adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

17.6 - Con cartonfeltro bitumato

L'impermeabilizzazione è costituita da due strati di cartonfeltro bitumato ricoperto a doppio bagno, del peso cadauno non inferiore a 1,2 kg/m², alternati con tre spalmature di bitume ad alto punto di fusione, dato a caldo, in ragione di 1,2 kg/m² per ogni spalmatura.
Il peso complessivo dell'impermeabilizzazione dovrà risultare mediamente di 6 kg/m².
Quando il manto è posto al piede di murature e/o tramezzi dovrà avere una larghezza eccedente almeno 10 cm per parte il loro spessore.

17.7 - Con membrane prefabbricate a base bituminosa

L'impermeabilizzazione è costituita da membrane prefabbricate a base bituminosa, disposte ad uno o due strati ed armate con tessuto non tessuto in poliestere o con teli di fibre di vetro.
La massa bituminosa sarà costituita indicativamente per il 70% in peso da bitume leggermente polimerizzato mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume; avrà le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.e A. 403÷413 K
- punto di rottura Frass 288 K
- penetrazione con peso di 100 g a 298 K: 2÷3 mm.

L'armatura, in relazione alle previsioni progettuali, sarà costituita da:

- tessuto non tessuto del peso di 300 g/m² in fibre di poliestere ad alto titolo e tenacità solidamente collegate tra loro mediante legamento per agugliatura;
- velo in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m²;
- tessuto in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m².

La finitura superficiale delle membrane sarà di tipo: normale; granigliata; autoprotetta con lamina goffrata di alluminio ricotto titolo 99,5% colore naturale di spessore di 0,08 mm; con lamina goffrata di rame ricotto titolo 99,5% colore naturale spessore di 0,08 mm, come da scelte progettuali.
Il peso delle membrane, per quelle armate in tessuto non tessuto in poliestere e per quelle armate con tessuto di fibra di vetro e autoprotette con lamine metalliche sarà di almeno 4 kg/m²; per quelle armate con velo di fibra di vetro sarà di 3 kg/m².

Le membrane saranno applicate a fiamma previa pulizia del supporto e spalmatura di primer a base bituminosa, sovrapponendo i bordi dei teli per almeno 5 cm.
Nel manto costituito da doppio strato di membrane, il secondo strato sarà applicato a fiamma incrociato rispetto al primo.

17.8 - Con fogli di PVC o di gomma sintetica (Hypalon)

L'impermeabilizzazione è costituita da fogli in PVC o in gomma sintetica (Hypalon), come da scelte progettuali, dello spessore di 1,2÷1,3 mm, posti in opera con giunti sovrapposti per almeno 10 cm e saldati ad aria calda o mediante solvente.
Le operazioni di saldatura dovranno essere realizzate in tre fasi: puntatura dei teli; formazione di un primo cordone di saldatura; saldatura definitiva a tenuta idraulica ottenuta mediante un secondo cordone di saldatura.
I fogli in PVC (cloruro di polivinile), plastificato e stabilizzato ai raggi ultravioletti, saranno armati con tessuto in poliestere o fibra di vetro.
I fogli in gomma sintetica (Hypalon), da porre in opera, previa impregnazione del sottofondo con appositi adesivi, dovranno essere accoppiati con un feltro in fibra sintetica dello spessore di 0,4 mm.
I manti dovranno essere risvoltati, fissandoli sul coronamento perimetrale con profilati estrusi in alluminio di adeguata sezione e sagomati per farli aderire alla struttura sottostante; l'acqua meteorica sarà convogliata ai pluviali medianti pezzi speciali saldati e muniti di griglie parafoglie; particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione dei raccordi con le strutture emergenti dal manto (lucernari, canne fumarie ecc.) utilizzando opportuni collari.
Sarà inoltre onere dell'Impresa procedere a prove di tenuta dei giunti.

17.9 - Con fogli di PVC e coibentazione in pannelli di poliuretano espanso

Il manto è costituito da un primo strato di tessuto non tessuto del peso di 300 g/m^2; una barriera antivapore in poliestere di spessore $\geq$ 0,5 mm; un secondo strato di tessuto non tessuto del peso di 300 g/m^2; uno strato coibente dello spessore complessivo di 50 mm a doppio ordine di pannelli rigidi di poliuretano espanso della densità di 35 kg/m^3 posti in opera a giunti sfalsati; uno strato impermeabile in PVC dello spessore di 1,5 mm, rinforzato con tessuto in poliestere o velo in fibra di vetro e stabilizzato ai raggi UV.

17.10 - Barriera antivapore

La barriera antivapore sarà ottenuta mediante fogli di polietilene dello spessore $\geq$ 0,5 mm; avrà giunti sovrapposti per almeno 10 cm che saranno sigillati con nastro biadesivo o sistemi equivalenti.

17.11 - Geotessile

Lo strato separatore sarà realizzato in geotessile del peso minimo di 300 g/m^2, in fibre di poliestere a filo continuo aventi le caratteristiche riportate nell'Art. 2.
Sarà fissato al piano di posa mediante punti di bitume e i giunti fra i teli saranno sovrapposti per almeno 5 cm.

17.12 - Impermeabilizzazioni vasche

Le impermeabilizzazioni del fondo e delle pareti interne delle vasche in c.a. di accumulo dell'acqua saranno realizzate con applicazione di vernice monocomponente a base di clorocaucciù data in tre mani per uno

spessore complessivo non inferiore a 0,3 mm, previa preparazione del fondo effettuata mediante sabbiatura e stuccatura delle eventuali lesioni o cavillature.

Art. 18 - Acciaio per c.a. e c.a.p.

18.1 - Generalità

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dal D.M. vigente (D.M. 17/01/2018, norma emanata in applicazione dell'art.21 della Legge 5/11/1971 n.1086) ed alle indicazioni delle norme armonizzate EN 10080 secondo quanto previsto dal D.M. 15/05/06 per i materiali da costruzione.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. in vigore.

E' ammesso esclusivamente l'utilizzo di acciai qualificati e dotati di marcatura CE ai sensi del D.P.R. n.246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CE; inoltre ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marcatura indelebile.

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

Ogni carico di acciaio giunto in cantiere dovrà essere corredato della copia dell'attestato di qualificazione del S.T.C. (Servizio Tecnico centrale Min. Infrastrutture) sul prodotto di origine, del documento di trasporto dell'acciaieria, della marcatura di origine; nel caso in cui la fornitura provenga da un commerciante o da un centro di trasformazione intermedio dovrà essere inoltre presente il documento di trasporto del fornitore e nel secondo caso la specifica marcatura che identifica in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

Qualora così non fosse, tutto il carico sarà rifiutato ed immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso.

18.2 - Acciaio in barre ad aderenza migliorata qualificato – Fe B450C e B450A (ex Fe B 44k)

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili ad aderenza migliorata qualificati e controllati con le modalità previste dal D.M. in vigore (D.M. 17/01/2018) e dalle norme armonizzate per i materiali da costruzione EN 10080.

L'acciaio per c.a. laminato a caldo, denominato B450C, dovrà rispettare i requisiti minimi sulle caratteristiche meccaniche previste nella tabella seguente:

	Classe C	**Requisito o frattile (%)**
Tensione caratteristica di snervamento fyk o f0.2k (MPa)	$\geq$ 450	5.0
Tensione caratteristica di rottura Ftk (MPa)	$\geq$ 540	5.0
Valore minimo di k = (ft/fyk)	$\geq$ 1.15	
	< 1.35	10.0
Deformazione caratteristica al carico massimo (%)	$\geq$ 7.5	10.0
Attitudine al piegamento	Prova di piegamento/raddrizzamento	
Tolleranza massima dalla massa nominale (%)		

– Diametro nominale barra (mm) ≤ 8	± 6.0	5.0
– Diametro nominale barra (mm) > 8	± 4.5	5.0

L'acciaio per c.a. trafilato a freddo, denominato B450A, dovrà rispettare i requisiti sulle caratteristiche meccaniche previste in tabella:

	Classe A	**Requisito o frattile (%)**
Tensione caratteristica di snervamento fyk o f0.2k (MPa)	≥ 450	5.0
Tensione caratteristica di rottura Ftk (MPa)	≥ 540	5.0
Valore minimo di k = (ft/fyk)	> 1.05	10.0
Deformazione caratteristica al carico massimo (%)	≥ 2.5	10.0
Attitudine al piegamento	Prova di piegamento/raddrizzamento	
Tolleranza massima dalla massa nominale (%)		
– Diametro nominale barra (mm) ≤ 8	± 6.0	5.0
– Diametro nominale barra (mm) > 8	± 4.5	5.0

Ogni partita di acciaio in barre ad aderenza migliorata, controllata in stabilimento, sarà sottoposta a controllo in cantiere prelevando almeno 3 spezzoni con la frequenza stabilita dal Direttore dei Lavori.
I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.
Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.
La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.
Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore.
Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

18.3 - Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti saranno realizzate con acciaio in barre ad aderenza migliorata saldabili del tipo previsto in capitolato di diametro compreso fra 6 e 16 mm per quelle costituite con acciaio B450C e, di diametro compreso fra 5 e 10 mm per quelle costituite con acciaio B450A.
L'interasse delle barre non deve superare 330mm.
I nodi (incroci) delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la UNI EN ISO 15630-2 e pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore.
La qualificazione e la marcatura del prodotto finito dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. in vigore e dalle norme armonizzate di riferimento (EN 10080).

18.4 - Zincatura a caldo degli acciai

18.4.1 - Qualità degli acciai da zincare a caldo

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03÷0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15÷0,25%.

Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI 6407/88 per gli acciai di qualità Fe B 400 S e Fe B 500 S.

18.4.2 - Zincatura a caldo per immersione

18.4.2.1 - Trattamento preliminare

Comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldo a 400÷430 K.

18.4.2.2 - Immersione in bagno di zinco

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI 2013/74, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710÷723 K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m^2 di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 µm ±10%.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

18.4.2.3 - Finitura ed aderenza del rivestimento

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.

Dovrà essere aderente alla barra in modo da non poter essere rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

18.4.2.4 - Verifiche

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di 20 t.

Oltre alle prove previste ai precedenti punti, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni delle presenti Norme Tecniche.

In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad un'accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'Impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese.

Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI 5741/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a 610 g/m^2 ±10% la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a 610 g/m^2 -10% la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.
La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI 5743/66.
Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.
Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata.
In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;
- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma sarà applicata una penale al lotto che non possiede i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura ed a spese dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

18.4.2.5 - Certificazioni

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, di cui all'Allegato 4 delle Norme di cui al DM in vigore dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.
La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove è effettuato il trattamento di zincatura.
La marcatura deve consentire l'identificazione sia del produttore dell'elemento base che dello stabilimento di zincatura: pertanto, nel caso in cui la zincatura venga effettuata su prodotti già qualificati all'origine, dotati quindi di marcatura indelebile, deve essere prevista una marcatura aggiuntiva che identifichi lo stabilimento di zincatura.

18.4.2.6 - Lavorazione

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera.
Quando la zincatura è effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bicomponente dello spessore di 80÷100 µm.

18.5 - Acciai inossidabili

Gli acciai inossidabili per armature di c.a. dovranno essere di tipo austentico ed avere un basso contenuto di carbonio; gli stessi secondo la classificazione AISI, saranno identificabili con le sigle 304L e 316L.
Il tipo di acciaio inox da utilizzarsi sarà stabilito nel progetto.
Le caratteristiche minime, chimiche e meccaniche degli acciai inossidabili per c.a. sono indicate nelle seguenti tabelle 1n e 2n:
TABELLA **1n** (caratteristiche chimiche)

Sigla AISI	**C**	**Mn**	**Si**	**P**	**S**	**Cr**	**Ni**	**Mo**
304L	≤ 0,03%	≤ 2,0%	≤ 1,0%	≤ 0,045%	≤ 0,03%	18 ÷ 20	8 ÷ 12	-
316L	≤ 0,03%	≤ 2,0%	≤ 1,0%	≤ 0,045%	≤ 0,03%	18 ÷ 20	8 ÷ 12	2 ÷ 3

TABELLA **2n** (caratteristiche meccaniche)

Sigla AISI	**Ftk MPa**	**Ftk MPa**	**A 5 %**	**HRB**
304L	≥ 540	≥ 430	≥ 12	≥ 79
316L	≥ 540	≥ 430	≥ 12	≥ 79

Dovranno inoltre risultare positivi gli esiti delle seguenti prove:

- piegamento e raddrizzamento su mandrino;
- indice di aderenza eseguito secondo il metodo "Beam Test".

Le giunzioni tra le barre dovranno essere realizzate tramite l'impiego di manicotti filettati, anch'essi in acciaio inox, avente le stesse caratteristiche delle barre sottoposte ad unione.

Tutti gli acciai inossidabili approvvigionati, dovranno essere provvisti di certificazione d'origine, attestante le caratteristiche chimiche e meccaniche del materiale; ad ogni carico giunto in cantiere la Direzione Lavori provvederà ad effettuare il prelievo di una campionatura per ogni diametro, che sarà inviato ad un laboratorio per le prove, di cui all'art. 20 della Legge 5 novembre 1971 n. 1086.

18.6 - Acciaio per c.a.p.

18.6.1 - Fili, barre, trefoli

L'acciaio per c.a.p. deve essere controllato in stabilimento per lotti di fabbricazione, secondo le norme di cui al D.M. in vigore.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da certificati di laboratori ufficiali e dovranno essere munite di un sigillo sulle legature con il marchio del produttore.

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.

I fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante e non dovranno essere piegati durante l'allestimento dei cavi.

Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzati con nastro adesivo ad intervallo di 70 cm.

Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80÷100 cm.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea, si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione e difetti superficiali visibili.

Ogni partita di acciaio controllata in stabilimento, sarà sottoposta a controllo in cantiere prelevando almeno 3 spezzoni con la frequenza stabilita dal Responsabile del Controllo Qualità Materiali in accordo con il Direttore dei Lavori.
I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.
Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.
La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera dei lotti di spedizione sottoposti all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.
Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore.
Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

18.6.2 - Cavo inguainato monotrefolo

Dovrà essere di tipo compatto, costituito da trefolo in fili di acciaio a sezione poligonale, controllati in stabilimento, rivestito con guaina tubolare in polietilene ad alta densità, intasata internamente con grasso anticorrosivo ad alta viscosità, stabile ed idoneo all'uso specifico.
Le caratteristiche dell'acciaio, i controlli, lo spessore della guaina dovranno essere conformi a quanto previsto al precedente punto 18.6.1 e a quanto riportato negli elaborati di progetto.
L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il sistema proposto per l'ingrassaggio, l'infilaggio e l'eventuale sostituzione dei trefoli.

18.6.3 - Ancoraggi dell'armatura di precompressione

Gli ancoraggi terminali dell'armatura di precompressione dovranno essere conformi ai disegni di progetto, composti essenzialmente da piastre di ripartizione e apparecchi di bloccaggio.
Per i cavi inguainati monotrefolo le piastre di ripartizione dovranno essere in acciaio zincato, a tenuta stagna; i cappellotti di protezione terminali dovranno essere zincati e provvisti di guarnizione in gomma antiolio, da calzare sui cilindretti e fissare con viti zincate ai terminali riempiti con grasso dopo la tesatura dei trefoli.

18.7 - Acciai provenienti dall'estero

L'accettazione di prodotti provenienti dall'estero è subordinata al rispetto da parte dei produttori delle stesse procedure previste per i controlli in stabilimento dei prodotti nazionali.
Per i prodotti provenienti da paesi della Comunità Economica Europea, nei quali sia in vigore una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive autorità competenti, l'accettazione è subordinata, in alternativa, al riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel paese di origine da parte del Ministero dei Lavori Pubblici.
Per le caratteristiche degli acciai ed i controlli in cantiere, si richiama quanto precedentemente stabilito nelle presenti Norme Tecniche.

Art. 19 - Acciaio per carpenteria

19.1 - Generalità

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche della legge 05/11/1971 n. 1086 «Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche» (DM in vigore); della legge 02/02/1974 n. 64 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche» (D.M. 19/06/1984, D.M. 29/01/1985, D.M.LL.PP 24/01/1986, D.M. 04/05/1986 e relative istruzioni) e delle prescrizioni cui al paragrafo 11.3.4 "Acciai per costruzioni metalliche e per strutture composte" delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.08 che si intende qui integralmente richiamato.
Per quanto applicabili e non in contrasto con le suddette Norme, si richiama qui espressamente anche la Norma UNI 10011 relativa alle costruzioni in acciaio, recante istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione.
I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere «qualificati»; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

19.2 – Approvvigionamento materiali da costruzione

Tutti i materiali impiegati dovranno essere qualificati e marcati CE ai sensi della Direttiva 89/106/CEE, recepita dal DPR n.246/93.
Sarà ammesso solo l'uso di acciai con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle dell'acciaio S355 secondo quanto previsto dalla norma EN 10025 (è ammesso l'uso di acciai CORTEN).

19.3 – Disegni di fabbricazione

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura.
L'Impresa dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.
È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto delle saldature e le loro tecnologie di esecuzione alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o di altro Ente di sua fiducia.
La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. in vigore e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

19.4 - Collaudo tecnologico dei materiali

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni.
A tale scopo è fatto obbligo all'Impresa di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.
Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.
La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n. 1086.
L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali.
La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.
Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Impresa.
Si precisa che tutti gli acciai dei gradi B, C, D, da impiegare nelle costruzioni dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza.
Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Impresa, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.
Di questo verbale sarà consegnato l'originale alla Direzione Lavori.
Un'altra copia sarà conservata dall'Impresa che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo.

19.5 - Controlli in corso di lavorazione

L'Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio.
L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori.
In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Impresa dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità");
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina.
La Direzione Lavori dovrà inoltre procedere alla verifica del controllo del peso delle reazioni vincolari.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.
In particolare l'Impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione.
  Possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare.
  I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;
- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).
  Entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;
- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri: D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 mm;
- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per l'intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

19.6 - Montaggio

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.
Il sistema prescelto dovrà essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.
Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente fossero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla 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, e tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo e di sottosuolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si dovrà porre la massima cura per evitare che siano deformate o soprasollecitate.
Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite a piè d'opera, devono essere trattate in officina con sabbiatura ed una mano di primer.
Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.
In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la contro-freccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.
La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.
Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.
Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. in vigore, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.
Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiate a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.
È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave idraulica purché questo sia controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore a tre mesi.
Per ogni unione con bulloni l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio sul numero di bulloni indicato dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso a tutti i bulloni.
Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.
Per i cavalcavia l'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che sia interrotto il traffico sulla sede autostradale, salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.

19.6.1 - Strutture portanti

Le strutture portanti (pilastri, travi, ecc.), di qualsiasi sezione e dimensione anche composte a traliccio, comprendono anche la bulloneria, le piastre, i collegamenti strutturali e gli ancoraggi anche con impiego di malte reoplastiche antiritiro, le opere murarie.
Saranno finite mediante:

- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e verniciatura a due mani con ciclo "A";
- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e verniciatura a tre mani con ciclo "B";

- zincatura a caldo a lavorazione ultimata dei singoli componenti, sgrassatura e verniciatura ad una mano con ciclo "C";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata dei singoli componenti, sgrassatura e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

Le strutture saranno realizzate nei colori, tipologie e dimensioni come indicate in progetto.

19.7 - Verniciature

19.7.1 - Generalità

Tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei due cicli di verniciatura definiti nel presente articolo a seconda che trattasi di superfici in vista o di superfici interne.

Entrambi i cicli saranno preceduti da un'accurata preparazione mediante sabbiatura.

Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti.

Non saranno accettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Impresa l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee.

Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati.

Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto.

Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato.

Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 h dall'applicazione.

Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione.

Per entrambi i cicli: quello per le superfici in vista e quello per le superfici interne, l'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori:

a - in officina, a lavorazione ultimata:
  - . sabbiatura di tutte le superfici;
  - . applicazione dello strato di primer;

b - in opera, ad avvenuto completamento del montaggio:
  - . spazzolatura dei punti da ritoccare;
  - . ritocchi sullo strato di primer;
  - . applicazione dello strato intermedio;
  - . applicazione dello strato di finitura.

19.7.2 - Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.

Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto.

L'Impresa, a sua cura e spese e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di fiducia e verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.
Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Impresa alla applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Impresa, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sottoposti a prova.
L'Impresa è tenuta a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato per un periodo di sette anni.
La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.
Nel detto periodo l'Impresa resta obbligata ad eseguire, a propria cura e spese, i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.
Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Impresa sarà tenuta ad eseguire, a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera.
L'Impresa è tenuta inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

19.7.3 - Preparazione delle superfici

19.7.3.1 - Sabbiature

Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo.
Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici.
Si effettuerà quindi la sabbiatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 2½ degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra 0,025 e 0,050 mm.
A sabbiatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere.
Le superfici sabbiate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 h dalla sabbiatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine.
Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbiatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Impresa.

19.7.3.2 - Spazzolatura

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo.
Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer.
La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council).
Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri.

Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 h dalla spazzolatura.

19.7.4 - Cicli di verniciatura

I cicli, tanto per superfici in vista che per quelle interne sono composti da tre strati, rispettivamente di primer, intermedio e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer ad avvenuto completamento del montaggio delle strutture.

19.7.4.1 - Ciclo per superfici in vista - Tabella 19 A -

19.7.4.1.1 - Esecuzione in officina a lavorazione ultimata:

a - Sabbiatura di grado A Sa 2½;

b - Applicazione mediante airless dello strato di primer zincante inorganico bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,080 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido $\geq$ 76%;
- zinco metallico nel film secco $\geq$ 86%;
- legante silicato di etile;
- peso specifico della miscela $\geq$ 2500 g/l;
- temperatura minima di applicazione 260 K;
- Sovraverniciatura (con umidità relativa $\geq$ 50%):

temperatura	**tempi minimi di sovraverniciatura**
260 K	7 d
277 K	48 h
289 K	24 h

19.7.4.1.2 - Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c - spazzolatura delle superfici da ritoccare di grado C St 3 previa sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera;

d - applicazione a pennello sulle superfici da ritoccare, dello strato di primer zincante organico bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,060 mm avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido $\geq$ 80%;
- zinco metallico nel film secco $\geq$ 80%;
- legante epossipoliammidico;
- peso specifico della miscela $\geq$ 2500 g/l;
- temperatura minima di applicazione 283 K;
- sovraverniciatura (con umidità relativa 0 - 85%)

temperatura	**tempi minimi di sovraverniciatura**
283 K	8 h
289 K	6 h

e - applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici, a base epossipoliamminica modificata vinilica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,080 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido $\geq$ 59%

- legante epossipoliamminico modificato;
- peso specifico della miscela ≥ 1250 g/l;
- temperatura minima di applicazione 283 K;
- sovraverniciatura (con umidità relativa 30÷70%)

temperatura	**tempi minimi di sovraverniciatura**
283 K	24 h
289 K	12 h

f - applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base poliuretanica isocianico alifatica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,050 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido ≥ 57%
- legante poliuretano isocianico alifatico;
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela ≥ 1200 g/l;
- temperatura minima di applicazione 277 K

19.7.4.2 - Ciclo per superfici interne - Tabella 19 B -

19.7.4.2.1 - Esecuzione in officina a lavorazione ultimata

a-b - si richiamano integralmente le norme precedenti.

19.7.4.2.2 - Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c-d- si richiamano integralmente le norme precedenti.

e - applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici; a base epossipoliammidica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,075 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido: ≥ 50%
- legante epossipoliammidico;
- peso specifico della miscela: ≥ 1.350 g/l;
- temperatura minima di applicazione: 283 K;
- sovraverniciatura (con umidità relativa: 0÷90%)

f - applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base epossicatramosa bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,150 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido: ≥ 75%
- legante epossidico;
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela: ≥ g/l 1500;
- temperatura minima di applicazione: 283 K

TABELLA 19 A - Ciclo di verniciatura per superfici in vista						
Esecuzione	in officina		in opera			
Caratteristiche	26.4.4.1.1/a	Primer zincante inorganico	26.4.4.1.2/c	Ritocchi con primer zincante organico	Strato intermedio	Strato di finitura
		26.4.4.1.1/b		26.4.4.1.2/d	26.4.4.1.2/e	26.4.4.1.2/f

applicazione		airless		pennello	airless	airless
spessore film secco mm		0,08		0,060	0,080	0,050
componenti n.		2,00		2,00	2,00	2,00
peso specifico g/l		≥2500		≥2500	≥1250	≥1200
contenuto solido		≥76%		≥80%	≥59%	≥57%
zinco metallico nel film secco		≥86%		≥80%		
legante		silicato di etile		epossipoliammidico	epossipoliamminico vinilico	poliuretano isocianico alifatico
temperatura minima di applicazione	Sabbiatura A SA 2½	260 K	Spazzolatura C St 3	283 K	283 K	277 K
sovraverniciature alle diverse temperature		a 260K: 7d a 277K: 48h a 289K: 24h		a 283K: 8h a 289K: 6h	a 283K: 24h a 289K: 12h	

TABELLA 19 B - Ciclo di verniciatura per superfici interne						
Esecuzione	in officina		in opera			
Caratteristiche	26.4.4.2.1/a	Primer zincante inorganico	26.4.4.2.2/c	Ritocchi con primer zincante organico	Strato intermedio	Strato di finitura
		26.4.4.2.1/b		26.4.4.2.2/d	26.4.4.2.2/e	26.4.4.2.2/f
applicazione		airless		pennello	airless	airless
spessore film secco mm		0,08		0,060	0,075	0,150
componenti n.		2,00		2,00	2,00	2,00
peso specifico g/l		≥2500		≥2500	≥1350	≥1500
contenuto solido		≥76%		≥80%	≥50%	≥75%
zinco metallico nel film secco		≥86%		≥80%		
legante	Sabbiatura A SA 2½	silicato di etile	Spazzolatura C St 3	epossipoliammidico	epossipoliammidico	epossidico

temperatura minima di applicazione		260 K		283 K	283 K	283 K
sovraverniciature alle diverse temperature		a 260K: 7d a 277K: 48h a 289K: 24h		a 283K: 8h a 289K: 6h	a 283K: 24h a 289K: 12h	

19.8 - Ciclo di verniciatura con pittura ignifuga intumescente

Verniciatura protettiva di strutture metalliche costituita da pittura ignifuga intumescente atta all'isolamento al fuoco e ritardante la propagazione della fiamma mediante reazione ad effetto schiumogeno.

Il trattamento protettivo della carpenteria metallica trattata con vernice intumescente dovrà essere il seguente:

1) In officina:
   - sabbiatura A SA2½ delle norme SIS;
   - applicazione di uno strato di primer zincante inorganico con spessore del film secco pari 0,080 mm.
2) In opera:
   - operazioni di pulizia, eliminazione di polvere e parti incoerenti previo lavaggio, sgrassaggio delle superfici, accurata spazzolatura meccanica e/o manuale delle zone eventualmente deteriorate;
   - ritocchi, ove necessario, con primer epossipoliammidico del tipo "surface tolerant", dato a pennello, per uno spessore di film secco pari a 0,100 mm;
   - strato generale di collegamento fra lo zincante inorganico ed il rivestimento intumescente;
   - epossipoliammidico al fosfato di zinco con spessore 0,070 mm;
   - applicazione di rivestimento intumescente, idoneo a conferire, ad ogni singolo elemento (lamiere, profilati, ecc.) in base alla propria resistività, la resistenza al fuoco di classe R 30 (30 minuti) in grado di sopportare l'esposizione agli agenti atmosferici per almeno 6 mesi senza degradarsi in assenza dello strato di protezione superficiale. Al fine di raggiungere la classe di resistenza al fuoco prescritta lo spessore del film secco dovrà essere minimo di 0,250 mm. Il rivestimento dovrà essere applicato in 1 (una) mano a spruzzo airless.
   - applicazione dello strato finale, a spruzzo airless, con funzioni estetico protettive a base di resine poliuretaniche alifatiche, dato in almeno 2 strati, per uno spessore complessivo non inferiore a 0,130 mm.

Il prodotto costituente il rivestimento intumescente dovrà essere certificato in base alla curva temperatura/tempo ISO 834, secondo BS 476 e rispondere a quanto specificato nella circolare del Ministero degli Interni n. 91 e nella normativa UNI 9503.

Circa le temperature, i tempi ed il grado di umidità per le operazioni di sovraverniciatura si farà riferimento a quanto indicato dalla Direzione Lavori.

19.9 - Manufatti in acciaio profilato

L'Impresa dovrà porre in opera a qualsiasi altezza, anche mediante saldature da effettuarsi in opera, comprese le assistenze murarie, ringhiere, parapetti, scale, pensiline, cancelli ecc., come da disegni di

progetto, complete di accessori, minuterie e ferramenta mediante grigliati, lamiere e profilati in acciaio per strutture saldate, di qualsiasi sezione e profilo.
L'acciaio dovrà essere minimo del tipo Fe 430 di grado B certificato all'origine, avente le stesse caratteristiche chimiche degli acciai da sottoporre a trattamento di zincatura.
I materiali da zincare a caldo dovranno avere lo spessore previsto in progetto e comunque non inferiore a Z 350, come da prospetto II Norma UNI 10147.
Saranno finiti mediante:
- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e con verniciatura a tre mani con ciclo "B";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata, sgrassatura e verniciatura ad una mano con ciclo "C";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata, sgrassatura e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

La tipologia, le dimensioni e la finitura sono in funzione delle scelte progettuali.

19.10 - Botole, chiusini, ecc.

Le botole, i chiusini, ecc., realizzati in lamiera di ferro striata, di qualsiasi dimensione e spessore, compresa eventuale intelaiatura con profilati di ferro e le opere murarie, saranno finite mediante:
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata;
- spazzolatura meccanica e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

Saranno nei colori, tipologie e dimensioni come indicate in progetto e dovranno essere conformi a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

19.11 - Scala retrattile

Realizzata in acciaio zincato e botola a ribalta in legno, data in opera completa di corrimano telescopico e maniglioni, per altezza di piano fino a 3,20 m.

19.12 - Griglie pedonabili e/o carrabili

Saranno in pannelli costituiti da longherine portanti e distanziali in acciaio zincato a caldo, aventi sezione come indicato nei disegni di progetto e dovranno essere conformi a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

Art. 20 - Apparecchi d'appoggio per impalcati e dispositivi antisismici

Il presente Capitolato Speciale definisce le caratteristiche degli apparecchi d'appoggio e dei dispositivi antisismici per opere d'arte stradali e autostradali.
Per quanto riguarda gli apparecchi d'appoggio, sono oggetto di queste Norme i seguenti apparecchi:
a - elementi di scorrimento ('sliding elements')
b - apparecchi d'appoggio elastomerici.
c - apparecchi d'appoggio a rullo('roller bearings')
d - apparecchi d'appoggio a disco elastomerico confinato('pot bearings')
e - apparecchi d'appoggio a contatto lineare o puntuale('rocker bearings')
f - apparecchi d'appoggio sferici e cilindrici aventi superfici di scorrimento in PTFE (politetrafluoroetilene) ('spherical and
cylindrical PTFE bearings')
Gli apparecchi elencati da b a f (con la parziale eccezione degli apparecchi elastomerici), sono da intendere come appoggi fissi che consentono rotazioni attorno ad un unico asse (apparecchi a cerniera cilindrica) o a un qualsiasi asse (apparecchi a cerniera sferica) del piano orizzontale. Tali apparecchi, accoppiati con gli elementi scorrevoli definiti in a, realizzano apparecchi d'appoggio mobili, in grado di permettere, oltre alle

rotazioni viste, il movimento in una direzione (apparecchi monodirezionali) o in più direzioni (apparecchi multidirezionali) del piano orizzontale.
Per quanto riguarda i dispositivi antisismici, sono oggetto di queste Norme i seguenti dispositivi:
a – dispositivi dissipatori
b – dispositivi isolatori
c – dispositivi di vincolo ausiliario ('Shock Tranmissions Units')

20.1 Riferimenti normativi
- UNI EN 1337-1 Appoggi strutturali – Regole generali di Progetto
- UNI EN 1337-2 Appoggi strutturali – Elementi di scorrimento
- UNI EN 1337-3 Appoggi strutturali – Appoggi elastomerici
- UNI EN 1337-4 Appoggi strutturali – Appoggi a rullo
- UNI EN 1337-5 Appoggi strutturali – Appoggi a disco elastomerico
- UNI EN 1337-6 Appoggi strutturali – Appoggi a contatto lineare
- UNI EN 1337-7 Appoggi strutturali – Appoggi sferici e cilindrici di PTFE
- UNI EN 1337-9 Appoggi strutturali - Protezione
- UNI EN 1337-10 Appoggi strutturali – Ispezione e manutenzione
- UNI EN 1337-11 Appoggi strutturali – Trasporto, immagazzinamento e installazione
- Legge n.1086 5 Novembre 1971, e relativo D.M. in vigore: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato
cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Istruzioni CNR UNI 10011 "Costruzioni d'acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione".
- Decreto Ministeriale 04.05.90: "Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali".
- Ordinanza Ministeriale n.3274 20 Marzo 2003, e Successive Modifiche e Integrazioni: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica"
- Decreto Ministeriale del 17/01/18 "Norme Tecniche per le Costruzioni"

20.2 Qualificazione
In sede di qualifica il Contraente Generale sarà tenuto a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione dei Lavori la seguente documentazione per ogni diversa tipologia di apparecchio di appoggio:
- una relazione tecnica e di calcolo che illustri il comportamento meccanico dei singoli componenti dell'apparecchio e l'aderenza ai requisiti prestazionali individuati nel progetto esecutivo.
- le prove di laboratorio effettuate dal Costruttore;
- documentazione di apparecchi analoghi installati dal costruttore negli ultimi 5 anni.
- sistema di qualità ISO9001 del Costruttore dei dispositivi valida per gli ultimi 5 anni.
- le caratteristiche tecniche;
- le modalità di posa in opera;
- il piano di manutenzione e monitoraggio;
- gli elaborati di progetto del dispositivo.
Il progetto del dispositivo dovrà contenere:
- l'indicazione delle escursioni e delle rotazioni previste per gli apparecchi nelle singole fasi di funzionamento.
Dovranno essere esposti separatamente i contributi dovuti alle azioni permanenti ed accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscose (laddove non compensate con distorsioni di progetto), al ritiro del calcestruzzo e alla geometria curvilinea dell'impalcato;
- l'indicazione delle caratteristiche di mobilità richieste per gli apparecchi, in funzione dei dati di cui al punto a) e di un congruo franco di sicurezza, che dovrà essere espressamente indicato;
- l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità ed il parallelismo dei piani di posa degli apparecchi;
- l'indicazione della preregolazione da effettuare sugli apparecchi al momento del montaggio, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo al momento della posa;

- la verifica statica dei singoli elementi componenti l'apparecchio e la determinazione della pressione di contatto;
- l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile, alle norme UNI;
- l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile alle norme UNI;
- l'indicazione delle modalità di collegamento dell'apparecchio al pulvino ed alla struttura d'impalcato e degli eventuali accorgimenti da adottare per il montaggio provvisorio;
- il piano di monitoraggio e di manutenzione degli apparecchi installati;
- i certificati delle prove e dei collaudi interni eseguiti dal Costruttore degli apparecchi di appoggio.

20.3 Apparecchi d'appoggio

20.3.1 Generalità

Gli appoggi, accoppiati o meno con elementi scorrevoli, sono dispositivi che consentono la rotazione tra due membri di una struttura, impedendo gli spostamenti e di conseguenza trasmettendo le forze nelle tre direzioni (appoggi fissi), consentendo lo spostamento in una direzione del piano orizzontale (appoggi unidirezionali) o in ogni direzione del piano orizzontale (appoggi multidirezionali). Caso particolare è costituito dagli apparecchi elastomerici che permettono limitati spostamenti in ogni direzione del piano orizzontale, generando forze proporzionali alle corrispondenti traslazioni.

Gli appoggi devono essere disposti in modo che sia possibile, in caso di necessità, effettuare ispezioni, operazioni di manutenzione e sostituzione degli stessi o di parti di questi, allo scopo di garantirne la funzionalità per l'intera durata prevista della struttura.

Gli appoggi devono essere realizzati in modo da permettere il movimento specificato con la minor forza di reazione possibile.

Se possibile, si deve evitare la preregolazione. Se necessaria, la preregolazione richiesta deve essere eseguita presso l'impianto di fabbricazione. Se non è possibile evitare una nuova regolazione in sito, questa deve essere eseguita solo dal fabbricante dell'appoggio o sotto la sua supervisione.

Tutti gli appoggi devono essere marcati con il nome del fabbricante e il luogo di fabbricazione, l'anno di fabbricazione e

un numero di serie che deve essere un numero individuale e univoco per ogni tipo di appoggio. Inoltre tutti gli appoggi diversi dagli appoggi elastomerici devono essere marcati con le informazioni seguenti:

- tipo di appoggio;
- numero d'ordine del fabbricante;
- carichi nominali massimi per forze verticali e orizzontali;
- spostamenti nominali massimi;
- posizione nella struttura;
- direzione di installazione.

Con l'eccezione delle ultime due voci, queste marcature devono essere visibili e comprensibili per tutta la vita utile dell'appoggio.

20.3.2 Elementi di scorrimento

20.3.2.1 Generalità

Gli elementi di scorrimento e le guide sono dispositivi composti da piastre di supporto con finitura curva o piana e superfici di scorrimento a bassissimo coefficiente di attrito che, in combinazione con gli appoggi strutturali fissi descritti nel presente articolo, consentono e regolano i movimenti nel piano orizzontale.

La deformazione dei materiali di scorrimento non va presa in conto per ottenere rotazioni.

20.3.2.2 Requisiti funzionali

I requisiti funzionali, espressi in termini di massimi coefficienti di attrito a breve e lungo termine delle superfici di contatto, in funzione della composizione delle superfici stesse, sono riportati dalle Tabelle 1-2-3-4 della UNI EN 1337–2

20.3.2.3 Proprietà dei materiali

In assenza di standard specifici, le prove sui materiali saranno conformi alle procedure indicate nelle Appendici D-E-F-GH della UNI EN 1337 – 2.

Superfici di scorrimento di PTFE : il politetrafluoroetilene è un materiale termoplastico che presenta, a contatto con una superficie metallica lucidata, un coefficiente d'attrito molto basso, tendente a diminuire con l'aumento della pressione di contatto e con la diminuzione della velocità di scorrimento. Il materiale grezzo dei fogli di PTFE costituenti le superfici di scorrimento su cui si esercitano reazioni di lunga durata è politetrafluoroetilene vergine, senza aggiunta di materiali rigeneranti o di cariche, in conformità alle caratteristiche meccaniche, fisiche e geometriche del Paragrafo 5.2 della UNI EN 1337–2. I fogli di PTFE per superfici di scorrimento piane o curve su cui si esercitano reazioni di lunga durata (sono escluse le superfici delle guide) saranno dotati di tasche di lubrificazione ('PTFE alveolato').
Materiali compositi (CM1 e CM2) : per le superfici di scorrimento impegnate da reazioni di breve durata, come ad esempio le superfici delle guide, è ammesso l'impiego di materiali compositi di due tipi: il primo (CM1) formato da una lastra di supporto e uno strato intermedio di bronzo con uno strato superficiale costituito da una miscela di PTFE e piombo, il secondo (CM2) formato da una matrice metallica flessibile sinterizzata in un composto di PTFE (PTFE + filler).
Le caratteristiche meccaniche e fisiche dei materiali compositi costituenti le superfici di scorrimento sono riportate della Tabella 6 e 7 della UNI EN 1337–2.
Superfici di scorrimento di acciaio austenitico : lamiere di acciaio austenitico possono essere utilizzate per la realizzazione di superfici di scorrimento piane o curve. Le superfici a contatto con il PTFE saranno lucidate. Materiale e caratteristiche superficiali saranno conformi ai Par. 5.4.1 e 5.4.2 della UNI EN 1337–2.
Superfici rivestite in cromo : per superfici di scorrimento curve possono essere usate superfici cromate. Il rivestimento dovrà interessare l'intera superficie curva della piastra di supporto; il processo di lavorazione, le specifiche dei materiali e le caratteristiche superficiali saranno conformi al Par. 5 della UNI EN 1337–2
Materiali per piastre di supporto : i materiali previsti per la realizzazione delle piastre di supporto sono metalli a base ferrosa, in particolare ghisa, acciaio fuso e acciaio inossidabile; l'elemento convesso di superfici sferiche o cilindriche può essere costituito da lega d'alluminio. Materiali e trattamenti superficiali saranno conformi ai Par. 5.5.6 e 5.5.7 della UNI EN 1337–2.
Lubrificanti : Le superfici di scorrimento dovranno essere lubrificate per ridurre la resistenza d'attrito e l'usura delle superfici di PTFE. Il lubrificante, in conformità alle caratteristiche fisico-chimiche della Tabella 8 della UNI EN 1337–2, dovrà mantenere le sue proprietà nel 'range' di temperatura specificato e non dovrà resinificare, né risultare aggressivo per i materiali a contatto.

20.3.2.4 Requisiti di Progetto

20.3.2.4.1 Combinazioni di materiali per superfici di scorrimento

I materiali per le superfici di scorrimento saranno accoppiati come definito nella Tabella 1. Solo una combinazione potrà essere usata nella stessa superficie di scorrimento:
Tabella 1 – Combinazioni materiali per superfici di scorrimento

Superfici piane		Superfici curve		Guide	
PTFE puntinato	Acciaio austenitico	PTFE puntinato	Acciaio austenitico	PTFE semplice	Acciaio austenitico
			cromo	CM1	
			alluminio	CM2	

20.3.2.4.2 Fogli di PTFE

I fogli di PTFE saranno disposti in uno specifico alloggiamento, ricavato nella piastra di supporto. Dopo l'installazione il foglio di PTFE dovrà sporgere dall'estradosso dell'alloggiamento di una quantità h, per facilitare le misurazioni di controllo.
Lo spessore dei fogli di PTFE tp e della sporgenza h, in assenza di carico e in presenza della protezione anticorrosiva, dovrà rispettare i seguenti limiti: h = 1.75 + L/1200 (mm) e comunque > 2.2 mm 2.2 h < tp <

8.0 mm dove L è il diametro del foglio circolare o la lunghezza del foglio rettangolare di FPTE, come definiti nelle fig. 3-4-5 della UNI EN 1337–2.
I fogli di PTFE piani per superfici di scorrimento planari saranno circolari o rettangolari e potranno essere suddivisi in un massimo di quattro parti uguali, la cui dimensione minima non potrà essere inferiore a 50 mm e la cui distanza reciproca non potrà superare il doppio dello spessore della piastra di supporto o del foglio di PTFE (quale sia il minore).
I fogli di PTFE curvi per superfici di scorrimento cilindriche saranno rettangolari e potranno essere suddivisi in un massimo di due parti uguali.
I fogli di PTFE curvi per superfici di scorrimento sferiche saranno circolari e potranno essere suddivisi in un disco interno e un anello esterno concentrici, suddivisi da un anello della piastra di supporto, la cui larghezza non supererà 10 mm.
I fogli di PTFE per guide avranno uno spessore minimo di 5.5 mm e una sporgenza di 2.3 mm +/- 0.2 mm

20.3.2.4.3 Materiali compositi
I materiali compositi saranno usati solo quando è possibile un auto-allineamento tra le parti accoppiate dell'appoggio. La dimensione minima 'a' della lamina deve essere maggiore o uguale a 10 mm.

20.3.2.4.4 Guide
Le guide possono essere usate per sopportare azioni laterali dovute a carichi permanenti e variabili. Le guide possono essere disposte centralmente o esternamente alla superficie di scorrimento. I materiali di scorrimento saranno disposti sulle pareti contigue delle guide; il gioco c tra i componenti scorrevoli in condizioni di riposo deve essere: $c < 1.0 \text{ mm} + L(\text{mm})/1000$ con L definito ai punti precedenti.

20.3.2.4.5 Lamiere di acciaio austenitico
Le lamiere di acciaio austenitico devono essere dimensionate in modo tale da ricoprire completamente i fogli di PTFE o di materiale composito sotto il massimo spostamento di Progetto. Il loro spessore, in funzione del metodo di collegamento alla piastra di supporto, sarà in accordo alla Tabella 13 della UNI EN 1337–2.

20.3.2.4.6 Resistenze caratteristiche dei materiali di scorrimento
Le resistenze caratteristiche a compressione dei materiali di scorrimento sono riportate nella Tabella 2. I valori dati sono validi per temperature effettive inferiori a 30°. Per temperature comprese tra i 30° e i 48°, i valori riportati saranno ridotti del 2% per grado al di sopra dei 30°, allo scopo di ridurre gli effetti viscosi del PTFE.

Tabella 2 – Resistenze caratteristiche a compressione dei materiali di scorrimento

Materiale	Azione	fk (MPa)
PTFE (sup.principali)	Carichi permanenti e variabili	90
PTFE (guide)	Carichi variabili	90
	Temperatura, ritiro e viscosità	30
	Carichi permanenti	10
CM1	Carichi permanenti e variabili orizzontali	200
CM2	Carichi permanenti e variabili orizzontali	120

20.3.2.4.7 Coefficienti di attrito

I coefficienti di attrito da utilizzare per verificare l'apparecchio di appoggio e la struttura a cui esso è collegata sono riportati nella Tabella 3. Tali valori non saranno applicati in presenza di consistenti azioni dinamiche, come sono ad esempio le azioni sismiche. I valori riportati sono validi solo per PTFE alveolato e lubrificato.

Tabella 3 – Coefficienti di attrito µmax

Pressione di contatto σp(MPa)	< 5	10	20	> 30
PTFE – Acciaio austenitico o cromo	0.08	0.06	0.04	0.030 (0.025)*
PTFE - alluminio	0.12	0.09	0.06	0.045 (0.038)*
* per superfici di scorrimento curve				

Per le guide, i valori del coefficiente di attrito, considerati indipendenti dalla pressione di contatto, sono i seguenti:
PTFE : µmax = 0.08
Materiali compositi : µmax = 0.20

20.3.2.4.8 Verifiche locali delle superfici di scorrimento

20.3.2.4.8.1 Generalità

Le superfici di scorrimento saranno dimensionate e verificate tenendo conto di tutte le azioni attive trasmesse dalla
struttura e di quelle antagoniste generate in corrispondenza delle libertà consentite.

20.3.2.4.8.2 Separazione delle superfici di scorrimento

La separazione delle superfici di scorrimento può condurre alla perdita di lubrificante, all'usura da contaminazione e all'incremento di deformazione dovuto alla mancanza di confinamento del PTFE. Per questo motivo si richiede che la tensione normale minima di contatto σp sia al più nulla, condizione considerata come stato limite di servizio.

20.3.2.4.8.3 Verifiche a compressione

Pressioni eccessive possono causare perdita di efficienza dello scorrimento. Si richiede pertanto la verifica a compressione allo stato limite ultimo delle superfici a contatto in conformità al Par. 6.8.3 della UNI EN 1337–2.

20.3.2.4.9 Verifiche locali delle piastre di supporto

20.3.2.4.9.1 Generalità

Il PTFE e i materiali di scorrimento ad esso accoppiati devono essere sostenuti da piastre metalliche (piastre di supporto) con superfici piane o curve. Il Progetto di queste deve tener conto del controllo delle deformazioni, della esatta valutazione delle sezioni resistenti, della adeguata rigidezza per il trasporto e l'installazione secondo il Par. 6.9.3 della UNI EN 1337–2 e della distribuzione dei carichi alle strutture adiacenti secondo il Par. 6.9.4 della UNI EN 1337–2

20.3.2.4.9.2 Verifica della deformazione

Una deformazione eccessiva delle piastre di supporto comporterebbe usura elevata del PTFE e decadimento a lungo termine delle caratteristiche del dispositivo di scorrimento. Si richiede per questo la verifica della deformazione secondo il Par. 6.9.2 della UNI EN 1337–2.

20.3.2.5 Manifattura, assemblaggio e tolleranze

20.3.2.5.1 Piastra di supporto

I bordi dell'incasso destinato a contenere i fogli di PTFE devono essere a spigolo vivo e retto per limitare il rifluimento del PTFE. Il raggio alla base dell'incasso non deve superare 1 mm.
In linea teorica, il PTFE deve aderire all'incasso senza giochi. Tolleranze discontinue saranno ammesse in conformità alla Tabella 12 della UNI EN 1337–2. I requisiti di planarità delle superfici saranno in accordo ai Par. 7.1.2 e 7.1.3 della UNI EN 1337–2.

20.3.2.5.2 Collegamento dei materiali di scorrimento

Lamiera di acciaio austenitico : le lamiere devono essere collegate alle relative piastre di supporto mediante una delle modalità riportate dalla Tabella 13 della UNI EN 1337–2 Fogli di PTFE : nel caso di piastre di supporto piane i fogli vanno confinati negli appositi alloggiamenti secondo le prescrizioni viste al punto precedente. I fogli di PTFE usati per le guide saranno incollati allo scopo di facilitare le operazioni di assemblaggio.
Materiali compositi : I materiali compositi saranno collegati mediante incollaggio, accompagnato da un collegamento meccanico da realizzare al di fuori della superficie di scorrimento.

20.3.2.5.3 Protezione contro la contaminazione e la corrosione

Prima delle operazioni di assemblaggio, tutte le superfici di scorrimento devono essere pulite. Durante l'assemblaggio, saranno prese precauzioni per impedire la contaminazione delle superfici lubrificate. Devono essere previsti dispositivi specifici per prevenire la contaminazione degli elementi di scorrimento; tali dispositivi devono essere rimovibili per facilitare l'ispezione.
I requisiti generali relativi alla protezione contro la corrosione sono dati nella EN 1337-9. Ulteriori requisiti relativi al caso particolare delle superfici di scorrimento sono forniti nel Par. 7.3 della UNI EN 1337–2.

20.3.2.5.4 Lubrificazione.

Dopo la pulitura e prima dell'assemblaggio, i fogli di PTFE dotati di tasche di lubrificazione devono essere lubrificati in
modo che tutte le tasche risultino colme. Le superfici di scorrimento delle guide saranno trattate stendendo un sottile
strato di lubrificante sulla superficie e rimuovendo le eccedenze.

20.3.2.5.5 Superfici di riferimento per l'installazione

Allo scopo di assicurare l'allineamento dell'appoggio in accordo alla UNI EN 1337–11, deve essere prevista sull'elemento scorrevole una superficie di riferimento o un opportuno dispositivo avente la stessa funzione.

20.3.2.6 Valutazione di conformità

La valutazione di conformità del prodotto e della sua manifattura alla Normativa Europea, comprendente controllo di materiali e lavorazioni, esecuzione di prove e ispezioni con eventuali 'audit-testing' effettuati da parti terze, redazione di documentazione e certificati attestanti la qualità dei materiali costituenti e del prodotto finale, etc., sarà in accordo al Par.
8 della UNI EN 1337–2; le procedure di controllo di produzione saranno conformi all'Appendice K della UNI EN 1337–2.
Il controllo delle materie prime e dei componenti degli elementi di scorrimento sarà conforme alla Tabella 16 della UNI EN 1337–2.
Il controllo del prodotto finito, comprendente test iniziali di tipo ed eventuali 'audit testing', sarà conforme alla Tabella 15 della UNI EN 1337–2.

20.3.2.7 Installazione

Dopo l'installazione e il completamento della sovrastruttura, la deviazione dell'elemento di scorrimento dalla configurazione specificata non dovrà eccedere il 0.3%.

20.3.2.8 Criteri per ispezioni in servizio

Durante le ispezioni di servizio, da condurre in accordo alla UNI EN 1337–10, sarà controllato in particolare il valore della sporgenza h, come definita in precedenza, verificando che risulti: h > 1 mm
Se risulta 0 < h < 1 mm, l'elemento di scorrimento è considerato ancora idoneo, ma sono richieste ispezioni più frequenti. Se risulta h = 0 l'elemento di scorrimento non sarà più considerato idoneo.

20.3.3 Appoggi elastomerici

20.3.3.1 Generalità

Gli appoggi elastomerici (armati) sono elementi di forma rettangolare o circolare, costituiti da strati di gomma combinati con lamierini d'acciaio vulcanizzati alla gomma. La vulcanizzazione ha il duplice scopo di proteggere l'acciaio dalla corrosione e di trasmettere le azioni tangenziali dalla gomma al lamierino. Tali appoggi devono essere ottenuti mediante lavorazione in appositi stampi a pianta circolare o rettangolare previa approvazione della Direzione Lavori; non sono ammessi appoggi ricavati per taglio d'elementi di dimensioni superiori.
Non sono ammessi appoggi elastomerici non armati.
Non sono ammessi appoggi elastomerici con elementi di PTFE vulcanizzati direttamente alla gomma, disposti superiormente od inferiormente.
Gli appoggi elastomerici possono essere combinati con dispositivi che possono estenderne il campo di utilizzo, come dispositivi di scorrimento in accordo alla UNI EN 1337–2, sia temporanei che permanenti, o sistemi di vincolo in qualsiasi direzione.
Il presente documento, in riferimento alla UNI EN 1337–3, tratta appoggi elastomerici con dimensioni massime in pianta pari a 1200x1200 mm, destinati all'utilizzo con temperature operative comprese tra -25° e +50° (+70° per brevi periodi).
In caso di temperature operative molto basse (-40°) sono richiesti requisiti particolari del modulo di taglio della gomma.

20.3.3.2 Caratteristiche e requisiti funzionali

20.3.3.2.1 Premessa

Gli appoggi elastomerici consentono traslazioni in una qualsiasi direzione e rotazioni attorno a un qualsiasi asse per mezzo di deformazioni elastiche. In tal modo è possibile sia trasmettere le sollecitazioni sia consentire gli spostamenti, in accordo alle risultanze progettuali.
Benché gli appoggi elastomerici siano progettati per assorbire il taglio, essi non saranno impiegati per opporre resistenza a una azione esterna di taglio applicata permanentemente.
Nei punti successivi sono definite le caratteristiche quantificabili degli appoggi elastomerici riferite al prodotto finito, determinabili attraverso specifiche prove.

20.3.3.2.2 Modulo di elasticità tangenziale Gg

Il modulo di elasticità tangenziale Gg è determinato sulla base di prove a diverse temperature o dopo invecchiamento, in accordo alle procedure specificate dall'Appendice F della UNI EN 1337–3.
Modulo di elasticità tangenziale a temperatura ordinaria: il modulo Gg a temperatura nominale (23°+2°) dell'appoggio dovrà essere conforme ai valori seguenti:
Gg = 0.9 MPa
Gg = 0.7 MPa *
Gg = 1.15 MPa *
I valori ottenuti dai test dovranno essere conformi alle tolleranze seguenti
Gg = 0.9 MPa + 0.15 MPa
Gg = 0.7 MPa + 0.10 MPa *
Gg = 1.15 MPa + 0.20 MPa *
*) solo se espressamente richiesto dal progettista
Modulo di elasticità tangenziale a basse e bassissime temperature: il modulo di taglio dovrà essere conforme ai Par.4.3.1.2 e 4.3.1.3 della UNI EN 1337–3.
Modulo di elasticità tangenziale dopo invecchiamento: il modulo di taglio ad invecchiamento indotto (3 giorni a 70°) dovrà essere conforme al Par.4.3.1.4 della UNI EN 1337–3.

20.3.3.2.3 Resistenza di adesione
Scopo del test è il controllo della adesione tra la gomma e i lamierini d'acciaio interposti. La resistenza di adesione tra gomma e lamiere d'acciaio è determinata in accordo al Par. 4.3.2 e alle procedure specificate dall'Appendice G della UNI EN 1337–3.

20.3.3.2.4 Modulo di elasticità a compressione
Il modulo di elasticità a compressione è determinato in accordo al Par. 4.3.3 e alle procedure specificate dall'Appendice H della UNI EN 1337–3.

20.3.3.2.5 Resistenza a carico ripetuto di compressione
La resistenza a carico ripetuto di compressione è determinata in accordo al Par. 4.3.4 e alle procedure specificate dall'Appendice I della UNI EN 1337–3.

20.3.3.2.6 Capacità di rotazione statica
Scopo del test è la determinazione del comportamento dell'appoggio in condizioni di rotazione da carico statico nei casi in cui la prestazione richiesta in termini di rotazione sia critica. Si possono determinare due grandezze relative alla capacità rotazionale dell'appoggio, il massimo angolo di rotazione e il momento antagonista trasmesso dall'appoggio alla struttura. La capacità di rotazione statica è determinata in accordo al Par. 4.3.5 e alle procedure specificate dalle Appendici J e K della UNI EN 1337–3.

20.3.3.2.7 Resistenza all'ozono
La resistenza all'ozono è determinata in accordo al Par. 4.3.6 e alle procedure specificate dall'Appendice L della UNI EN 1337–3.

20.3.3.3 Proprietà dei materiali
20.3.3.3.1 Elastomero
L'elastomero utilizzato come materiale grezzo negli apparecchi elastomerici è costituito da gomma naturale o sintetica (policloroprene). Si ammette la miscelazione con altro polimero come coadiuvante di processo fino a percentuali pari al 5%.
Le proprietà fisiche e meccaniche dell'elastomero saranno conformi alla Tabella 1 della UNI EN 1337–3.

20.3.3.3.2 Lamierini d'acciaio
I lamierini interni ed esterni saranno in acciaio di grado S235 secondo la EN 10025 o in acciaio con equivalente allungamento a rottura. Gli spessori minimi saranno in accordo al Par. 4.4.3 della UNI EN 1337–3.

20.3.3.3.3 Superfici di scorrimento
Elementi di scorrimento in PTFE, accoppiati a lamine in acciaio austenitico, possono essere inseriti in una piastra
metallica vulcanizzata all'elastomero, secondo quanto specificato al Par. 4.4.3 della UNI EN 1337–3

20.3.3.4 Regole di Progetto
Per le regole di Progetto si rimanda integralmente al Par. 5 della UNI EN 1337–3.

20.3.3.5 Tolleranze di manifattura
Le tolleranze relative alle dimensioni in pianta e agli spessori degli strati di elastomero interni ed esterni, dei lamierini d'acciaio e degli spessori totali dell'appoggio saranno in accordo al Par. 6 della UNI EN 1337–3.

20.3.3.6 Valutazione di conformità
La valutazione di conformità del prodotto e della sua manifattura alla Normativa Europea, comprendente controllo di materiali e lavorazioni, esecuzione di prove e ispezioni con eventuali 'audit-testing' effettuati da parti terze, redazione di documentazione e certificati attestanti la qualità dei materiali costituenti e del

prodotto finale, etc., sarà in accordo al Par. 8 della UNI EN 1337–3; le procedure di controllo di produzione saranno conformi all'Appendice N della UNI EN 1337–3.
Il controllo delle materie prime degli appoggi elastomerici sarà conforme alla Tabella 8 della UNI EN 1337–3.
Il controllo del prodotto finito, comprendente test iniziali di tipo, test di routine ed eventuali 'audit testing', sarà conforme alle Tabelle 6-7-8 della UNI EN 1337–3.

20.3.3.7 Installazione
Gli appoggi elastomerici andranno alloggiati preferibilmente su baggioli, le cui superfici di posa devono essere asciutte, pulite e integre. Tali superfici saranno piane e orizzontali, ammettendo una tolleranza massima di planarità pari a:
0.3% per appoggi di strutture in c.a. prefabbricate o metalliche
1% per appoggi di strutture in c.a. gettate in opera
Se l'impalcato è costruito in opera direttamente sugli apparecchi d'appoggio, è opportuno interporre tra appoggio e struttura delle coppelle prefabbricate in c.a., immorsate nel getto della sovrastruttura.
È inoltre conveniente posizionare gli eventuali appoggi rettangolari con il lato minore parallelo all'asse della trave in modo da permettere una maggiore rotazione.
Non è consentito l'incollaggio degli appoggi elastomerici alle strutture.

20.3.3.8 Criteri per ispezioni in servizio
Durante le ispezioni di servizio, da condurre in accordo alla UNI EN 1337–10, sarà controllato in particolare quanto segue.
Le superfici superiore ed inferiore dell'appoggio saranno in contatto integrale con le parti strutturali collegate.
Si effettuerà una ispezione visiva delle facce accessibili dell'appoggio per l'individuazione di eventuali fessure, distacchi, rigonfiamenti e irregolarità dell'appoggio stesso.
Si effettuerà una ispezione visiva delle parti strutturali a contatto dell'appoggio per l'individuazione di eventuali scostamenti dell'appoggio dalla sua posizione originale.

20.3.4 Appoggi a rullo
20.3.4.1 Generalità
Gli appoggi a rullo hanno un funzionamento basato sul rotolamento di due piastre metalliche, una superiore ed una inferiore, su uno o più componenti, dotati di superfici cilindriche ed interposti tra le piastre stesse. Allo scopo di consentire spostamenti paralleli all'asse di rotazione gli apparecchi a rullo possono essere accoppiati con elementi di scorrimento in accordo alla UNI EN 1337–2.

20.3.4.2 Caratteristiche e requisiti funzionali
Gli appoggi a rullo trasmettono forze normali al piano di appoggio, consentendo traslazioni ortogonali all'asse di rotolamento e rotazioni attorno a tale asse (gli apparecchi a rullo singolo permettono rotazioni attorno alla linea di contatto, gli apparecchi a rullo multiplo necessitano di un elemento addizionale a bilanciere per consentire la rotazione).
La capacità di rotazione dell'appoggio a rullo è una caratteristica intrinseca del sistema, basata sulla sua geometria, e deve essere dichiarata dal produttore. Il valore massimo di tale rotazione è fissato a 0.05 rad.
Le superfici a contatto avranno la stessa resistenza e durezza; le superfici curve dell'apparecchio saranno di forma cilindrica.
Il rullo avrà una lunghezza compresa tra il doppio e sei volte il suo diametro.
Sarà previsto un sistema di guida per impedire disassamenti del rullo in esercizio.
I componenti dell'appoggio saranno dimensionati in modo da distribuire correttamente il carico agli elementi contigui.
L'angolo massimo di diffusione del carico sarà assunto pari a 45° (angoli maggiori potranno essere giustificati da un calcolo specifico); in nessun caso sarà assunto un angolo di diffusione, misurato a partire dall'asse verticale, superiore a 60°.

20.3.4.3 Materiali
Gli appoggi a rullo saranno realizzati in materiali ferrosi, in conformità a quanto specificato al Par. 5 e nell'Appendice A della UNI EN 1337–4.
I componenti degli appoggi (rulli e piastre di contatto)saranno sottoposti a prove (rilievo di eventuali cricche, determinazione di durezza e resilienza) secondo i metodi esposti al Par. 5.1 della UNI EN 1337–4.

20.3.4.4 Regole di Progetto
Per le regole di Progetto si rimanda integralmente al Par. 6 della UNI EN 1337–4.

20.3.4.5 Tolleranze
Le tolleranze relative a planarità delle piastre, profilo e parallelismo delle superfici, rugosità superficiale, diametro dei rulli multipli, saranno in accordo al Par. 7 della UNI EN 1337–4.

20.3.4.6 Valutazione di conformità
La valutazione di conformità del prodotto e della sua manifattura alla Normativa Europea, comprendente controllo di materiali e lavorazioni, esecuzione di prove e ispezioni con eventuali 'audit-testing' effettuati da parti terze, redazione di documentazione e certificati attestanti la qualità dei materiali costituenti e del prodotto finale, etc., sarà in accordo al Par. 8 della UNI EN 1337–4; le procedure di controllo di produzione saranno conformi all'Appendice B della UNI EN 1337–4.
Il controllo delle materie prime degli appoggi a rullo sarà conforme alla Tabella 5 della UNI EN 1337–4.
Il controllo del prodotto finito, comprendente test iniziali di tipo, test di routine ed eventuali 'audit testing', sarà conforme alla Tabella 4 della UNI EN 1337–4.

20.3.4.7 Installazione
Gli appoggi a rullo saranno installati con una tolleranza massima di +/- 0.003 rad rispetto alla inclinazione di Progetto delle superfici di contatto.

20.3.4.8 Criteri per ispezioni in servizio
Durante le ispezioni di servizio, da condurre in accordo alla UNI EN 1337–10, saranno verificati in particolare l'assenza di cricche nei componenti dell'appoggio, il corretto allineamento dei rulli, la presenza di contatto continuo tra piastra e rullo.

20.3.5 Appoggi a disco elastomerico confinato
20.3.5.1 Generalità
Gli appoggi a disco elastomerico confinato sono costituiti da un disco di gomma non armata confinato entro un basamento inferiore e un pistone superiore, entrambi metallici. L'apparecchio è completato da una guarnizione interna disposta sul bordo superiore della superficie di gomma per impedire la fuoriuscita di materiale elastomerico e da una guarnizione esterna disposta tra basamento e pistone, per proteggere il corpo interno da umidità e detriti.
Per ridurre l'attrito tra cuscinetto e componenti metallici, e di conseguenza limitare l'usura e l'entità del momento parassita alla rotazione, è previsto l'uso di un lubrificante.
Allo scopo di consentire traslazioni nel piano orizzontale, gli appoggi a disco elastomerico possono essere accoppiati con elementi di scorrimento in accordo alla UNI EN 1337–2

20.3.5.2 Caratteristiche e requisiti funzionali
Gli appoggi a disco elastomerico trasmettono forze verticali e orizzontali, consentendo, grazie alla deformazione del cuscinetto di gomma, rotazioni attorno a un asse qualsiasi (cerniera sferica).

20.3.5.3 Materiali
Il basamento e il pistone saranno realizzati in materiali ferrosi; il materiale elastomerico usato per il cuscinetto deve essere gomma naturale o policloroprene. Il lubrificante non deve essere dannoso per l'elastomero e gli altri componenti dell'appoggio e non deve causare rigonfiamenti eccessivi dell'elastomero (variazioni di peso > 8%). Tutti i materiali saranno conformi a quanto specificato al Par. 5 e

nell'Appendice A (guarnizioni interne) della UNI EN 1337–5. Lo scorrimento accumulato normalizzato della guarnizione interna, come definito nella Appendice E della UNI EN 1337–5, dovrà essere conforme alla classe C (2000 m).

20.3.5.4 Regole di Progetto
Per le regole di Progetto si rimanda integralmente al Par. 6 della UNI EN 1337–5.

20.3.5.5 Tolleranze
Le tolleranze relative a spessore del cuscinetto, parallelismo delle superfici esterne, accoppiamento dei componenti e rugosità superficiale, saranno in accordo al Par. 7 della UNI EN 1337–5.

20.3.5.6 Valutazione di conformità
La valutazione di conformità del prodotto e della sua manifattura alla Normativa Europea, comprendente controllo di materiali e lavorazioni, esecuzione di prove e ispezioni con eventuali 'audit-testing' effettuati da parti terze, redazione di documentazione e certificati attestanti la qualità dei materiali costituenti e del prodotto finale, etc., sarà in accordo al Par. 8 della UNI EN 1337–5; le procedure di controllo di produzione saranno conformi all'Appendice C della UNI EN 1337–5. Il controllo delle materie prime degli appoggi a disco elastomerico sarà conforme al Prospetto 1 della UNI EN 1337–5.
Il controllo del prodotto finito, comprendente test iniziali di tipo, test di routine ed eventuali 'audit testing', sarà conforme Prospetto 2 della UNI EN 1337–5.

20.3.5.7 Installazione
Gli appoggi a disco elastomerico saranno installati con una tolleranza massima di +/- 0.003 rad rispetto alla inclinazione di Progetto delle superfici di contatto.

20.3.5.8 Criteri per ispezioni in servizio
Durante le ispezioni di servizio, da condurre in accordo alla UNI EN 1337–10, saranno verificati in particolare aspetti quali l'eventuale estrusione dell'elastomero, la presenza di detriti da usura, la posizione anomala del pistone di chiusura.

20.3.6 Appoggi a contatto lineare o puntuale
20.3.6.1 Generalità
Gli appoggi a contatto lineare o puntuale sono costituiti da due piastre metalliche variamente sagomate a contatto e libere di ruotare reciprocamente. Se una delle piastre è sagomata a calotta cilindrica e l'altra è piana, il contatto e la rotazione avvengono lungo una generatrice del cilindro (contatto lineare); se una delle superfici è sagomata a calotta sferica (concava) o è piana e l'altra è sagomata a calotta sferica (convessa) di raggio inferiore alla prima, il contatto e la rotazione avvengono in un punto(contatto puntuale). Allo scopo di consentire traslazioni nel piano orizzontale, gli appoggi a contatto possono essere accoppiati con elementi di scorrimento in accordo alla UNI EN 1337–2

20.3.6.2 Caratteristiche e requisiti funzionali
Gli appoggi a contatto lineare permettono rotazioni attorno alla linea di contatto, realizzando una cerniera cilindrica, gli appoggi a contatto puntuale rotazioni attorno a un asse qualsiasi, realizzando una cerniera sferica. Gli appoggi a contatto trasmettono forze verticali e orizzontali; per la trasmissione delle forze orizzontali gli apparecchi a contatto lineare sono dotati di perni sollecitati a taglio, calettati su una delle due piastre, mentre, nel caso di apparecchi a contatto lineare, le azioni orizzontali sono trasmesse generalmente per contatto tra le due piastre.
La capacità di rotazione dell'appoggio a contatto è una caratteristica intrinseca del sistema, basata sulla sua geometria, e deve essere dichiarata dal produttore. Il valore massimo di tale rotazione è fissato a 0.05 rad.
Le superfici a contatto avranno la stessa resistenza e durezza; le superfici curve dell'apparecchio saranno di forma cilindrica (contatto lineare) o sferica (contatto puntuale).
Saranno previsti dispositivi meccanici per impedire lo scivolamento reciproco delle superfici a contatto.

I componenti dell'appoggio saranno dimensionati in modo da distribuire correttamente il carico agli elementi contigui.
L'angolo massimo di diffusione del carico sarà assunto pari a 45° (angoli maggiori potranno essere giustificati da un calcolo specifico); in nessun caso sarà assunto un angolo di diffusione, misurato a partire dall'asse verticale, superiore a 60°.

20.3.6.3 27.3.6.3 – Materiali
Gli appoggi a contatto saranno realizzati in materiali ferrosi, in conformità a quanto specificato al Par. 5 e nell'Appendice A della UNI EN 1337–6.
I componenti degli appoggi (piastre di contatto) saranno sottoposti a prove (rilievo di eventuali cricche, determinazione di durezza e resilienza) secondo i metodi esposti al Par. 5.1 della UNI EN 1337–6.

20.3.6.4 27.3.6.4 – Regole di Progetto
Per le regole di Progetto si rimanda integralmente al Par. 6 della UNI EN 1337–6.

20.3.6.5 27.3.6.5 – Tolleranze
Le tolleranze relative a planarità delle piastre, profilo e parallelismo delle superfici, rugosità superficiale, saranno in
accordo al Par. 7 della UNI EN 1337–6.

20.3.6.6 27.3.6.6 – Valutazione di conformità
La valutazione di conformità del prodotto e della sua manifattura alla Normativa Europea, comprendente controllo di materiali e lavorazioni, esecuzione di prove e ispezioni con eventuali 'audit-testing' effettuati da parti terze, redazione di documentazione e certificati attestanti la qualità dei materiali costituenti e del prodotto finale, etc., sarà in accordo al Par. 8 della UNI EN 1337–4; le procedure di controllo di produzione saranno conformi all'Appendice B della UNI EN 1337–6.
Il controllo delle materie prime degli appoggi a rullo sarà conforme alla Tabella 5 della UNI EN 1337–6.
Il controllo del prodotto finito, comprendente test iniziali di tipo, test di routine ed eventuali 'audit testing', sarà conforme alla Tabella 4 della UNI EN 1337–6.

20.3.6.7 27.3.6.7 – Installazione
Gli appoggi a contatto saranno installati con una tolleranza massima di +/- 0.003 rad rispetto alla inclinazione di Progetto
delle superfici di contatto.

20.3.6.8 27.3.6.8 – Criteri per ispezioni in servizio
Durante le ispezioni di servizio, da condurre in accordo alla UNI EN 1337–10, saranno verificati in particolare l'assenza di cricche nei componenti dell'appoggio, il corretto allineamento delle piastre a contatto, la verifica del contatto previsto tra le piastre.

20.3.7 Appoggi sferici e cilindrici con PTFE
20.3.7.1 Generalità
Gli apparecchi d'appoggio sferici e cilindrici aventi superfici di scorrimento in politetrafluoroetilene (PTFE) hanno un funzionamento basato sullo strisciamento di una superficie di PTFE ed una di metallo, l'una concava e l'altra convessa, disposte su opportune piastre di supporto. Le superfici di scorrimento possono essere cilindriche o sferiche. Allo scopo di consentire traslazioni nel piano orizzontale, gli appoggi a contatto possono essere accoppiati con elementi di scorrimento in accordo alla UNI EN 1337–2.

20.3.7.2 Caratteristiche e requisiti funzionali
Gli apparecchi d'appoggio con superfici di scorrimento in PTFE cilindrici permettono rotazioni attorno a un asse, realizzando una cerniera cilindrica, gli appoggi sferici rotazioni attorno a un asse qualsiasi, realizzando una cerniera sferica. Gli appoggi con superfici di scorrimento in PTFE trasmettono forze verticali e

orizzontali; le azioni orizzontali sono trasmesse per contatto tra le superfici di scorrimento, dimensionandone adeguatamente la curvatura, oppure prevedendo opportuni dispositivi meccanici.
La superficie metallica a contatto con il PTFE deve essere dimensionata in modo tale da coprire completamente, anche sotto carico, il foglio di PTFE. Non deve inoltre esserci alcun contatto tra gli elementi metallici di supporto superiori ed inferiori.

20.3.7.3 Materiali
I materiali e gli accoppiamenti di materiali relativi alle superfici di scorrimento, essendo gli stessi i principi di funzionamento, sono quelli specificati nel Par.5 della UNI EN 1337–2 (Superfici di scorrimento).

20.3.7.4 Regole di Progetto
Per le regole di Progetto si rimanda integralmente al Par. 6 della UNI EN 1337–7.

20.3.7.5 Manifattura, assemblaggio e tolleranze
Valgono le considerazioni svolte al Par. 7 della UNI EN 1337–7.

20.3.7.6 Valutazione di conformità
La valutazione di conformità del prodotto e della sua manifattura alla Normativa Europea, comprendente controllo di materiali e lavorazioni, esecuzione di prove e ispezioni con eventuali 'audit-testing' effettuati da parti terze, redazione di documentazione e certificati attestanti la qualità dei materiali costituenti e del prodotto finale, etc., sarà in accordo al Par.8 della UNI EN 1337–7.

20.4 Dispositivi antisismici
20.4.1 Generalità
I dispositivi antisismici sono elementi aventi la funzione di adeguare la risposta della struttura alla sollecitazione sismica secondo specifiche strategie progettuali di protezione.
Al sistema di protezione strutturale individuato dai dispositivi antisismici, considerandone il ruolo critico, è richiesta un'affidabilità particolare. Tale affidabilità si ritiene conseguita se il sistema è progettato e verificato in accordo all'Allegato 3 della OPCM no 3274 (Norme Tecniche per il Progetto Sismico dei Ponti).
In particolare, i dispositivi antisismici e le loro connessioni alla struttura saranno conformi ai seguenti requisiti:
a) Stato limite di danno (SLD)
I dispositivi dovranno essere progettati, realizzati e messi in opera per sopportare un'azione sismica, come definita dal Progettista, avente maggior probabilità di occorrenza di quella di Progetto (periodo di ritorno inferiore), senza pervenire a danni che possano comprometterne il funzionamento (sia in condizioni di servizio che per il terremoto di Progetto allo SLU), né possano implicare interruzioni d'esercizio, limitazioni d'uso e consistenti riparazioni immediate. In caso di sistemi a comportamento non lineare, eventuali spostamenti residui al termine della azione sismica allo SLD dovranno essere compatibili con la funzionalità della struttura. Le eventuali connessioni fra le diverse parti devono assorbire gli spostamenti relativi massimi ottenuti dal calcolo senza subire danni o condurre a restrizioni d'uso.
b) Stato limite ultimo (SLU)
I dispositivi dovranno essere progettati, realizzati e messi in opera per sopportare l'azione sismica di Progetto, come definita dal Progettista, senza pervenire a collassi locali o globali, mantenendo, dopo l'evento sismico, integrità funzionale e una residua resistenza meccanica. In particolare, i dispositivi devono essere in grado di sostenere, senza rotture, gli spostamenti massimi propri del dispositivo valutati per un terremoto avente periodo di ritorno superiore a quello di Progetto allo SLU, ottenuto amplificando quest'ultimo del 20%. Nelle condizioni di massima sollecitazione, inoltre, le parti dei dispositivi non impegnate nella azione dissipativa o di isolamento dovranno rimanere in campo elastico.

20.4.2 Strategie di protezione antisismica
Specifiche strategie progettuali di protezione antisismica possono essere attuate con l'inserimento di particolari dispositivi all'interno della struttura, generalmente tra impalcato e sottostruttura. Tali strategie,

da sole od opportunamente combinate tra loro, possono essere suddivise in alcune classi fondamentali, rispetto alle quali sono individuate le seguenti tipologie di dispositivi.
Dispositivi a dissipazione (meccanici e fluidodinamici) : l'energia trasferita alla struttura con l'azione sismica viene parzialmente dispersa attraverso un dispositivo dissipatore (a comportamento elasto-plastico, viscoso, visco-elastico, etc.); la curva caratteristica F-d (forza-spostamento) propria del dispositivo, impone inoltre un limite superiore alle azioni trasmesse agli elementi strutturali.
Dispositivi ad isolamento: attraverso l'inserimento di dispositivi isolatori, si incrementa il periodo fondamentale delle oscillazioni proprie del sistema strutturale, spostandolo nel campo di accelerazioni di risposta minori e riducendo in tal modo l'energia sismica trasmessa dal terreno alla struttura.
Dispositivi a collegamento rigido temporaneo (vincoli ausiliari) : in punti opportuni tra impalcato e sottostrutture, sono inseriti dispositivi fluidodinamici ('Shock Transmitters') che trasmettono le forze orizzontali solo in caso di sollecitazioni dinamiche impulsive (sisma, frenatura, raffiche di vento, etc.), consentendo invece il libero movimento della struttura in condizioni di esercizio sotto l'effetto di azioni applicate lentamente (variazioni termiche, viscosità, ritiro, etc.).
In tal modo l'azione sismica, altrimenti concentrata in uno o in un numero limitato di punti fissi, viene ripartita in diversi punti.
Ai fini della ottimizzazione della risposta sismica della struttura, è possibile prevedere una combinazione di impiego dei vari dispositivi descritti.
E' inoltre possibile combinare, in un unico dispositivo, appoggi scorrevoli tradizionali in acciaio-PTFE (indicati dalla OPCM 3274 come isolatori a scorrimento), che svolgono la funzione di trasmettere i carichi verticali e consentire gli spostamenti orizzontali e le rotazioni, con una serie di elementi che controllano le forze orizzontali e possono svolgere la funzione di dissipare energia. Tali elementi sono solitamente dissipatori isteretici in acciaio, dissipatori viscosi o 'Shock Transmitters'.

20.4.3 Dissipatori meccanici (dispositivi a comportamento non lineare)

I dissipatori meccanici sono dispositivi a comportamento elastoplastico, il cui funzionamento è basato sulla deformazione di elementi metallici ad alta duttilità che assicurano, sotto le azioni alternate e ripetute del sisma, una elevata ripetitività dei cicli isteretici utili e un'alta capacità dissipativa. Inoltre, le caratteristiche elastoplastiche degli elementi impegnati consentono la trasmissione alla struttura, una volta superata la soglia plastica, di una sollecitazione limitata al crescere della deformazione.
Le curve caratteristiche F-d (forza-spostamento) di tali dispositivi, sostanzialmente indipendenti dalla velocità di applicazione della forza, possono generalmente essere schematizzate con una bilatera che ne definisce il comportamento non lineare attraverso le coordinate corrispondenti al limite teorico del comportamento elastico lineare (F1-d1) e le coordinate corrispondenti al valore limite di Progetto dello spostamento allo SLU (F2-d2).
Le curve caratteristiche dei dispositivi, al terzo ciclo di carico, dovranno essere conformi ai parametri indicati al Par. 9.4.3 dell'Allegato 3 della OPCM no 3274.
Alla categoria dei dissipatori meccanici possono essere riferiti anche i dissipatori con elementi in lega a memoria di forma, che sfruttano la capacità di particolari leghe metalliche di subire grandi deformazioni (circa dieci volte superiori a quelle di un metallo comune), limitando le forze trasmesse e, nel contempo, recuperando la forma originaria ad impegno esaurito. Risultando attualmente il loro impiego estraneo al campo stradale, non sono considerati oggetto della presente norma.

20.4.4 Dissipatori fluidodinamici (dispositivi a comportamento viscoso)

I dissipatori fluidodinamici hanno un funzionamento basato sui principi del moto di un fluido in un circuito idraulico. Sono costituti essenzialmente da un cilindro riempito di fluido siliconico e da un pistone, libero di muoversi nelle due direzioni, che crea due camere comunicanti entro cui avviene il movimento del fluido. In presenza di azioni dinamiche impulsive e della conseguente richiesta di movimenti rapidi, derivanti ad esempio dalla sollecitazione sismica, all'interno del circuito idraulico dell'apparecchio si verifica la laminazione del fluido, fenomeno che conduce a una risposta del dispositivo secondo curve forza-spostamento che possono essere assimilate a curve lineari (tipo elastico) o bilineari (tipo elastoplastico o rigidoplastico), in funzione delle caratteristiche del circuito idraulico e del fluido impiegato. In presenza di movimenti lenti, derivanti ad esempio dalle escursioni termiche dell'impalcato, è invece consentito il

movimento del pistone e il regolare travaso del fluido da una camera all'altra con reazione trascurabile (in alcuni casi, in funzione di particolari richieste progettuali, il travaso può essere impedito, ottenendo, in fase di esercizio, un comportamento rigido del dispositivo). Anche in questo caso si ottiene una riduzione delle azioni trasmesse alla struttura in fase sismica, grazie alla elevata capacità dissipativa del sistema.
I dissipatori viscosi presentano un legame forza-velocità del tipo:
· $F = C V^{\alpha}$
Con C, α = costanti numeriche identificabili sperimentalmente mediante prove a diverse velocità (in conformità all'Allegato 10B della OPCM no 3274).
Il comportamento dei dissipatori è caratterizzato sostanzialmente da due parametri: la massima forza sviluppata Fmax e l'energia dissipata in un ciclo Ed, per una prefissata ampiezza e frequenza, ossia dalle costanti C e α (essendo α un valore prossimo allo zero, si ha che i dispositivi reagiscono con una forza praticamente costante in un ampio intervallo di velocità).
L'identificazione di tali parametri ai fini della definizione meccanica del dispositivo dovrà essere fatta con riferimento ai valori di forza massima e energia dissipata durante il terzo ciclo di carico, dovendo risultare non superiore al 10% la differenza tra valore teorico e valore sperimentale delle grandezze dette.
Le caratteristiche meccaniche Fmax e Ed dei dispositivi reali, valutate per velocità di applicazione degli spostamenti pari a quelle di Progetto, dovranno essere conformi ai parametri indicati al Par. 9.4.4 dell'Allegato 3 della OPCM no 3274.
Nella famiglia dei dissipatori viscosi rientrano i dissipatori viscosi ricentranti, che presentano una legge costitutiva viscoelastica del tipo:
· $F = Fo + Kx + C V^{\alpha}$
Dove Fo rappresenta una eventuale forza minima di soglia o precarica e gli altri due termini rispettivamente il contributo elastico e quello viscoso.
Il funzionamento di tali dispositivi consente, oltre alla dissipazione energetica legata ai fenomeni viscosi, una modifica della rigidezza della struttura, grazie all'introduzione di un elemento elastico, che porta la risposta dinamica del sistema in un campo di frequenze più favorevoli. Inoltre le caratteristiche elastiche dell'apparecchio consentono il ricentraggio del sistema dopo la sollecitazione dinamica.

20.4.5 Dispositivi a vincolo rigido temporaneo
I dispositivi a vincolo rigido temporaneo (Shock Transmission Units) sono dispositivi fluidodinamici simili a quelli descritti in precedenza. In questo caso però, in virtù di differenti meccanismi di controllo nel circuito idraulico dell'apparecchio, il dispositivo, sotto sollecitazioni impulsive derivanti da sisma o da altre azioni dinamiche, si blocca, consentendo la trasmissione delle forze alla struttura con spostamenti limitati. Nel caso di movimenti lenti, come nel caso precedente, è consentito il movimento del dispositivo, senza trasmissione di azioni significative.
Per garantire che tutti i dispositivi installati siano sollecitati simultaneamente e in modo omogeneo, i dispositivi a vincolo rigido temporaneo possono essere dotati di un limitatore di forza, che limita la azione trasmessa ad un determinato valore (in genere di poco superiore al valore di soglia trasmesso in caso di azione dinamica).

20.4.6 Dispositivi ad isolamento
20.4.6.1 Dispositivi isolatori elastomerici
I dispositivi isolatori elastomerici sono dispositivi d'appoggio costituti da strati alterni di elastomero e di acciaio, collegati mediante vulcanizzazione, in modo del tutto simile agli apparecchi d'appoggio elastomerici tradizionali. L'inserimento degli isolatori tra sovra e sottostruttura consente, come visto, di introdurre nel sistema resistente un elemento di disaccoppiamento del moto e di conseguenza di ottenere un abbattimento delle accelerazioni sismiche trasmesse dal terreno alla struttura.
A differenza degli apparecchi d'appoggio tradizionali, i dispositivi isolatori elastomerici devono essere sempre collegati alla sovra e sottostruttura con collegamenti di tipo meccanico.
I dispositivi isolatori sono caratterizzati da una ridotta rigidezza orizzontale, per garantire il disaccoppiamento del moto orizzontale della struttura da quello del terreno, da una elevata rigidezza verticale, per sostenere i carichi verticali senza cedimenti apprezzabili e, in diversa misura in funzione delle

caratteristiche della mescola elastomerica (isolatori a basso o alto smorzamento), da opportune capacità dissipative.
Gli isolatori elastomerici sono individuati attraverso le curve caratteristiche forza-spostamento e tramite i parametri di rigidezza equivalente Ke e di smorzamento viscoso equivalente ξe, come definiti al Par. 9.4.1 all'Allegato 3 della OPCM no 3274. I parametri Ke e ξe dei dispositivi reali, valutati in corrispondenza dello spostamento massimo di Progetto d2 del dispositivo, potranno avere variazioni conformi a quelle indicate nel paragrafo citato.
La ridotta capacità dissipativa, circoscrive nel caso generale il campo d'azione degli isolatori descritti a zone di bassa e media sismicità. Il loro impiego in zone ad alta sismicità è possibile se combinato con quello di altri tipi di apparecchi, generalmente dispositivi a dissipazione, che riducono ulteriormente le sollecitazioni trasmesse alla struttura, contenendone al contempo gli spostamenti.
Inoltre la bassa rigidezza orizzontale del dispositivo, che potrebbe causare spostamenti inaccettabili anche in condizioni di esercizio (vento, azioni di frenatura, etc.), limita l'applicazione degli isolatori elastomerici, se utilizzati da soli, a strutture medio-piccole.
Per incrementarne la capacità dissipativa, gli isolatori elastomerici possono essere dotati di un nucleo centrale in piombo, che può plasticizzarsi sotto rilevanti azioni orizzontali. Altra prerogativa degli isolatori con nucleo in piombo è quella di essere caratterizzati da una curva forza-spostamento di tipo bilineare con il tratto iniziale molto rigido, aspetto che permette di limitare gli spostamenti anche sotto l'azione di non trascurabili azioni orizzontali d'esercizio.

20.4.6.2 Dispositivi isolatori ad attrito

Gli isolatori ad attrito con superficie di scorrimento concava ("Friction Isolation Pendulum") sono una particolare categoria di isolatori. Sono costituiti da una cerniera sferica che funge da appoggio strutturale (è in grado cioè di trasmettere i carichi verticali e consentire le rotazioni) e da una superficie di scorrimento concava in grado di consentire spostamenti in tutte le direzioni. Il movimento verticale relativo tra l'impalcato, di fatto isolato in quanto reso mobile in tutte le direzioni, e la sottostruttura, trasforma una parte della energia cinetica ricevuta dalla struttura in energia potenziale, permettendo che l'attrito sviluppato durante lo scorrimento delle parti a contatto porti a dissipare energia. La configurazione delle superfici di contatto e l'effetto del peso proprio consentono la restituzione dell'energia potenziale accumulata dalla sovrastruttura, che, successivamente all'azione sismica, torna in una posizione prossima a quella iniziale, ricentrando il sistema.
Tali dispositivi devono sostanzialmente essere progettati, costruiti e verificati in accordo alla UNI EN 1337-2 e alla UNI EN 1337-7 con particolare attenzione alle condizioni di esercizio in cui l'attrito quasi-statico è normalmente inferiore a quello dinamico.
Gli isolatori ad attrito, utilizzati all'estero, hanno finora trovato soltanto limitatissime applicazioni in Italia.

20.4.7 Dispositivi a comportamento lineare o quasi lineare

I dispositivi a comportamento lineare o quasi lineare comprendono una serie di apparecchi di varia concezione (dischi in elastomero disposti tra piastre metalliche di supporto, dispositivi elastici in acciaio, sistemi combinati di barre in acciaio accoppiate ad elementi in gomma, etc.). La loro caratteristica comune è quella di trasmettere soltanto azioni orizzontali, introducendo nel sistema resistente, come nel caso degli isolatori, un elemento di disaccoppiamento del moto (costituito essenzialmente da una molla orizzontale) e limitando in tal modo le accelerazioni trasmesse alla struttura.
Le caratteristiche di tali dispositivi saranno conformi al Par. 9.4.5 all'Allegato 3 della OPCM no 3274

20.4.8 Indicazioni progettuali

L'alloggiamento dei dispositivi ed il loro collegamento alla struttura devono essere concepiti in modo tale da assicurarne l'accesso e rendere i dispositivi stessi ispezionabili e sostituibili. E' necessario anche prevedere adeguati sistemi di contrasto idonei a consentire l'eventuale ricentraggio dei dispositivi (qualora queste caratteristiche non siano proprie del dispositivo) qualora, a seguito di un sisma, si possano avere spostamenti residui incompatibili con la funzionalità del ponte e con il corretto funzionamento del sistema di protezione antisismico.

La definizione del comportamento meccanico del dispositivo (da documentare con chiarezza da parte del Fornitore), sia ai fini del calcolo strutturale generale che ai fini del dimensionamento del dispositivo stesso, sarà basata su un modello realistico e su prove di laboratorio accertate, controllando in particolare che non siano introdotte sfavorevoli sovraresistenze e sovrarigidezze rispetto alle esigenze progettuali.
I dispositivi isolatori soggetti a forze di trazione o sollevamento durante l'azione sismica dovranno essere in grado di sopportare tali azioni senza perdere la loro funzionalità strutturale. Tali effetti andranno presi in conto nel Progetto del dispositivo e controllati attraverso verifiche sperimentali.
Gli isolatori elastomerici saranno calcolati allo SLU in accordo all'Appendice A della OPCM no 3274.
La corsa disponibile dei dispositivi fluidodinamici dovrà tener conto dei movimenti di origine termica e di tutti gli effetti a lungo termine, con gli opportuni margini di sicurezza richiesti dal Progettista. La corsa minima dei dispositivi da ponte sarà pari a +/- 50mm.
I giunti strutturali e i varchi tra parti contigue dovranno essere dimensionati in modo da consentire il corretto funzionamento dei dispositivi antisismici, senza ostacolare gli spostamenti previsti delle parti isolate.

20.4.9 Materiali

I materiali impiegati per la realizzazione dei dispositivi, la cui qualità dovrà essere comprovata mediante idonea certificazione, saranno quelli previsti in sede di Progetto. I materiali saranno compatibili con le temperature di esercizio, interne ed esterne, dei dispositivi.
Gli acciai, i metalli a base ferrosa, i materiali a contatto delle superfici di scorrimento, le gomme degli isolatori elastomerici ordinari e, in generale, tutti i materiali comuni a quelli previsti per i dispositivi di appoggio strutturale, saranno conformi alle caratteristiche indicate nella UNI EN 1337.
Per tutti gli altri materiali previsti nel Progetto dei dispositivi dovranno essere indicate le normative di riferimento. Qualora non esistano normative di riferimento il fornitore dovrà corredare il Progetto con idonea documentazione sperimentale comprovante le caratteristiche del materiale utilizzato.
Le superfici attive degli elementi mobili dei dispositivi fluidodinamici saranno in acciaio inossidabile o rivestite in altro metallo (cromo, nichel), a protezione dalla corrosione e dall'usura. I fluidi viscosi utilizzati nei dissipatori fluidodinamici, preferibilmente a base siliconica, dovranno risultare non tossici, ininfiammabili, chimicamente inerti e privi di additivi soggetti a deposito.
Per tirafondi, bulloneria di ancoraggio e collegamento, etc. sarà impiegato acciaio ad alta resistenza. Le malte, i betoncini e le resine per l'alloggiamento dei dispositivi avranno le caratteristiche indicate nel relativo paragrafo.

20.4.10 Prove e criteri di accettazione

Le prove di accettazione dei materiali e i criteri di qualifica e accettazione dei dispositivi saranno conformi all'Appendice 10B della OPCM no 3274. Valgono in particolare le indicazioni riportate nel seguito.

20.4.10.1 Isolatori in materiale elastomerico ed acciai

Prove di accettazione sui materiali
Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle norme sugli apparecchi di appoggio, con le seguenti variazioni ed aggiunte.
• Le prove di invecchiamento vanno effettuate per 21 giorni a 70°C; la variazione del modulo G deve essere contenuta entro il 20% del valore iniziale.
• Il modulo G deve essere determinato anche per una deformazione tangenziale pari a ± 100%.
Prove di qualificazione sui dispositivi.
Le seguenti prove di qualificazione sui dispositivi, possono essere estese a tutti i dispositivi geometricamente simili, come definito nell'All. 10B della OPCM no 3274, e prodotti con gli stessi materiali di quelli provati. Esse debbono essere effettuate nell'ordine e con le modalità specificate nell'All. 10B della OPCM no 3274.
• Determinazione statica della rigidezza a compressione secondo UNI EN 1337.
• Determinazione statica, sotto compressione costante, del modulo statico di taglio G UNI EN 1337.

• Determinazione dinamica, sotto compressione costante, del modulo dinamico di taglio Gdin e dello smorzamento ξ (mediante prove cicliche sinusoidali), con l'obbligo per Gdin di ricadere nell'intervallo 0,35 ÷ 1,40 MPa.
• Determinazione delle curve G-γ e ξ-γ (γ = deformazione di taglio) mediante le prove dinamiche cicliche precedentemente descritte.
• Determinazione delle caratteristiche di 'creep' mediante prove di compressione sotto compressione costante e almeno pari al massimo valore della tensione di compressione di Progetto per le sole azioni di servizio, della durata di almeno 7 giorni; la deformazione verticale per 'creep' deve essere inferiore al 20% della deformazione statica sotto il carico V (azione normale massima di Progetto sull'isolatore); il valore di riferimento della deformazione statica sarà assunto pari a quello misurato dopo 10 minuti dall'inizio dell'applicazione del carico.
• Valutazione della stabilità del dispositivo sotto compressione e taglio.
• Valutazione della capacità di sostenere, sotto compressione costante e almeno pari al valore massimo della tensione di compressione di Progetto, almeno 10 cicli con spostamento massimo impresso almeno pari a 1,2 d2 (d2 = spostamento massimo di Progetto allo SLU del dispositivo).
• valutazione di efficacia dell'aderenza elastomero-acciaio, effettuata sottoponendo l'isolatore, sotto compressione costante almeno pari al valore massimo della tensione di compressione di Progetto, a una deformazione γ ≥ 2,5 senza che si verifichino danni.
Le prove di qualificazione devono essere effettuate su almeno 4 dispositivi, due per le prove senza invecchiamento e due per le prove dopo invecchiamento artificiale, ottenuto mantenendo i dispositivi di prova per 21 giorni a 70°C.
L'invecchiamento dovrà comunque essere preceduto dalla determinazione statica della rigidezza a compressione e del modulo statico di taglio G, secondo le modalità definite, per valutare le caratteristiche dei dispositivi sottoposti a invecchiamento prima dell'invecchiamento stesso. I valori di G dopo l'invecchiamento non devono superare di 1,15 volte i valori di G prima dell'invecchiamento. La validità delle prove di invecchiamento potrà essere estesa a tutti i dispositivi realizzati con la stessa mescola, indipendentemente dai rapporti di forma. Per qualificare lo stesso dispositivo per diversi valori della tensione di compressione le prove possono essere ripetute in sequenza sugli stessi dispositivi da qualificare, verificando che tra una prova e la successiva non si siano verificati danni ai dispositivi.
I dispositivi sottoposti a prove di qualificazione non potranno essere utilizzati nella costruzione.
Prove di accettazione sui dispositivi
Le prove di accettazione sui dispositivi, che saranno effettuate con le modalità viste per le prove di qualificazione e si riterranno superate se i risultati ottenuti soddisfano i limiti sotto specificati e se il modulo statico di taglio G non differisce da quello delle prove di qualificazione di oltre il ± 10%, sono le seguenti:
• Misura della geometria esterna che dovrà rispettare le tolleranze prescritte dalle norme sugli apparecchi di appoggio, con l'unica deroga dei dispositivi di altezza superiore a 100 mm per i quali la tolleranza sulle altezze è compresa tra 0 e 6 mm.
• Determinazione statica della rigidezza verticale tra il 30% e il 100% del carico V UNI EN 1337.
• Determinazione statica del modulo statico di taglio G con le modalità specificate per le prove di qualificazione.
• Valutazione di efficacia dell'aderenza elastomero-acciaio, con le modalità specificate per le prove di qualificazione, ma
adottando per la deformazione γ il valore corrispondente allo spostamento d2.
Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, e comunque non meno di 4.

20.4.10.2 Dispositivi a comportamento non lineare e lineare
Prove di accettazione sui materiali
Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme e finalizzate ad accertare la tensione e l'allungamento al limite elastico, la tensione e l'allungamento a rottura del materiale costituente gli elementi base del dispositivo. Esse sono finalizzate ad individuare i valori medi e quelli caratteristici delle quantità suddette e la prevedibile costanza di comportamento del materiale considerato e debbono permettere di estrapolare il comportamento del

materiale da quello del dispositivo e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositivo rispetto alla variazioni ambientali, la temperatura interna, l'invecchiamento.
Il tipo e le modalità di prova verranno stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione al tipo di materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e completa responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e comportamento del dispositivo.
Prove di qualificazione sui dispositivi
Le prove di qualificazione sui dispositivi, che possono essere estese a tutti i dispositivi geometricamente simili e prodotti con gli stessi materiali di quelli provati, sono le seguenti.
• Prova "preliminare", condotta imponendo al prototipo almeno 5 cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima non inferiore a ± 0,1 d2, ± 0,2 d2, ± 0,3 d2, ± 0,5 d2, ± d2 (d2 = spostamento massimo di Progetto allo SLU del dispositivo).
• Prova "quasi statica", condotta imponendo al prototipo almeno 5 cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima riferita al prototipo reale pari a ± 1,2 d2.
• Prova "dinamica", condotta imponendo al prototipo almeno 5 cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima riferita al prototipo reale pari a ± 1,2 d2 , applicando le deformazioni imposte con una velocità mediamente pari a quella che si può verificare nel caso del terremoto di Progetto relativo allo stato limite ultimo ed assimilabile, in mancanza di specifiche valutazioni, a quella corrispondente ad una frequenza di 0,5 Hz per ogni ciclo completo.
La "prova dinamica" può essere sostituita da una replica della prova statica, qualora il materiale degli elementi base sia acciaio o altro materiale il cui comportamento ciclico non dipenda dalla velocità di deformazione, in un 'range' del ± 30% intorno al valore di Progetto. Tale proprietà dovrà, eventualmente, essere verificata attraverso apposite prove sui materiali o sugli elementi base.
Le prove di qualificazione devono essere effettuate su almeno 2 dispositivi. I dispositivi sottoposti a prove di qualificazione potranno essere utilizzati nella costruzione solo se gli elementi sollecitati in campo non lineare vengono sostituiti o se la loro resistenza alla fatica oligociclica è di un ordine di grandezza superiore al numero dei cicli delle prove.
Prove di accettazione sui dispositivi
Le prove di accettazione sui dispositivi, che saranno effettuate con le modalità già viste per le prove di qualificazione e si riterranno superate se i risultati ottenuti non differiranno da quelli delle prove di qualificazione di oltre il ± 10%, sono le seguenti.
• Misura della geometria esterna, con tolleranza di ±10% sugli spessori e ±5% sulle lunghezze.
• Prova ciclica condotta imponendo al prototipo almeno 4 cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima non inferiore a ± d2/20, volte a determinare il valore della rigidezza teorica iniziale K1.
• Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque non meno di 4. Su almeno un dispositivo verrà anche condotta una prova "quasi statica", imponendo almeno 5 cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima pari a ± 1,2d2. Il dispositivo non potrà essere utilizzato nella costruzione, a meno che il suo perfetto funzionamento non sia ripristinabile con la sostituzione degli elementi base.

20.4.10.3 Dispositivi a comportamento viscoso
Prove di accettazione sui materiali
Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme. Esse debbono permettere di estrapolare il comportamento dal materiale a quello del dispositivo e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositivo rispetto alle variazioni ambientali, alla temperatura interna, all'invecchiamento. Il tipo e le modalità di prova verranno stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione al tipo di materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e completa responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e comportamento del dispositivo.
Prove di qualificazione sui dispositivi
Le prove di qualificazione sui dispositivi, che possono essere estese a tutti i dispositivi geometricamente simili e prodotti con gli stessi materiali di quelli provati, sono le seguenti.

• Prova "preliminare", finalizzata alla verifica dei parametri caratterizzanti il comportamento del dispositivo, condotta imponendo al prototipo almeno 4 cicli completi di deformazioni alternate, con rampe a velocità costante e ampiezza massima riferita al prototipo reale non inferiore a ± 0,5 d2, per almeno 5 diversi valori della velocità di spostamento, pari al 25%, 50%, 75%, 100%, 125% del valore di Progetto.
• Prova "dinamica", condotta imponendo al prototipo almeno 10 cicli completi di deformazioni alternate, eventualmente effettuati in due serie di 5 cicli consecutivi, con ampiezza massima riferita al prototipo reale pari a ± 1,2d2 , applicando le deformazioni imposte con una velocità mediamente pari a quella che si può verificare nel caso del terremoto di Progetto relativo allo stato limite ultimo ed assimilabile, in mancanza di specifiche valutazioni, a quella corrispondente ad una frequenza di 0,5 Hz per ogni ciclo completo di ampiezza massima ± d2.
Le prove di qualificazione devono essere effettuate su almeno 2 dispositivi. I dispositivi sottoposti a prove di qualificazione potranno essere utilizzati nella costruzione, previa verifica della loro perfetta integrità a seguito delle prove.
Prove di accettazione sui dispositivi
Le prove di accettazione sui dispositivi, che saranno effettuate con le modalità già viste per le prove di qualificazione e si riterranno superate se i risultati ottenuti non differiranno da quelli delle prove di qualificazione di oltre il ± 10%, sono le
seguenti.
• Misura della geometria esterna, con tolleranza di ±10% sugli spessori e ±5% sulle lunghezze.
• Prova "dinamica", condotta imponendo al prototipo almeno 10 cicli completi di deformazioni alternate, eventualmente effettuati in due serie di 5 cicli consecutivi, con ampiezza massima pari a ±d2 , applicando le deformazioni imposte con una velocità mediamente pari a quella che si può verificare nel caso del terremoto di Progetto relativo allo stato limite di danno ed assimilabile, in mancanza di specifiche valutazioni, a quella corrispondente ad una frequenza di 0,5 Hz per ogni ciclo completo di ampiezza massima ±d2.
Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque non meno di 4.

20.5 Protezione
20.5.1 Generalità
Devono essere adottate misure di protezione degli appoggi strutturali e dei dispositivi antisismici (definiti nel seguito generalmente come apparecchi) dagli effetti degli agenti aggressivi dell'ambiente e di altre cause esterne che potrebbero ridurne la vita utile prevista. I riferimenti normativi in merito sono contenuti nel Par. 2 della UNI EN 1337–9.
Andranno raccolte informazioni sulle caratteristiche dell'ambiente di destinazione, in particolar modo se atteso più aggressivo dell'ambiente marino, per poter attuare interventi protettivi adeguati. In linea generale, le misure di protezione contro la corrosione si attuano o selezionando materiali per i quali l'ambiente a cui sono destinati non risulti aggressivo o dotando le parti esposte dell'apparecchio di un rivestimento protettivo o mediante altre soluzioni (es. bagno d'olio) per isolare l'appoggio dall'ambiente circostante.
Misure protettive speciali possono essere richieste in particolari circostanze (ad es. dove siano previste infiltrazioni di polvere e sabbia, nidificazioni di animali, etc.).
La struttura e gli apparecchi devono essere progettati in modo tale da permetterne agevolmente ispezione e manutenzione. Qualora si rendessero necessarie misure protettive speciali, queste devono essere rimovibili o comunque non costituire ostacolo alle operazioni di ispezione e manutenzione.

20.5.2 Requisiti
20.5.2.1 Protezione contro gli effetti ambientali
Le parti metalliche degli apparecchi devono essere protette contro la corrosione. Sono escluse le superfici soggette a scorrimento, rotazione, aderenza per attrito o carico concentrato.
Il sistema di protezione anticorrosiva, qualificato secondo la EN 1337–9, deve garantire che per un periodo di dieci anni dopo la consegna, gli appoggi siano conformi ai requisiti dettagliati di seguito.

- Densità di bolle non superiore al grado 1 della ISO 4628-2;
- Ossidazione non superiore al grado Ri: 1 della ISO 4628-3;
- Distacco del rivestimento non superiore alla classe 1 della ISO 4628-4;
- Desquamazione non superiore alla classe 1 della ISO 4628-5.

Se l'apparecchio deve essere installato in un ambiente più aggressivo di quello marino, si devono concordare requisiti particolari della protezione anticorrosiva.
Per definire il sistema di protezione anticorrosiva, si deve fornire la documentazione seguente:
- Procedura seguita per la protezione anticorrosiva degli apparecchi;
- Specifiche dei fornitori del materiale;
- Prove.

Quanto sopra deve includere come minimo quanto segue:
- Grado di preparazione della superficie (per esempio Sa 21/2 secondo ISO 8501 Sa);
- Tipo di rivestimento protettivo (per esempio zincatura a spruzzo, due strati di vernice epossi-acrilica);
- Numero degli strati;

Per i sistemi di verniciatura:
- Numero dell'articolo e colore;
- Marchio di fabbrica e numero di riferimento del produttore;
- Numero della scheda tecnica;
- Luogo di applicazione;
- Modo di applicazione;
- Spessore minimo della pellicola secca;

Spessore locale massimo della pellicola secca;
Procedure per il trattamento di danni locali ai rivestimenti protettivi;
Risultati delle prove come da prospetto 1.

PROVA	NORMA	CRITERI DI ACCETTABILITÀ
Nebbia salina	UNI EN ISO 9227	Assenza di bolle ISO 4628/2 Assenza di ruggine ISO 4628/3 Assenza di distacco-Ri:1 ISO 4628/4 Assenza di sfaldatura ISO 4628/5
Spessore minimo del film secco	ISO 2808	Come specificato dal produttore della vernice
Adesione	ISO 2409	0 o 1
Urto	UNI EN ISO 6272	Nessun danno visibile con una massa di 1 kg ed un'altezza di caduta di 100 mm

Prospetto 1

Queste prove devono essere ripetute ogni cinque anni o quando è apportato un cambiamento al sistema di protezione anticorrosiva.

20.5.2.2 Corrosione elettrolitica

Qualora nello stesso apparecchio siano usati metalli diversi, occorre prevedere misure atte ad evitare la corrosione elettrolitica.

20.6 Manutenzione

E' necessario effettuare controlli e garantire una costante manutenzione degli apparecchi durante la fase di esercizio.

Le operazioni di ispezione, controllo e manutenzione, che non sono oggetto specifico del presente documento, andranno condotte in accordo alla UNI EN 1337–10.
Ogni apparecchio o, se sufficiente, ogni famiglia di apparecchi, dovrà essere dotato di un manuale di manutenzione, controfirmato dal Fornitore, in cui il Costruttore indicherà modalità, tempistica e frequenza degli interventi di controllo e manutenzione (ordinaria e straordinaria). Tale documentazione andrà allegata a partire dalla fase di presentazione del Progetto dell'apparecchio.

20.7 Trasporto, immagazzinamento e installazione
20.7.1 Generalità
Le operazioni di trasporto, immagazzinamento e installazione degli apparecchi saranno in accordo alla UNI EN 1337–11.
L'imballaggio deve essere accurato, in modo tale da evitare qualsiasi danno durante il trasporto. La movimentazione e l'installazione degli apparecchi devono essere eseguite solo da personale qualificato, le cui competenze e qualifiche devono essere documentate.
Gli apparecchi devono essere movimentati con cura e protetti da danni e contaminazioni. Se non è possibile movimentarli a mano, si provvederanno attacchi permanenti o temporanei che facilitino il sollevamento con mezzi meccanici.
Se gli apparecchi non sono installati nella struttura subito dopo la consegna, devono essere immagazzinati dall'utilizzatore su un apposito supporto, per esempio su assi, coperti da un telo protettivo e ventilati dal basso.
L'immagazzinamento temporaneo deve garantire la protezione da inquinamento, da agenti atmosferici avversi (calore, pioggia, neve o grandine) e da contaminazioni o altri effetti negativi dovuti alle lavorazioni e al traffico di cantiere.

20.7.2 Disegni di installazione
La posa in opera degli apparecchi deve essere effettuata sulla base di disegni di installazione redatti dall'Appaltatore.
Tali elaborati, da sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori almeno un mese prima delle operazioni di posa, dovranno riportare tutti i dati richiesti per l'installazione (dimensioni, quote, inclinazioni, posizionamento planimetrico, tolleranze, qualità del materiale di sigillatura, eventuale preregolazione in funzione della temperatura della struttura).
Gli elaborati dovranno anche riportare le tolleranze di fabbricazione e di montaggio, che dovranno, quando congruenti con la tipologia in esame, comprendere almeno le informazioni seguenti:
- Planarità dei piani di posa;
- Parallelismo dei piani di interfaccia
- Dimensioni delle sedi e predisposizioni
- Posizione degli ancoraggi

20.7.3 Ispezione dopo la consegna
In cantiere, dopo la consegna e prima della posa, occorre controllare e registrare la condizione degli appoggi.
Particolare attenzione deve essere data ai punti seguenti:
a) danni visibili, con particolare riferimento alla protezione anticorrosiva.
b) pulizia;
c) sicurezza dei dispositivi di bloccaggio temporanei;
d) conformità ai disegni costruttivi e di installazione;
e) marcature sulla superficie degli apparecchi, marcatura degli assi x e y e, se necessario, marcatura della preregolazione sui lati delle piastre di supporto, identificazione dei punti di misurazione della rotazione e dello scorrimento;
f) posizione di tutti i dispositivi che servono ad assicurare l'esatto posizionamento ed installazione degli appoggi, se previsti;
g) indicatori di spostamento per gli appoggi mobili in direzione longitudinale, se previsti;
h) entità e direzione della preregolazione, se prevista;

i) possibilità di aggiustamento della preregolazione, se prevista;
j) immagazzinamento temporaneo in cantiere.

20.7.4 Installazione

20.7.4.1 Generalità

Gli apparecchi devono essere installati in conformità a tutti i dettagli riportati sui disegni d'installazione e in accordo con le marcature sulla loro superficie (tipo, assi e direzioni dei movimenti consentiti, etc.).
Non è consentito l'uso degli appoggi definitivi per operazioni (movimenti, trasmissione di forze, ecc.) anche se transitorie, legate alla tecnologia di realizzazione dell'opera, salvo specifica procedura approvata dal Progettista, da eseguire sotto la supervisione del Fornitore.
Gli apparecchi di appoggio devono essere posti in opera tra due superfici orizzontali anche in presenza di impalcati in pendenza. È consentita la ripresa di tale pendenza mediante inserimento di piastre a contatto con l'impalcato.
Gli appoggi devono avere punti di riferimento per consentire la misurazione dei movimenti orizzontali (appoggi mobili) e della rotazione. Gli indicatori di movimento devono avere i limiti estremi di movimento marcati.
All'atto della posa in opera, la corsa disponibile degli appoggi mobili può essere preregolata rispetto alla temperatura media di posa in opera, in modo che l'asse di appoggio risulti, a deformazioni lente esaurite, centrato in condizione di temperatura media. La temperatura approssimativa prevalente nella struttura e, in casi particolari, le variazioni di temperatura in punti diversi nella struttura stessa, saranno valutate in accordo alla Appendice A della UNI EN 1337–11.

20.7.4.2 Posizionamento degli apparecchi

Di regola, gli apparecchi di appoggio sono installati su uno strato intermedio di malta di sigillatura. Solo gli appoggi di gomma senza piastre d'acciaio esterne possono essere posati direttamente sulla superficie di appoggio che deve essere pulita, asciutta, liscia e piana.
In zona sismica, l'ancoraggio deve essere affidato, superiormente e inferiormente, a dispositivi di tipo meccanico, da dimensionare in funzione della totalità delle forze orizzontali da trasmettere (si assume che l'attrito, in questo caso, non eserciti resistenza nei confronti delle forze orizzontali).
Se specificato, devono essere usate viti di regolazione per regolare il posizionamento dell'apparecchio. In alternativa possono essere usati cunei o altri strumenti adatti.
In nessun caso si inseriranno elementi rigidi sotto gli appoggi. Ciò può essere evitato togliendo i supporti temporanei quando la malta ha raggiunto la resistenza richiesta.
L'apparecchio può:
a) essere posato su uno strato bombato di malta plastica consistente in modo tale che l'eccesso di malta possa essere premuto fuori da tutti i lati; oppure
b) essere sigillato mediante colata o iniezione di malta fluida, assicurando un'adeguata ventilazione. Gli appoggi ancorati con pioli sono generalmente installati con tecniche di colata o iniezione; oppure
c) essere posato costipando la malta al di sotto di esso. Questo metodo è raccomandato solo quando la lunghezza del lato più corto è minore di 500 mm.
Per i tirafondi e la bulloneria di ancoraggio sarà impiegato acciaio ad alta resistenza.
Indipendentemente dal metodo usato, l'apparecchio deve poggiare su tutta la superficie di contatto prevista.

20.7.4.3 Montaggio della sovrastruttura

I componenti strutturali gettati in opera sono generalmente gettati direttamente sugli appoggi successivamente alla loro installazione. Si deve fare attenzione che l'appoggio sia pulito, che siano evitati danni provocati dal calcestruzzo umido e che l'appoggio possa essere sostituito senza difficoltà.
Nel caso di elementi di calcestruzzo prefabbricato o di acciaio si prenderanno opportune misure per assicurarne il contatto uniforme con l'appoggio.
Le dimensioni in pianta delle eventuali contropiastre devono essere maggiori o uguali a quelle dell'elemento a contatto.

Nel caso di strutture in c.a. ordinario, realizzate in opera, dopo il posizionamento degli apparecchi, è ammesso omettere le contropiastre predisponendo opportuni tirafondi e garantendo, comunque, la sostituibilità degli appoggi.
La solidarizzazione alle strutture metalliche deve avvenire di regola esclusivamente mediante unioni di tipo meccanico.
Il fissaggio mediante saldatura è permesso solo in casi eccezionali e deve essere eseguito solo da personale qualificato.
Devono essere prese misure per evitare danni provocati dal calore alle parti ad esso sensibili, come quelle di plastica.
Il sistema di protezione anticorrosiva deve essere ripristinato dopo la saldatura, se necessario.

20.7.4.4 Correzione della quota
Nel caso in cui occorra correggere la quota, l'operazione deve essere effettuata tramite colata o riempimento con malta fine o materiale simile.
La correzione di quota con l'aiuto di piastre metalliche aggiuntive è permessa solo se le superfici metalliche a contatto sono lavorate meccanicamente e se c'è garanzia che esse rimangano piane fino al completamento dell'installazione. La protezione anticorrosiva va estesa a tali piastre.
La correzione della quota deve essere eseguita solamente da personale qualificato.

20.7.4.5 Tolleranze di installazione
Se una qualsiasi tolleranza d'installazione data nelle varie parti della UNI EN 1337 non è rispettata, occorre valutarne le implicazioni strutturali e concordare adeguati provvedimenti.

20.7.4.6 Materiali di allettamento
Lo spessore della malta di sigillatura non armata tra l'appoggio e l'infrastruttura non supererà il minore dei seguenti valori: 50 mm oppure 0.1 x area superficie di contatto/perimetro superficie di contatto + 1.5 mm
Inoltre lo spessore non deve essere minore di tre volte la dimensione massima dell'inerte.
L'idoneità della malta usata e il metodo di posa devono essere verificati con prove secondo le specifiche di riferimento.
Nel caso di malta cementizia, la superficie di calcestruzzo dell'infrastruttura deve essere saturata con acqua prima dell'installazione per prevenire la disidratazione. Immediatamente prima di colare la malta, qualsiasi residuo di acqua sulla superficie deve essere eliminato.
Quando si usa la malta di resina, le caratteristiche chimiche della resina e il rapporto resina inerti assicurerà una consistenza soddisfacente e un tempo di lavorabilità tale da consentire una corretta installazione con le condizioni del cantiere. Deve essere tenuta in considerazione la durabilità del prodotto in termini di resistenza, indurimento finale e forma.
Se la malta di resina è a diretto contatto con le superfici dell'appoggio, la compatibilità chimica ed il coefficiente di attrito devono essere verificati con prove a meno che non si possano dimostrare precedenti utilizzazioni soddisfacenti in condizioni simili.
I materiali di supporto comunemente utilizzati hanno le seguenti caratteristiche.
- Malta cementizia, premiscelata, colabile, con ritentore d'umidità liquido, ad elevatissima duttilità, contenente fibre sintetiche per ridurre gli effetti negativi del ritiro plastico e fibrorinforzata con fibre metalliche rigide (acciaio) per conferire duttilità, con le caratteristiche indicate nelle malte per ripristini di tipo MC3, salvo migliori disposizioni progettuali.
- Betoncino cementizio, colabile, ad elevatissima duttilità, ottenuto aggiungendo aggregati selezionati alla malta descritta in precedenza, con le caratteristiche indicate nei betoncini per ripristini di tipo B3, salvo migliori disposizioni progettuali.
- Malta di resina per spessoramenti con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:
Resistenza a compressione ASTM D695: > 55 MPa a 7gg di stagionatura.
Modulo elastico ASTM D695: 7000 MPa a 7gg di stagionatura.
Resistenza a trazione per flessione ASTM D790: > 25 MPa a 7gg di stagionatura
Resistenza a trazione diretta ASTM D638: > 8 MPa a 7gg di stagionatura
Modulo elastico a trazione diretta ASTM D638: 9500 MPa a 7gg di stagionatura

- Sigillante di natura polisolfurica con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:
Resistenza a trazione - UNI EN 12311: 0,5 MPa.
Allungamento a rottura - UNI EN 12311: 250%.
Permeabilità all'acqua - UNI EN 1928: nulla.
Resistenza in nebbia salina - ASTM R 117: 650 h.
Durezza: 25 ShA.
- Pasta di resina con funzione di adesivo con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:
Resistenza a compressione: 90 MPa.
Resistenza a flessotrazione: 50 MPa.
Adesione al metallo - ASTM D 1002: 10 MPa.
Adesione al calcestruzzo - UNI 8298-1: 3 MPa (rottura del supporto in cls).
Ritiro lineare - ASTM D 2556: inferiore a 0,0013 cm/cm.
Modulo elastico secante a compressione - UNI 6556: 6 GPa.
Gel time - ASTM D 2471: 5°C=150 min; 20 °C=45 min.

20.7.4.7 Casseri per malta di sigillatura

I casseri non devono essere rimossi fino a che la malta non si sia sufficientemente indurita, ma devono essere rimossi
completamente prima che l'appoggio diventi operativo. Non è permessa la rimozione tramite combustione.

20.7.4.8 Bloccaggi temporanei

Deve essere assicurato che al momento del collegamento alle strutture, gli apparecchi abbiano la configurazione geometrica prevista in Progetto. Ogni apparecchio che non sia intrinsecamente idoneo a mantenere la configurazione prevista deve essere dotato di un adeguato sistema di bloccaggio temporaneo. Questi sistemi non possono essere utilizzati per la trasmissione di sollecitazioni legate a fenomeni transitori dovuti alla tecnologia utilizzata per la realizzazione dell'opera. I sistemi di bloccaggio temporaneo devono essere posizionati in modo che sia possibile identificarli e rimuoverli facilmente al termine della loro funzione. Pertanto, tutti gli elementi che li compongono devono essere chiaramente identificabili e distinguibili dall'appoggio e devono essere colorati in modo diverso. I bloccaggi temporanei devono garantire il mantenimento della eventuale preregolazione del dispositivo.

20.7.4.9 Bloccaggi di forza

Quando sia richiesto dal Progetto dell'opera, possono essere utilizzati sistemi di bloccaggio provvisorio di forza allo scopo di assicurare un collegamento di tipo rigido durante la fase di costruzione dell'opera stessa.
Di norma questi sistemi devono essere distinti dall'apparecchio in sè e progettati in base ai dati indicati dal Progettista dell'opera. Nel caso essi debbano essere montati sull'apparecchio, solo al momento della rimozione di detti accessori lo stesso acquisterà la sua piena funzionalità.
I bloccaggi di forza devono essere realizzati in modo che possano essere facilmente rimossi o disattivati quando l'appoggio cui sono applicati è posto in opera. A tal fine, tutti gli elementi che li compongono devono essere chiaramente identificabili e distinguibili dall'appoggio e devono essere colorati in modo diverso.
In considerazione del previsto comportamento globale dell'opera durante il periodo di utilizzazione dei bloccaggi provvisori di forza, possono essere richiesti a quest'ultimo requisiti prestazionali particolari, quali per esempio:
- possibilità di essere disattivati sotto carico;
- possibilità di essere installati in stato di presollecitazione.

20.7.4.10 Rilascio della struttura sugli appoggi

Il rilascio della struttura sugli appoggi deve essere conforme al Progetto.
Le travi dovranno essere varate su calaggi e su idonei dispositivi che evitino il contatto accidentale con gli apparecchi e ne permettano un graduale abbassamento.

Qualsiasi vite di regolazione rimarrà in opera fino a che la malta di qualsiasi strato intermedio sia sufficientemente indurita. Successivamente tutti i sostegni provvisori rigidi, i dispositivi di regolazione e di bloccaggio devono essere rimossi prima che l'apparecchio diventi pienamente operativo, a meno che le viti di livellamento siano progettate per risultare inattive quando il carico finale viene applicato.

20.7.5 Registrazioni

Devono essere fatte le registrazioni delle ispezioni eseguite in accordo con il Par. 7 della UNI EN 1337–11 e dei risultati delle stesse sulla traccia del modulo campione riportato nell'Appendice B della UNI EN 1337–11. Deve essere redatta documentazione specifica sugli esiti delle ispezioni effettuate.
Se non concordato altrimenti, si deve tenere una registrazione di:
a) data e ora dell'installazione;
b) temperatura della struttura;
c) regolazione dell'apparecchio;
d) posizione dell'apparecchio relativa alla sovrastruttura, infrastruttura ed assi;
e) condizioni dell'apparecchio, inclusa la protezione anticorrosiva;
f) qualsiasi modifica fatta alla regolazione;
g) stato dei dispositivi di bloccaggio provvisori;
h) condizione del piano di appoggio;
i) prova di idoneità della malta di sigillatura.
La data e l'ora del rilascio della struttura sull'apparecchio devono essere registrate e deve essere confermato che le viti dei dispositivi di bloccaggio provvisori sono state allentate o rimosse.
Ad avvenuto indurimento della malta di sigillatura si controllerà che l'apparecchio sia nella posizione di Progetto, che i dispositivi di bloccaggio provvisorio siano stati rimossi e che i valori dei franchi di scorrimento e di rotazione siano corretti.
Se appoggi mobili sono stati installati inizialmente come appoggi fissi (punti fissi provvisori), devono essere fatte e registrate ulteriori misure, dopo che i dispositivi di fissaggio sono stati rimossi.

20.7.6 Rifinitura finale

L'apparecchio non deve essere ostacolato nel suo funzionamento da qualsiasi rifinitura da effettuarsi in relazione alla
protezione anticorrosiva. Esempi da evitare includono la sabbiatura delle superfici scorrevoli esposte e l'inceppamento
delle parti mobili per eccesso di vernice.

20.8 Piano di assicurazione qualità

Il piano di assicurazione di qualità (PAQ) comprende la descrizione del processo di produzione ed installazione degli apparecchi e l'indicazione di tutti i controlli che dovranno essere eseguiti per assicurare in modo soddisfacente la rispondenza degli apparecchi alle presenti Norme, in accordo a quanto specificato nei paragrafi precedenti.
Esso deve essere redatto dal Fornitore e dall'Appaltatore e consegnato alla Direzione Lavori unitamente al Progetto esecutivo degli apparecchi, prima dell'inizio della produzione degli stessi.
Durante le varie fasi di lavorazione, il PAQ sarà completato di tutta la documentazione relativa alle prove ed ai controlli di produzione.

21.1 - Giunti di dilatazione in acciaio-gomma, a pettine, a piastre metalliche, a lamelle

21.1.1 - Scopo

Le presenti Norme Tecniche riguardano i giunti di dilatazione di superficie, utilizzabili per opere d'arte stradali ed autostradali di nuova costruzione o in manutenzione e/o riparazione ed adeguamento.

21.1.2 - Riferimenti normativi

- UNI EN 1337-1 Appoggi strutturali – Regole generali di Progetto

- UNI EN 1337-3 Appoggi elastomerici
- Decreto Ministeriale 04.05.90:
  Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali;
- Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica (Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 e relativo D.M. in vigore);
- Istruzioni CNR 10011-85 «Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione»;
- Istruzioni CNR 10018-87 «Apparecchi d'appoggio in gomma e PTFE nelle costruzioni. Istruzioni per il calcolo e l'impiego».

21.1.3 - Tipologie di giunti

I giunti si distinguono in:

- **giunti in gomma-metallo**, normalmente costituiti da una struttura in gomma nella quale mediante il processo di vulcanizzazione o altro processo tecnologico sono inseriti dei profili metallici atti a modificare, in determinati punti, la rigidezza e la portanza della struttura elastomerica;
- **giunti a pettine**, ottenuti mediante la contrapposizione di due elementi metallici (acciaio o alluminio in genere) aventi configurazione a pettine tra loro complementare;
- **giunti a piastra metallica**, nei quali una serie di piastre metalliche nude o rivestite in gomma, tra loro vincolate, forma un sistema articolato che assicura gli scorrimenti richiesti;
- **giunti a lamelle (profilati) trasversali**, in cui la continuità del piano viabile è assicurata da una serie di profili metallici posti in senso trasversale e uniti tra loro da idonei profili in gomma.

21.1.4 - Materiali - requisiti

21.1.4.1 - Acciaio da costruzione

Le caratteristiche degli acciai da costruzione impiegati per la realizzazione dei giunti dovranno essere in accordo alla UNI EN 10025.

Gli acciai impiegati in elementi soggetti a verifica strutturale dovranno avere i seguenti requisiti minimi di resilienza:

Prova di resilienza a -20 °C

secondo UNI 4713

≥ 27 J

Gli elementi in acciaio vulcanizzati a elementi in gomma e che non presentino saldature sono esclusi dalla suddetta prescrizione.

Tutte le superfici in acciaio non a contatto con il calcestruzzo devono essere protette dalla corrosione, compresa una striscia di 30 mm della parte a contatto col calcestruzzo.

Non necessitano protezioni anticorrosive gli elementi d'acciaio interamente ricoperti da gomma per uno spessore non inferiore a 2 mm e quelli del tipo WT ST 510-3, 9 Cr NiCu P324, CORTEN o similari.

Per la definizione del sistema di protezione anticorrosiva, l'Impresa dovrà documentare:

- la preparazione della superficie;
- il tipo di rivestimento della superficie (zincatura a spruzzo, due strati di vernice epossidica, clorocaucciù, ecc.);
- il numero di strati di vernice impiegata;
- lo spessore minimo di un singolo strato asciutto e spessore minimo totale del film secco;
- la procedura per il trattamento di danneggiamenti locali nella protezione anticorrosiva.

La documentazione deve essere controfirmata dal Produttore di materie prime o componenti che costituiscono l'appoggio.

21.1.4.2 - Acciaio inossidabile

Per tutti gli acciai inossidabili impiegati per la realizzazione dei giunti dovranno essere indicate le normative di riferimento.

21.1.4.2.1 - Superfici di scorrimento e scossaline

Per le superfici di scorrimento in accoppiamento con parti in PTFE è prescritto l'impiego di acciaio inossidabile tipo X5 Cr NiMo 1712 (UNI EN 10088-2).

La scossalina principale di tenuta trasversale, se realizzata in lamiera di acciaio inossidabile, dovrà essere in X5 Cr Ni 1810 (UNI EN 10088-2), di almeno 0,6 mm di spessore e di valori superiori per giunti di grossa escursione.

21.1.4.2.2 - Ancoraggi e bulloneria

Per i tirafondi e la bulloneria in genere sarà impiegato acciaio inossidabile tipo X5 CrNiMo 1712 secondo UNI EN 10088-2.

21.1.4.3 - Leghe di alluminio

Per tutte le leghe di alluminio dovranno essere indicate le normative di riferimento. Per la lega di alluminio impiegata nella realizzazione di elementi esposti al traffico dovrà essere prodotta una lista di referenze in impieghi analoghi che n'attesti l'idoneità e la validità nel tempo.

Le caratteristiche minime, salvo migliori prestazioni richieste dal progettista, dovranno risultare le seguenti (UNI EN 10002):

1) Carico unitario di rottura a trazione
   215 MPa
2) Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità
   175 MPa
3) Allungamento
   1,5%
4) Durezza Brinell
   70

21.1.4.4 - Gomma

Le caratteristiche della gomma dovranno essere conformi alle UNI EN 1337.

La scossalina principale di tenuta trasversale, se realizzata in gomma, dovrà essere in uno dei seguenti materiali e spessori minimi, salvo richieste da parte del progettista di migliori caratteristiche:

- guaina in gomma policloroprenica di almeno 2 mm di spessore;
- guaina in Hypalon di almeno 1,2 mm di spessore;
- guaine in doppio strato di hypalon-gomma policloroprenica rispettivamente di spessore 1 e 2 mm per complessivi 3 mm.

21.1.4.5 - Malte, betoncini e resine

- **Malta cementizia, reoplastica, a ritiro compensato, fibrorinforzata, predosata** con le caratteristiche indicate nelle malte per ripristini, tipo MC3, salvo migliori disposizioni progettuali.
- **Betoncino cementizio, reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato** con le caratteristiche indicate nei betoncini per ripristini, tipo B3, salvo migliori disposizioni progettuali.
- **Malta di resina per spessoramenti** con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

1) Classe di resistenza a compressione – ASTM D695
   a 7 gg di stagionatura
   55 MPa.
2) Resistenza a flessotrazione rilevata su prismi di 40•40•160 mm a 20°C
   dopo 1 d di stagionatura in accordo alla UNI 6133
   25 MPa.
3) Modulo elastico secante a compressione secondo UNI 6556
   10.000 MPa.
4) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298/1
   3 MPa (rottura del supporto in cls).
5) Ritiro - UNI 8687
   inferiore a 0,005%
6) Assorbimento di acqua - UNI 7699
   inferiore a 0,3% in peso.

- **Sigillante di natura polisolfurica** con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

1) Resistenza a trazione - UNI 8202 parte 8
   0,5 MPa;
2) Allungamento a rottura - UNI 8202 parte 8
   250%;
3) Permeabilità all'acqua - UNI 8202 parte 21
   nulla;
4) Resistenza in nebbia salina - ASTM R 117
   650 h
5) Durezza - UNI 4916
   25 ShA

- **Malta di resina con funzione di adesivo** con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

1 Resistenza a compressione - UNI 4279
   90 MPa;
2) Resistenza a flessotrazione - UNI 7219
   50 MPa;
3) Adesione al metallo - ASTM D 1002
   10 MPa
4) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298/1
   3 MPa (rottura del supporto in cls)
5) Ritiro lineare - ASTM D 2556
   inferiore a 0,0013 cm/cm
6) Modulo elastico secante a compressione - UNI 6556
   6 GPa

7) Gel time - ASTM D 2471
5 °C = 150 min
20 °C = 45 min.

- **Malta di resina con funzione impermeabilizzante-sigillante** con le seguenti caratteristiche salvo migliori disposizioni progettuali:

1) Resistenza a trazione - UNI 8202
3 MPa
2) Durezza - UNI 4916
80 ShA
3) Deformazione residua a trazione - UNI 8202 parte 10
< 15%
4) Permeabilità all'acqua - UNI 8202 parte 21
nulla
5) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298/1
3 MPa (rottura del supporto in cls)

21.1.5 - Posa in opera

21.1.5.1 - Piani e vani di posa

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori un mese prima di iniziare le lavorazioni i disegni relativi alle predisposizioni ed alla procedura di montaggio in opera, riferite ad ogni tipologia di giunto o se necessario ad ogni singolo giunto di dilatazione, in posizione di apertura media.
Su tali elaborati dovranno essere riportate le tolleranze di fabbricazione secondo normativa UNI 5307 e le tolleranze relative alle operazioni di posa in opera. Tali indicazioni dovranno in ogni caso riguardare i seguenti punti:

- planarità dei piani di posa;
- complanarità dei due diversi piani di posa;
- dimensioni del varco riferite a temperatura media;
- posizione ed interassi degli ancoraggi.

Tali elaborati saranno ritenuti idonei previa accettazione da parte della Direzione Lavori.
Variazioni rispetto ai valori progettuali riportati nei suddetti disegni dovranno essere concordate con la Direzione Lavori e controfirmati dal Fornitore in qualità di progettista e costruttore dell'appoggio.
Nel caso di installazione di giunti su opere nuove, la posa in opera dopo la stesa della pavimentazione, sarà realizzata secondo le seguenti fasi esecutive:

- taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore lungo le linee delimitanti la fascia da asportare;
- demolizione della pavimentazione e dell'eventuale strato di impermeabilizzazione;
- asportazione di eventuali strutture di giunto provvisorio;
- ravvivatura dell'estradosso soletta mediante fresatura, sabbiatura o bocciardatura;
- eventuale getto di malta e/o betoncino cementizi reoplastici, a ritiro compensato, fibrorinforzati, predosati, opportunamente armati, collegati alla testata, per portare in quota il piano di appoggio dell'apparecchio di giunto;
- posizionamento del giunto, da effettuare con appositi apparecchi di livellazione in funzione delle quote della pavimentazione adiacente. La differenza di quota tra il piano della pavimentazione ed il piano del giunto sarà compresa tra +5 mm e 0 mm;

- pre-regolazione, da eseguire a cura di tecnici qualificati e con specifiche attrezzature, tenendo conto dell'apertura strutturale esistente, della funzionalità del giunto precedentemente approvato nonché della stagione e delle caratteristiche dell'opera.

Il raccordo con la pavimentazione, salvo diverse prescrizioni del progetto, sarà di larghezza minima di 100 mm se eseguito con betoncino cementizio, reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato e di 50 mm se eseguito con altro prodotto specifico (asfalto colato, resina a basso modulo elastico, ecc.) con caratteristiche indicate dall'Impresa e accettate dalla Direzione Lavori.

I raccordi con i cordoli e le barriere saranno realizzati in funzione delle escursioni del giunto:

- per i giunti di escursione $\leq$ 50 mm:
  - · guarnizione elastica inserita nell'apertura strutturale eseguita con materiale conforme a quanto specificato nell'art. 21.1.4.4;
- per giunti di escursione > di 50 mm:
  - · coprigiunti metallici solidali ad un impalcato e scorrevoli sull'altro realizzati con materiali conformi a quanto specificato nell'art. 21.1.4.1, protetti dalla corrosione conformemente a quanto specificato nell'art. 21.1.6.7.

Nel caso di manutenzioni, ripristini e adeguamenti, alle operazioni precedentemente descritte sono da aggiungere:

- eventuale asportazione di giunto esistente ammalorato;
- eventuale ripristino della testata di soletta con malta e/o betoncino cementizi reoplastici, a ritiro compensato, fibrorinforzati, predosati opportunamente armati, collegati alla testata, secondo il tipo di degrado riscontrato; tale ripristino avverrà, previa verifica di funzionalità delle armature esistenti e loro eventuale integrazione, con un unico getto sino alla quota del piano di appoggio dell'apparecchio di giunto.

21.1.5.2 - Sistema di raccolta delle acque

I1 giunto di regola dev'essere impermeabile a tutte le acque meteoriche o di lavaggio provenienti dalla superficie del piano viabile. La raccolta delle acque sarà assicurata, secondo quanto previsto dal progetto, da una scossalina che collega le due testate dell'apertura strutturale oppure da due gronde su ciascuna delle due testate. Tali dispositivi non devono interferire con le strutture principali dell'opera e devono consentire agevolmente le operazioni di ispezione e manutenzione.

21.1.5.3 – Raccordi con la pavimentazione, i cordoli e le barriere

Il raccordo con la pavimentazione, salvo diverse prescrizioni progettuali, sarà di larghezza minima di 100 mm se eseguito con betoncino e di 50 mm se eseguito con altro prodotto specifico (asfalto colato, resina a basso modulo elastico, ecc.) con caratteristiche indicate dall'Appaltatore e accettate dalla Direzione Lavori.

I raccordi con i cordoli e le barriere saranno realizzati in funzione delle escursioni del giunto:

- per i giunti di escursione $\leq$ 50 mm:

guarnizione elastica inserita nell'apertura strutturale eseguita con materiale conforme a quanto specificato in precedenza (gomma);

- per giunti di escursione > di 50 mm:
- coprigiunti metallici solidali ad un impalcato e scorrevoli sull'altro realizzati con materiali conformi a quanto specificato in precedenza (acciai), protetti dalla corrosione conformemente a quanto specificato nel relativo paragrafo.

21.1.6 - Prove e controlli

21.1.6.1 - Generalità

L'Impresa dovrà ottemperare a quanto previsto nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti.

L'accettazione delle partite avverrà tramite prove a carico delle Imprese esecutrici eseguite nel laboratorio della Società.

Qualora la Direzione Lavori rifiuti una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute.

I materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spesa della stessa Impresa.

L'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori non esime l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita delle opere.

21.1.6.2 - Prova funzionale del giunto

La prova va eseguita su di un prototipo di giunto in scala reale per una larghezza:

- $\geq$ 3,75 m per giunti con appoggi discontinui;
- $\geq$ 1,0 m e comunque coinvolgente almeno n. 2 ancoraggi per parte, per giunti con appoggio continuo.

Le prove consisteranno in:

- n. 10 cicli sperimentali con rilevazione della caratteristica forza-spostamento alle massime escursioni di esercizio;
- n. 3 cicli sperimentali come sopra alle massime escursioni sismiche.

21.1.6.3 - Prove di carico

La prova statica va effettuata su di un elemento significativo del giunto avente larghezza come definito all'art. 28.1.6.2 e consisterà in:

n. 1 prova statica con carico pari a l00 x 1,4 x 1,3 = 182 kN applicato ad un'impronta di 0,30 x 0,30 m disposto sull'elemento di giunto alla massima apertura e nella posizione più sfavorevole.

Durante la prova si misurerà la freccia del giunto che dovrà risultare $\leq$ al valore teorico. Al termine della prova il giunto non dovrà presentare danneggiamenti.

21.1.6.4 - Prova a fatica

È richiesta per quei tipi di giunto nei quali le parti soggette a verifica strutturale sono realizzate in elementi metallici.

La prova si effettua su di un elemento di giunto come specificato all'art. 21.1.6.2.

Il carico applicato deve variare da zero al carico massimo come più sotto definito con frequenza non superiore a 4 Hz per 2.000.000 di cicli.

Il carico massimo applicato deve essere pari a quello definito nel progetto incrementato del coefficiente dinamico (100 kN x 1,4) su di un'impronta di 0,30 x 0,30 m.

A1 termine della prova il giunto non deve presentare danneggiamenti.

21.1.6.5 - Prova di adesione al cls

a) eseguita in laboratorio

La prova di adesione si farà su travetti 70•70•280 mm a forma di cuneo con una faccia inclinata di 20°, in calcestruzzo dosato in ragione di 450 kg di cemento per metro cubo d'impasto e stagionato per 28 d.
La faccia sarà spazzolata con spazzola d'acciaio all'atto della sformatura e trattata con la mano d'attacco che sarà utilizzata durante la messa in opera.
Si procederà infine al completamento del travetto mediante colaggio della malta di ripristino.
Il carico sarà applicato assialmente sulle due facce minori.
La resistenza richiesta è quella di taglio sulla faccia inclinata di 20°.

b) eseguita in opera

La verifica di ottenimento dell'adesione in opera si otterrà con il controllo al martello in contraddittorio con l'Impresa. Qualora risultassero superfici risonanti a vuoto l'Impresa dovrà intervenire, a sua cura e spese, nei modi ritenuti dalla Direzione Lavori più opportuni, per eliminare tali difetti. Nel caso non fosse possibile ristabilire la continuità con la soletta sottostante l'Impresa provvederà a sua cura e spese alla demolizione e al ripristino del giunto risultato non idoneo.

21.1.6.6 - Prova di sfilamento tirafondi

La prova di sfilamento dei tirafondi deve essere eseguita con un tirafondo M16 realizzato in materiale analogo a quello utilizzato per il fissaggio dei giunti, ancorato per 110 mm in calcestruzzo Rck 50 MPa.
Il carico di sfilamento deve essere applicato assialmente al tirafondo con opportune attrezzature che annullino eventuali componenti deviate (snodi).

21.1.6.7 - Prove di protezione anticorrosiva

Il sistema di protezione anticorrosiva definito, deve essere qualificato tramite le seguenti prove:
- prova in nebbia salina (720 h 5% cloruro di sodio) ISO 7253 - ISO 4628/2/3/4/5;
- misurazione dello spessore minimo del film secco ISO 2080;
- prova di adesione ISO 2409 prima e dopo prova in nebbia salina;
- prova d'urto ISO/TR 6272.

I criteri di accettabilità sono riportarti nella Tabella seguente:

PROVA	**NORMA**	**CRITERI DI ACCETTABILITÀ**
Nebbia salina	ISO 7253	Assenza di bolle ISO 4628/2 Assenza di ruggine ISO 4628/3 Assenza di distacco-Ri:1 ISO 4628/4 Assenza di sfaldatura ISO 4628/5
Spessore minimo del film secco	ISO 2808	Come specificato in progetto
Adesione	ISO 2409	0 o 1
Urto	ISO/TR 6272	Nessun danno visibile con una massa di 1 kg ed un'altezza di caduta di 100 mm

21.1.6.8 - Controllo delle materie prime e componenti

L'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione atta a dimostrare che le materie prime ed i componenti utilizzati per la costruzione dei giunti da parte dei Produttori siano stati prodotti in base ad un sistema di controllo di qualità.

Tutte le materie prime ed i componenti devono essere identificati in modo da poter correlare in ogni momento la documentazione di controllo agli stessi.
La rintracciabilità deve essere garantita durante tutto il processo di fabbricazione ed installazione dei giunti.
I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa e il Produttore, secondo la tabella seguente:

Tabella - Controllo di materie prime e componenti			
Tipo di controllo	**Materiale o componente**	**Controllo in accordo con**	**Frequenza**
Controllo da parte del Produttore e/o della Direzione Lavori	Acciaio strutturale	UNI EU 18 UNI 552 UNI EN 10025	Ogni colata
	Acciaio inossidabile	UNI 6901	Ogni colata
	Gomma	CNR 10018/87 (1)	Ogni 1,5 m³ di mescola prodotta
	Lega di alluminio	UNI 10002 UNI 560	Ogni colata
	Prodotti componenti malte, betoncini e resine	UNI 6130 UNI 6132 UNI 6133 Scheda tecnica del Produttore	Come previsto dal Produttore
Rapporto di prova di laboratorio di parte terza	Acciaio strutturale (2)	UNI EN 18 UNI 552 UNI EN 10025	Ogni 12 mesi
	Acciaio inossidabile (2)	UNI 6901	Ogni 12 mesi
	Gomma (2)	CNR 10018/87	Ogni 12 mesi
	Prodotti componenti malte, betoncini e resine (2)	Tutti i controlli previsti al punto 28.1.4.5 delle presenti Norme	Ogni 12 mesi

Note:
(1) ad esclusione delle seguenti prove:
> Modulo G in accordo alla CNR 10018187 cap. 7 e successivi aggiornamenti.
(2) da eseguire esclusivamente nel caso in cui il materiale non provenga regolarmente da produttori operanti con sistema di controllo della qualità certificato in accordo alle norme della serie UNI EN 29000 o ISO 9000.

21.1.6.9 - Controlli in corso di montaggio

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa e il Fornitore, secondo la tabella seguente:

Tabella - Controlli in corso di montaggio

Tipo di controllo	Soggetto del controllo	Caratteristiche da controllare	Controllo in accordo con	Frequenza
Controllo da parte della Direzione Lavori, dell'Impresa e del Fornitore	Fenditura strutturale	Apertura	Dati forniti da Direzione Lavori	Ogni giunto
	Nicchie di alloggiamento	Dimensioni	Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore	Ogni giunto
	Malte, betoncini e resine	Resistenza a compressione	UNI 6130 UNI 6132	ogni lotto di fornitura non superiore a 100 m di giunto e per ogni tipo di malta, betoncino o resina
	Tirafondi	Coppia di serraggio	Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore	Ogni tirafondo □
		Lunghezza di inghisaggio	Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore	Ogni giunto
	Giunto	Preregolazione	Dati forniti dalla Direzione Lavori	Ogni giunto
		Temperatura alla posa	Dati di progetto	Ogni giunto
		Tolleranza di posa in opera	Cap. 28.1.5 delle presenti Norme	Ogni giunto

Note:

□La frequenza di prova potrà essere ridotta al 10% dei tirafondi solo se sarà utilizzata sistematicamente un'idonea attrezzatura semiautomatica che assicuri costantemente il corretto serraggio dei tirafondi (avvitatori elettrici o pneumatici regolabili o chiave dinamometrica).

Nel caso che al controllo della Direzione Lavori il corretto serraggio dei tirafondi non sia accettabile nella percentuale compresa tra il 20% e il 50%, sarà esteso il controllo al 20% dei tirafondi; nel caso in cui al controllo della Direzione Lavori, il corretto serraggio non è accettabile nella percentuale compresa tra il 50% e il 100%, sarà eseguito il controllo su tutti i tirafondi.

21.1.6.10 - Controlli sui prodotti finiti

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa e il Fornitore, secondo la tabella seguente:

Tabella - Controlli sui prodotti finiti			
Tipo di controllo	**Soggetto del controllo**	**Controllo in accordo con**	**Frequenza**
Controllo da parte della Direzione Lavori, dell'Impresa e del Fornitore	Dimensioni	Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore	In accordo a quanto definito dalla UNI 4842-75 per il Piano di Campionamento doppio, livello qualitativo L.Q.A. 4%
	Durezza (ove applicabile)	Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore UNI 4916	In accordo a quanto definito dalla UNI 4842-75 per il Piano di Campionamento doppio, livello I qualitativo L.Q.A. 4%
	Protezione anticorrosiva (ove applicabile)	Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore	In accordo a quanto definito dalla UNI 4842-75 per il Piano di Campionamento doppio, livello I qualitativo L.Q.A. 4%

21.1.6.11 - Controllo dell'inquinamento acustico sui giunti

Per verificare le caratteristiche acustiche dei giunti la Direzione Lavori prescriverà l'esecuzione di una prova finalizzata a misurare l'incremento di rumore dovuto al passaggio del veicolo sul giunto.

Il rumore è, sia quello prodotto verso l'alto rispetto al piano viabile, sia quello prodotto verso il basso, sotto l'intradosso dell'impalcato.

La prova dovrà essere effettuata al fine di:

- omologare preventivamente i giunti;
- verificare la corrispondenza dei giunti installati rispetto a quanto originariamente omologato;
- collaudare il giunto in situ;
- verificare nel tempo il mantenimento delle proprietà acustiche.

La prova andrà effettuata su strada sul giunto installato o anche, se necessario, al di sotto del viadotto.

La velocità del vento durante le misurazioni dovrà essere inferiore a 2 m/s.

La strumentazione di misura dovrà essere conforme a quanto prescritto per i fonometri di classe 1 della norma IEC 651 ovvero CEI 29-1. Se si utilizzano fonometri integratori si dovrà fare riferimento alle norme IEC 831; per i filtri in banda di ottava o terzi di ottava si farà riferimento alla IEC 225.

Le misure di rumore andranno effettuate utilizzando la ponderazione A e la costante di tempo slow.

La sorgente di rumore sarà costituita da un veicolo leggero (es. Fiat Uno) che transita sul giunto con velocità di 100 km/h.

La prova andrà poi ripetuta utilizzando come sorgente di rumore un veicolo pesante definito dalla Direzione Lavori a velocità di 70 km/h.
Per tale prova il microfono ricevitore sarà posto in corrispondenza del giunto ad 1,5 m di altezza dal piano viabile ed un altro microfono sarà posto a 50 m dopo il giunto, entrambi a 4 m di distanza dall'asse del veicolo. La prova andrà eseguita con due microfoni in modo sequenziale, ciascuna per un intervallo di tempo di 2 s relativo al passaggio del veicolo davanti al microfono stesso.
Le rilevazioni andranno effettuate con queste modalità in tratti di strada adiacenti in presenza ed in assenza di giunto ottenendo così i valori dell'incremento di rumore dovuto al giunto come differenza fra le varie letture strumentali.
Ciascuna delle prove previste:

a) in assenza ed in presenza di giunto con veicolo leggero;
b) in assenza ed in presenza di giunto con veicolo pesante;

andrà ripetuta almeno 3 volte e il risultato sarà dato dal valore medio dei valori rilevati nei tre passaggi.
Il confronto tra il rumore misurato in presenza del giunto rispetto a quello misurato in assenza del giunto sarà rilevato con il SEL (Sound Exposure Level) espresso in dB (A).

21.1.7 - Piano di assicurazione qualità

Il piano di assicurazione di qualità (PAQ) comprende la descrizione del processo di produzione ed installazione dei giunti e la precisazione di tutti i controlli eseguiti per assicurare in modo soddisfacente la rispondenza dei giunti alle presenti Norme Tecniche.
L'Impresa deve consegnare il PAQ alla Direzione Lavori, unitamente al progetto esecutivo dei giunti prima dell'inizio della produzione degli stessi, dopo essere stato controfirmato per la parte di competenza dal Fornitore.

21.1.8 - Manutenzione dei dispositivi

Ogni giunto di dilatazione, o se sufficiente ogni tipologia, dovrà essere dotato di un manuale di manutenzione fornito dall'Impresa e controfirmato dal Fornitore, in cui sono indicati modalità, tempistica e frequenza degli interventi di manutenzione ordinaria da eseguirsi sul dispositivo.
In tale manuale dovranno essere riportate anche le procedure da attuare nel caso che si rendessero necessari interventi di manutenzione straordinaria.

21.1.9. - Penali

- Penalità per il non raggiungimento delle prestazioni degli apparecchi di giunto previste in progetto:
  qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli richiesti, secondo le presenti Norme, il Progettista eseguirà una verifica della sicurezza.
  Se tale verifica desse esito positivo, l'apparecchio sarà accettato ma il suo prezzo unitario sarà decurtato del 20%;
  qualora i valori risultassero superiori a tale 10% o la precedente verifica avesse dato esito negativo, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla sostituzione della fornitura con giunti di caratteristiche adeguate alle prestazioni richieste.

- Penali per difetti di impermeabilizzazione:
  se entro due anni dalla sua costruzione, durante la pioggia e/o dopo alcune ore dall'ultima precipitazione atmosferica, si vedessero scolature di acqua per un'estensione fino al 15% della sua

lunghezza, sarà applicata una penale del 15% del prezzo pagato per tutte le lavorazioni e forniture necessarie alla sua costruzione.

In caso di scolature per un'estensione superiore a detto valore, il giunto dovrà essere ripristinato dall'Impresa a sua cura e spesa.

- Penalità per insufficiente adesione dei materiali di ripristino supporto ai giunti metallici:
  nel caso di superfici risonanti a vuoto e sulle quali non è stato possibile eliminare il difetto, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla rimozione completa dei materiali già posti in opera e alla loro sostituzione con materiali idonei.
- Penalità per mancata regolarità:
  la regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici in corrispondenza dei giunti di dilatazione degli impalcati da ponte dovrà rispondere al seguente requisito:
  indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione inferiore a 5,0 mm.
  Le misure del profilo longitudinale interessano almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere eseguite in un periodo compreso tra il 15^{O} e il 180^{0} giorno dell'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN.
  Tali misure dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm e i valori dell'indice IRI saranno calcolati a partire da tale profilo con un "passo" di 5 m.
  Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale dei giunti di dilatazione si farà riferimento ai valori dell'indice IRI nel cui intervallo di calcolo (L=5 m) si trova ad essere posizionato almeno un giunto; qualora tale parametro non soddisfi le condizioni richieste, il giunto di dilatazione, ricadente nel relativo intervallo di calcolo sarà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva del giunto anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.
  Il valore della soglia di non accettabilità è:

IRI= 7 mm/m

  Qualora il valore IRI, come definito in precedenza, sia maggiore o uguale al valore ritenuto accettabile sopra specificato, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa per tutta la larghezza ed al rifacimento del giunto di dilatazione; il nuovo giunto sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo ed agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

- Penali per il rumore:
  il limite di accettazione acustica del giunto, anche in relazione alle normative in corso di promulgazione, sarà indicato in fase progettuale; il superamento di detto limite comporterà una riqualificazione gratuita del giunto stesso o, in caso di insuccesso, una sua completa sostituzione con un giunto di caratteristiche migliori.

21.2 - Giunti di dilatazione a tampone

I giunti di dilatazione a comportamento elastico viscoso sono attualmente distinti in:

- **Giunti a tampone viscoelastico:** sono giunti il cui dispositivo di continuità e di supporto è costituito da una miscela di bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o plastomerica ed inerti di granulometria compresa tra 15-20 mm.

- **Giunti a tampone ANIDRO "brev. AUTOSTRADE":** sono giunti con tampone costituito da una miscela di bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o plastomerica, inerti di granulometria compresa tra 15-20 mm e supporti di impermeabilità in malta cementizia fibrorinforzata.

21.2.1 - Generalità

21.2.1.1 - Malte e betoncini per ripristini di testate di solette

La posa in opera del giunto di dilatazione a tampone sarà preceduta dall'eventuale ricostruzione del profilo degli elementi strutturali in calcestruzzo (testate solette). Le caratteristiche tecniche dei materiali utilizzati per la ricostruzione sono indicate nel capitolo riguardante i materiali per i ripristini, riportato nelle presenti Norme.

21.2.1.2 - Dispositivo per i cordoli

Come integrazione ai giunti di dilatazione di tipo viscoelastico, dovranno essere posti in opera dispositivi di finitura del giunto sul cordolo, nel caso che l'opera d'arte sia dotata di cordolo con barriera metallica o con barriera New Jersey. Di tale fornitura le Imprese dovranno esporre sia le modalità di posa in opera, che le caratteristiche dei materiali impiegati.

21.2.1.3 - Sistema di raccolta delle acque

Il giunto di regola deve essere impermeabile a tutte le acque meteoriche o di lavaggio provenienti dalla superficie del piano viabile.

La raccolta delle acque sarà assicurata, secondo quanto previsto dal progetto, da una scossalina che collega le due testate della apertura strutturale oppure da due gronde su ciascuna delle due testate. Tali dispositivi non devono interferire con le strutture principali dell'opera e devono consentire agevolmente le operazioni di ispezione e manutenzione.

21.2.1.4 - Prescrizioni acustiche dei giunti a tampone

Per verificare le caratteristiche acustiche dei giunti installati lungo la rete si prescrive l'esecuzione di una prova finalizzata a misurare l'incremento di rumore dovuto al passaggio del veicolo sul giunto. Il rumore è sia quello prodotto verso l'alto rispetto al piano viabile, sia quello prodotto verso il basso, sotto l'intradosso dell'impalcato.

La prova dovrà essere effettuata al fine di:

- omologare preventivamente i giunti;
- verificare la corrispondenza dei giunti installati rispetto a quanto originariamente certificato;
- collaudare il giunto in situ;
- verificare nel tempo il mantenimento delle proprietà acustiche.

La prova andrà effettuata su strada sul giunto installato o anche, se necessario, al di sotto di essa. La velocità del vento durante le misurazioni dovrà essere inferiore a 2 m/s.

La strumentazione di misura dovrà essere conforme a quanto prescritto per i fonometri di classe 1 della norma IEC 651 ovvero CEI 29 -1.

Se si utilizzano fonometri integratori si dovrà fare riferimento alle norme IEC 831; per i filtri in banda di ottava o terzi di ottava si farà riferimento alla IEC 225.

Le misure di rumore andranno effettuate utilizzando la ponderazione A e la costante di tempo slow. La sorgente di rumore sarà costituita da un veicolo leggero (es. Fiat Uno) che transita sul giunto con la velocità di 100 km/h.

La prova andrà poi ripetuta utilizzando come sorgente di rumore un veicolo pesante definito dalla Direzione Lavori a velocità di 70 km/h.
Per tale prova il microfono ricevitore sarà posto in corrispondenza del giunto ad 1,5 m di altezza dal piano viabile ed un altro microfono sarà posto a 50 m dopo il giunto, entrambi a 4 m di distanza dall'asse del veicolo. La prova andrà eseguita con due microfoni in modo sequenziale, ciascuna per un intervallo di tempo di 2 s relativo al passaggio del veicolo davanti al microfono stesso. Le rilevazioni andranno effettuate con queste modalità in tratti di strada adiacenti in presenza ed in assenza di giunto ottenendo così i valori dell'incremento di rumore dovuto al giunto come differenza fra le varie letture strumentali.
Ciascuna delle prove previste:
a) - in assenza ed in presenza di giunto con veicolo leggero;
b) - in assenza ed in presenza di giunto con veicolo pesante;
effettuata con questa modalità, andrà ripetuta almeno 3 volte e il risultato sarà dato dal valore medio dei valori rilevati nei tre passaggi.
Il confronto tra il rumore misurato in presenza del giunto rispetto a quello misurato in assenza sarà rilevato con il SEL (Sound Exposure Level) espresso in dB (A).
La Direzione Lavori, qualora lo ritenesse opportuno al fine di verificare l'eventuale aumento di rumorosità prodotto dal nuovo giunto, si riserva la facoltà di eseguire delle apposite prove.
Il limite di accettazione acustica del giunto anche in relazione alle normative in corso di promulgazione, sarà indicato in fase progettuale, il superamento di detto limite comporterà una riqualificazione gratuita del giunto stesso o, in caso di insuccesso, una sua completa sostituzione con un giunto di caratteristiche migliori.

21.2.2 - Giunto a tampone viscoelastico

Il giunto a tampone viscoelastico dovrà essere costituito dalle seguenti parti:

- **Dispositivo di drenaggio delle acque di sottopavimentazione**;
  il convogliamento e lo smaltimento delle acque dovrà avvenire in zone che non insistono sulle strutture principali dell'opera. Il dispositivo sarà costituito da un tubo microfessurato avvolto in un sottile foglio di tessuto non tessuto;
- **Dispositivo di sostegno del tampone bituminoso in lamierino di acciaio di dimensioni 0,30x0,15x0,002 m;**
  tale dispositivo deve consentire le dilatazioni termiche della soletta mantenendo inalterata la sua funzionalità; esso deve inoltre conservare le proprie caratteristiche di tenuta alle temperature di getto del tampone viscoelastico.
- **Tampone in conglomerato bituminoso chiuso;**
  il giunto deve risultare impermeabile, pur consentendo i movimenti di tipo viscoso previsti. Il tampone deve aderire perfettamente alle pareti verticali della pavimentazione e non presentare sconnessioni. La sua composizione è descritta al punto 21.2.2.2.

Lo spessore minimo del tampone viscoelastico deve essere di 11 cm.

21.2.2.1 - Modalità di esecuzione del giunto

Il giunto a tampone viscoelastico deve essere posto in opera a pavimentazione finita.
L'intera lavorazione comprende:

- asportazione della pavimentazione a cavallo dei giunti di dilatazione da realizzare mediante taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore fino a raggiungere l'estradosso delle solette di impalcato,

demolizione della pavimentazione e dell'eventuale sottostante strato impermeabilizzante e trasporto a discarica di tutto il materiale di risulta;
- asportazione di eventuali materiali aventi funzione di giunto provvisorio;
- accurata pulizia del piano di posa del tampone o asportazione del calcestruzzo degradato o in fase di distacco;
- trattamento di sabbiatura dell'armatura eventualmente scoperta;
- eventuale ripristino delle testate delle solette con malta e/o betoncino reoplastici fibrorinforzati o con malte cementizio-epossidiche mantenendo la giusta distanza ed una forma il più possibile regolare tra le testate contrapposte;
- asciugatura della sede del giunto a mezzo di lancia termica;
- stesa di una membrana impermeabilizzante (dopo adeguata maturazione della malta) in BITUTHENE HD o ELOTENE-LASCO su tutta la sede del giunto, con l'accortezza che la membrana abbia gioco sufficiente ad assecondare i movimenti del giunto fino alla massima apertura, senza mai introdurre sollecitazioni di trazione su quest'ultima, posta in opera con la consueta forma ad omega tra le testate di soletta;
- introduzione a forza all'interno dello spazio tra le testate delle solette dell'impalcato di una treccia in poliuretano espanso avente la funzione di contenere la prima colata di bitume modificato;
- posa del dispositivo di drenaggio microfessurato rivestito di tessuto non tessuto;
- prima colata di bitume modificato su tutta la sede del giunto (pareti verticali e fondo) impregnando anche la treccia poliuretanica in modo da impermeabilizzarla;
- posa del dispositivo di sostegno in lamierino di adeguata larghezza e spessore e lunghezza pari a 0,30 m, collocati l'uno accanto all'altro;
- seconda colata di bitume modificato sull'intera superficie orizzontale;
- realizzazione del tampone mediante stesa in unico o più strati e successivo costipamento del materiale fino a raggiungere una perfetta complanarità col piano viario;
- colata di finitura in bitume modificato per l'intasamento dei vuoti residui.

21.2.2.2 - Tampone in bitume modificato ed inerti

Il tampone viscoelastico sarà costituito da:

- legante

bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o termoplastici, con bitume di tipo E.

TABELLA - BITUME HARD - LEGANTE "E" (%DI MODIFICANTE/I (*) $\geq$ 8%)

Caratteristiche	**Unità**	**Metodo di prova**	**Valore**
Penetrazione @ 25^0 C	0,1 mm	EN 1426; CNR 24/71	100-150
Punto di rammollimento (^{00})/valore minimo P.A.	^{0} C	EN 1427; CNR 35/73	$\geq$ 24/70
Punto di rottura (Fraass), max	^{0} C	CNR 43/74	$\leq$-17
Viscosità dinamica @ 160^0 C, y=100 s^{-1}, max	Pa*s	SN 67.1722a	$\leq$ 0,8
Ritorno elastico @ 25^0 C, 50 mm/min	%	DIN 52013; (CNR 44/74 modificata)	$\geq$ 70
Stabilità allo stoccaggio 3 d, @ 180^0 C Punto di rammollimento, max	^{0} C	Vedi Norma in appendice	$\leq$ 3
Valori dopo RTFOT ($*^0*$)			

Perdita per riscaldamento (volatilità) @ 163^0 C, max ±	%	CNR 54/77	≤ 0,8
Penetrazione residua @ 25^0 C, max	%	EN 1426; CNR 24/71	≤ 50
Incremento del Punto di rammollimento, max	^{0} C	EN 1427; CNR 35/73	≤ 10

(*) Si intendono polimeri elastomerici e/o termoplastici tipo: SBS $_r$, SBS $_l$, SIS, EVA, LDPE, la percentuale complessiva è indicativa; LDPE è presente solo per le pavimentazioni da viadotto.

(^{00}) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base.

(*^{0}*) Rolling Thin Film Oven Test.

- Inerti

L'aggregato dovrà essere costituito da materiale basaltico o anche da pietrischetti e graniglie di provenienza o natura petrografica diversa, con granulometria compresa tra i 15 e 20 mm.

Tali inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR fasc. 4/1953, cap. 1 e 2 e rispondenti ai requisiti della prima categoria.

In ogni caso la qualità della roccia, da cui è ricavato per frantumazione l'inerte, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n. 34 del 28/03/73 - Prova C) perdita di peso inferiore o uguale al 20%.

21.2.3 - Giunti a tampone ANIDRO (brev. AUTOSTRADE n. RM 9400038)

Il giunto a tampone Anidro dovrà essere costituito dalle seguenti parti:

- **Dispositivo di drenaggio delle acque di sottopavimentazione;**
  il convogliamento e lo smaltimento delle acque dovrà avvenire in zone che non insistono sulle strutture principali dell'opera. Il dispositivo sarà costituito da un tubo microfessurato, da fori sulla testata di soletta del diametro di 30 mm posti ad interasse di 1 m o maggiore, previo concordamento con la Direzione Lavori, completi di tubetto in PVC di adeguato spessore e diametro, sigillati con stucco, con tutti gli accorgimenti necessari ad impedirne l'otturazione, e da un getto di conglomerato bituminoso drenante.
- **Dispositivo di sostegno del tampone bituminoso in lamierino di acciaio inox di dimensioni 0,30x0,15x0,002 m;**
  tale dispositivo deve consentire le dilatazioni termiche della soletta mantenendo inalterata la sua funzionalità; esso deve inoltre conservare le proprie caratteristiche di tenuta alle temperature di getto del tampone viscoelastico.
- **Tampone in conglomerato bituminoso chiuso;**
  esso deve risultare impermeabile, pur consentendo i movimenti di tipo viscoso previsti. Il tampone deve aderire perfettamente alle pareti verticali della pavimentazione e non presentare sconnessioni ed avere le caratteristiche specificate nel seguente punto 21.2.3.2. Lo spessore minimo del tampone viscoelastico deve essere di 0,10 m.

21.2.3.1 - Modalità di esecuzione del giunto

Il giunto a tampone deve essere posto in opera a pavimentazione finita.

L'intera lavorazione comprende:

- l'asportazione della pavimentazione a cavallo dei giunti di dilatazione da realizzare mediante taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore fino a raggiungere l'estradosso delle solette di impalcato,

demolizione della pavimentazione e dell'eventuale sottostante strato impermeabilizzante e trasporto a discarica di tutto il materiale di risulta;
- asportazione di eventuali materiali aventi funzione di giunto provvisorio;
- ravvivatura estradosso soletta e/o asportazione del calcestruzzo degradato o in fase di distacco;
- esecuzione di fori nelle testate delle solette del diametro di 30 mm posti ad un interasse di 1 m o maggiore e corredati di un'adeguata svasatura per rendere più agevole la captazione delle acque; nell'eventualità che in corrispondenza degli stessi si incontri il traverso di testata si procederà operando con una certa inclinazione tale da non interferire con il traverso stesso;
- trattamento di sabbiatura dell'armatura eventualmente scoperta;
- eventuale ripristino delle testate delle solette con malta e/o betoncino reoplastici fibrorinforzati o con malte cementizio-epossidiche mantenendo la giusta distanza tra le testate contrapposte;
- lavaggio con acqua in pressione o con vapore;
- getto di malta reoplastica premiscelata a ritiro compensato rinforzata con fibre di carbonio, avente una contropendenza longitudinale verso i fori precedentemente realizzati;
- stesa di una membrana impermeabilizzante (dopo adeguata maturazione della malta) in BITUTHENE HD o ELOTENE HD su tutta la sede del giunto, con l'accortezza che la membrana abbia gioco sufficiente ad assecondare i movimenti del giunto fino alla massima apertura, senza mai introdurre sollecitazioni di trazione su quest'ultima, posta in opera con la consueta forma ad omega tra le testate di soletta;
- introduzione a forza all'interno dello spazio tra le testate delle solette dell'impalcato di una treccia in poliuretano espanso;
- posa nei fori della soletta di tubi in PVC del diametro 25 mm aventi una lunghezza sufficiente e comunque mai inferiore allo spessore della soletta;
- posa del dispositivo di drenaggio microfessurato rivestito di tessuto non tessuto;
- inserimento nei fori di drenaggio di uno strato di geotessile tessuto non tessuto con adeguate caratteristiche di resistenza al calore;
- getto di conguaglio in conglomerato bituminoso drenante fino al raggiungimento della quota dell'estradosso del getto necessario alla contropendenza;
- posa dei dispositivi di sostegno in lamierino di adeguata larghezza e spessore, con lunghezza pari a 0,30 m, collocati l'uno accanto all'altro;
- colata di bitume modificato sull'intera superficie orizzontale e verticale, a temperatura tale da non intasare il sottostante conglomerato bituminoso drenante;
- realizzazione del tampone mediante stesa in unico strato e successivo costipamento del materiale fino a raggiungere una perfetta complanarità col piano viario;
- colata di finitura in bitume modificato per l'intasamento dei vuoti residui;
- posa in opera nell'intradosso delle testate di soletta di un canale di raccolta in PVC delle acque provenienti dai fori di drenaggio.

21.2.3.2 - Tampone in bitume modificato ed inerti

Il tampone viscoelastico sarà costituito da:

- legante

bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o termoplastici, con bitume di tipo E.

TABELLA - BITUME HARD - LEGANTE "E" (%DI MODIFICANTE/I (*) ≥ 8%)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore

Penetrazione @ 25^0 C	0,1 mm	EN 1426; CNR 24/71	100-150
Punto di rammollimento (^{00})/valore minimo P.A.	^{0} C	EN 1427; CNR 35/73	$\geq$ 24/70
Punto di rottura (Fraass), max	^{0} C	CNR 43/74	$\leq$-17
Viscosità dinamica @ 160^0 C, γ=100 s^{-1}, max	Pa*s	SN 67.1722a	$\leq$ 0,8
Ritorno elastico @ 25^0 C, 50 mm/min	%	DIN 52013; (CNR 44/74 modificata)	$\geq$ 70
Stabilità allo stoccaggio 3 d, @ 180^0 C Punto di rammollimento, max	^{0} C	Vedi Norma in appendice	$\leq$ 3
Valori dopo RTFOT ($*^0*$)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) @ 163^0 C, max $\pm$	%	CNR 54/77	$\leq$ 0,8
Penetrazione residua @ 25^0 C, max	%	EN 1426; CNR 24/71	$\leq$ 50
Incremento del Punto di rammollimento, max	^{0} C	EN 1427; CNR 35/73	$\leq$ 10

(*) Si intendono polimeri elastomerici e/o termoplastici tipo: SBS $_r$, SBS $_l$, SIS, EVA, LDPE, la percentuale complessiva è indicativa; LDPE è presente solo per le pavimentazioni da viadotto.

(^{00}) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base.

($*^0*$) Rolling Thin Film Oven Test.

- Inerti

L'aggregato dovrà essere costituito da materiale basaltico o anche da pietrischetti e graniglie di provenienza o natura petrografica diversa, con granulometria compresa tra i 15 e 20 mm.

Tali inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR fasc. 4/1953, cap. 1 e 2 e rispondenti ai requisiti della prima categoria.

In ogni caso la qualità della roccia, da cui è ricavato per frantumazione l'inerte, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n. 34 del 28/03/73 - Prova C) perdita di peso inferiore o uguale al 20%.

21.2.4 - Controllo dei requisiti di accettazione e penalità

L'Impresa dovrà ottemperare a quanto previsto nella circolare del Ministero dei LL.PP. n. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti.

L'Impresa ha l'obbligo di eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato o di legante per la relativa accettazione da parte della Direzione Lavori.

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

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

Per effettuare tali determinazioni la Direzione Lavori si dovrà servire del Laboratorio della Società. I costi delle prove saranno addebitati all'Impresa esecutrice.

Eventuali materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Per i materiali usati nelle riparazioni e nelle forniture, qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli richiesti, il progettista eseguirà una verifica della sicurezza.
Se tale verifica desse esito positivo, il materiale sarà accettato ma il suo prezzo unitario sarà decurtato del 20%, per tutte le superfici ed i volumi su cui si è operato e per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stato compensato.
Qualora i valori risultassero superiori al 10% richiesto o la precedente verifica abbia dato esito negativo, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla rimozione dei materiali già posti in opera e alla loro sostituzione con materiali idonei.
Per le superfici risuonanti a vuoto sulle quali non è stato possibile eliminare i difetti, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla rimozione dei materiali già posti in opera e alla loro sostituzione con materiali idonei.
Inoltre i giunti dovranno presentare buona regolarità, basso livello di produzione di rumore al passaggio dei veicoli e perfetta impermeabilità.
Il giunto sarà considerato impermeabile se entro due anni dalla sua posa in opera, durante la pioggia e/o dopo alcune ore dall'ultima precipitazione atmosferica, non si vedranno scolature di acqua per un'estensione fino al 10% della sua lunghezza. Nel caso di scolature per un'estensione superiore a detto valore, ma inferiore al 15% della sua lunghezza, sarà applicata una penale del 15% del prezzo pagato per tutte le lavorazioni e forniture necessarie alla sua costruzione.
In caso di scolature per un'estensione superiore al 15%, il giunto dovrà essere ripristinato dall'Impresa a sua cura e spese.
La regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici in corrispondenza dei giunti di dilatazione degli impalcati da ponte dovrà rispondere al seguente requisito:

- indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione inferiore a 5,0 mm.

Le misure del profilo longitudinale interessano almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere eseguite in un periodo compreso tra il 15º e 180º giorno dell'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN. Tali misure dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm e i valori dell'indice IRI saranno calcolati a partire da tale profilo con un "passo" di 5 m.
Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale dei giunti di dilatazione si farà riferimento ai valori dell'indice IRI nel cui intervallo di calcolo (L= 5 m) si trova ad essere posizionato almeno un giunto; qualora tale parametro non soddisfi le condizioni richieste, il giunto di dilatazione, ricadente nel relativo intervallo di calcolo sarà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva del giunto anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.
Il valore della soglia di non accettabilità è:
IRI = 7 mm/m
Qualora il valore di IRI, come definito in precedenza, sia maggiore o uguale al valore ritenuto accettabile sopra specificato, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa per tutta la sua larghezza ed al rifacimento del giunto di dilatazione; il nuovo giunto sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo ed agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

PROVA DI VERIFICA DELLA STABILITÀ ALLO STOCCAGGIO A CALDO DI UN BITUME MODIFICATO
- SCOPO DELLA PROVA

Questo metodo di prova serve a valutare la stabilità di un bitume modificato allo stoccaggio a caldo e si effettua mediante la determinazione della differenza fra il punto di rammollimento P.A. del terzo superiore e quello del terzo inferiore di un provino cilindrico del bitume in esame, dopo averlo mantenuto per tre giorni alla temperatura massima di stoccaggio.

- APPARECCHIATURA DI PROVA
  - tubetti cilindrici di circa 3 cm di diametro e 16 cm di altezza, di alluminio sottile, pieghevole non verniciato.
  - stufa con regolazione termostatica fino a T=200 °C, con precisione di ± 1 °C.
  - freezer.
  - apparecchiatura per la determinazione del punto di rammollimento del bitume (CNR BU n.35/1973).

- PROCEDIMENTO

Dopo aver chiuso un tubetto ad un'estremità stringendola e ripiegandola più volte per un totale di circa 3 cm in modo da ottenere un fondo piatto, si versa 75 g circa del bitume riscaldato alla temperatura minima di colabilità, evitando inclusioni di aria e si lascia raffreddare completamente; la parte superiore del tubetto viene allora stretta e piegata ripetutamente in maniera tale che in esso non rimanga praticamente più aria.

Il tubetto preparato viene sistemato verticalmente nella stufa e mantenuto per 3 d alla temperatura massima di stoccaggio, corrispondente a quella massima di impiego e tipica per il bitume modificato in esame; al termine, si toglie il tubetto dalla stufa e, dopo raffreddamento a temperatura ambiente, lo si raffredda ulteriormente in freezer in modo che il provino di bitume possa essere separato dall'involucro di alluminio.

Si taglia quindi il provino cilindrico di bitume perpendicolarmente al suo asse in tre parti di uguale altezza e si scarta quella centrale; sulle parti inferiori e superiori si determina separatamente il punto di rammollimento P.A. con l'approssimazione della prima cifra decimale.

- ESPRESSIONE DEI RISULTATI

La stabilità allo stoccaggio a caldo è espressa dalla differenza fra i punti di rammollimento delle due parti estreme del provino.

- VALUTAZIONE DEI RISULTATI

Il bitume in esame si considera stabile allo stoccaggio a caldo se la succitata differenza non supera i 3 °C. Qualora non sia rispettato tale limite, il materiale è da ritenersi non idoneo all'uso e pertanto deve essere sostituito a cura e spese dell'Impresa.

Art. 22 - Dispositivi per lo smaltimento dell'acqua dagli impalcati

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche dagli impalcati delle opere d'arte deve essere tale da evitare ristagni sulla sede stradale; deve drenare le acque di pavimentazione ed allontanarle dall'opera senza percolazioni e/o stillicidi sulle strutture sottostanti.

Esso consiste essenzialmente in una rete di pluviali ubicati secondo le previsioni di progetto, in relazione alla geometria plano altimetrica degli impalcati.

I pluviali avranno il diametro e l'interasse indicato in progetto, distribuiti sulle campate in modo da evitare che vengano a cadere sulla mezzeria.

Ciascun pluviale è composto da:

- bocchettone in lastra di piombo di prima fusione, per il collegamento all'impalcato, sigillato con malta di resina epossidica;
- griglia di scarico in acciaio zincato a caldo, posta a protezione del pluviale a quota tale da poter captare le acque meteoriche provenienti dalla pavimentazione;
- tubazione, per il convogliamento delle acque.

Il bocchettone, di dimensioni e spessore indicati in progetto, al quale è affidata la funzione di raccolta ed evacuazione delle acque scorrenti sull'impalcato, deve assicurare anche lo scarico delle acque di drenaggio e di emungimento dagli strati di conglomerato bituminoso.
Dovrà essere costituito da una parte tubolare eduttiva saldata in pezzo unico ad una piastra direttamente poggiata in un incavo predisposto sull'estradosso della soletta, regolarmente stuccata con stucchi epossidici, al di sopra della quale è distesa la impermeabilizzazione e successivamente la pavimentazione stradale.
La parte tubolare eduttiva dovrà sporgere dall'intradosso della soletta di almeno 15 cm e ad essa dovrà essere infilato ed incollato un tubo verticale in PVC tipo 302 pesante, secondo Norme UNI 7443/85, di dimensioni e spessori indicati in progetto, discendente in ogni caso almeno per 30 cm al di sotto del bordo inferiore delle travi longitudinali, sempre facendo in modo che non si abbia stillicidio su eventuali strutture sottostanti (pulvini, pile, ecc.).
Detti tubi saranno collegati all'opera con collari e zanche di acciaio inossidabile AISI 304; il tubo non dovrà scorrere entro il collare; ciò si otterrà con guarnizione in neoprene o altri accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori.
Quando previsto in progetto, la tubazione in PVC potrà essere sostituita con tubazione in acciaio inox AISI 304, oppure in ghisa centrifugata e ricotta, di tipo leggero, che sarà catramata a caldo sia internamente che esternamente e raccordata con giunti a bicchiere con relativi pezzi speciali.
Nel caso di attraversamento di zone urbane ed in tutti quei casi in cui le acque di eduzione o di percolamento possano produrre danni e inconvenienti, è prescritto che la tubazione di cui sopra, in qualunque materiale sia realizzata, debba essere proseguita fino a terra ed eventualmente immessa in un sistema fognante e debba essere fornita di giunti di tenuta a freddo con anello in gomma stabilizzata.
La griglia di scarico avrà dimensioni come indicate in progetto e sarà conforme alle norme UNI - EN 124.
Nelle strutture a cassone devono praticarsi dei fori di evacuazione di eventuali acque di infiltrazione nei punti di possibile accumulo verso i quali devono essere indirizzate le pendenze interne delle strutture.
Si devono dotare tali fori di tubi di evacuazione in PVC pesante del diametro di 3÷5 cm fissati al conglomerato cementizio con stucchi epossidici ed eventualmente collegati ai tubi principali di discesa ove presenti.
Allo stesso modo dovranno essere trattati gli scarichi dei dispositivi di drenaggio dei giunti se la distanza dai tubi di discesa non eccede il metro e mezzo.
Nel caso di opere di notevoli dimensioni trasversali, in zone di particolare piovosità e comunque in tutti quei casi che presentino condizioni di incertezza, dovrà essere previsto in progetto uno specifico calcolo idraulico basato sulla curva di primo caso critico, per decidere l'interasse dei pluviali e diametro dei bocchettoni e dei tubi di convogliamento.

Art. 23 - Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata

23.1 - Generalità

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi aventi struttura portante in lamiera di acciaio ondulata, con onda normale alla generatrice, a piastre multiple o ad elementi incastrati.
L'acciaio delle lamiere sarà acciaio al carbonio conforme alle UNI EN 10025.
L'acciaio della lamiera ondulata dovrà avere uno spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI; dovrà essere di tipo Fe 430 ed avere un carico unitario di rottura non minore di 430 MPa; sarà protetto su entrambe le facce da zincatura applicata a caldo, dopo l'avvenuto taglio e piegature dell'elemento, in quantità non inferiore a 305 g/m^2 per faccia.
La geometria delle ondulazioni sarà conforme alle AASHO M167 e AASHO M36.
L'Impresa per ogni singolo manufatto dovrà richiedere al prefabbricatore, secondo quanto stabilito dall'art. 9 della legge 05/11/71 n. 1086, la seguente certificazione e documentazione:

- una certificazione del produttore attestante la qualità dell'acciaio e la quantità di zinco applicata su ciascuna faccia;
- il progetto esecutivo dell'opera, adattato alla situazione effettiva del luogo, con le caratteristiche geometriche, lo spessore delle lamiere, le modalità ed i particolari di montaggio;
- una relazione di calcolo con la verifica della stabilità statica della struttura in funzione delle dimensioni, delle specifiche condizioni di carico nonché dei carichi accidentali.

La Direzione Lavori, dopo che il Progettista ha preso visione dei documenti di cui sopra e verificato la previsione di utilizzazione del manufatto prefabbricato e il suo organico inserimento nel progetto, autorizzerà l'Impresa ad eseguire i lavori.
Verranno utilizzati bulloni ad alta resistenza aventi caratteristiche meccaniche conformi alla norma UNI EN 20898.
Per i bulloni le associazioni dadi-viti sarà conforme alla CNR UNI 10011.
Le associazioni tra bulloni ed ondulazioni della lamiera saranno conformi alle indicazioni del produttore.
Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi si dovrà procedere alla loro protezione mediante rivestimento con mastice bituminoso asfaltico fibrorinforzato del peso minimo di 1,5 Kg/m^2 applicato a spruzzo o a pennello, oppure mediante rivestimento di bitume ossidato applicato per immersione a caldo sempre in ragione di 1,5 Kg/m^2.
Tassativamente si prescrive che lo scarico e la movimentazione delle lamiere in cantiere dovrà essere fatta con idonee cautele per non danneggiare il rivestimento, tanto di zinco quanto bituminoso.

23.2 - Preparazione del letto di posa

La condotta metallica dovrà essere posata su un letto uniforme, omogeneo, stabile e resistente, evitando fondi rigidi con asperità; in ogni caso si sconsiglia la posa della struttura direttamente sopra un fondo roccioso o una piattaforma di conglomerato cementizio.
Il letto di posa sarà sagomato come il profilo del fondo della condotta per permettere un mutuo accoppiamento perfetto.
Nel caso di terreno a debole portanza si dovrà eseguire una bonifica del piano di posa asportando il materiale per la profondità necessaria; si dovrà poi riempire lo scavo con materiale da rilevato compattandolo convenientemente.
In presenza invece di un fondo roccioso si dovrà interporre tra la struttura ed il fondo un materiale granulare compatto di 30 cm di spessore.
In ogni caso si interporrà tra condotta e fondo uno strato di sabbia monogranulare asciutta e pulita dello spessore di 10 cm.

Tale strato non sarà compattato per permettere una perfetta aderenza tra condotta e fondo e dovrà essere esteso in larghezza fino all'attacco delle piastre d'angolo con il fondo.

23.3 - Montaggio dei manufatti

23.3.1 - Tombini ad elementi incastrati o imbullonati

Il tombino sarà costituito da due mezze sezioni di lamiera di acciaio cilindriche ondulate e curvate del diametro prescritto; in sede di montaggio le sovrapposizioni radiali dovranno essere sfalsate in modo tale che ogni elemento superiore si innesti a metà circa dei due elementi inferiori corrispondenti; nella fornitura di ogni tombino dovranno pertanto essere compresi due mezzi elementi superiori per ottenere la sfalsatura suddetta.

Gli opposti elementi, superiore ed inferiore saranno legati fra loro mediante appositi ganci in acciaio zincato.

Nelle strutture del tipo ad elementi imbullonati le piastre in lamiera di acciaio zincato saranno collegate mediante bulloni ad alta resistenza.

Per bulloni e dadi dovrà essere prevista una zincatura elettrolitica con bicromatazione di 0,025 mm.

Le forme dei manufatti da realizzarsi mediante le piastre possono essere circolari e ribassate; le parti terminali dei manufatti dovranno essere tagliate obliquamente per adattarsi alle scarpate del rilevato stradale.

23.3.2 - Condotte portanti a piastre multiple

Ogni piastra dovrà essere contraddistinta con il corrispondente numero di progetto per permettere l'assemblaggio in opera della condotta.

La giunzione delle piastre costituenti la struttura dovrà essere realizzata mediante l'impiego di bulloni ad alta resistenza che dovranno essere serrati con una coppia dinamometrica compresa tra 220÷300 N•m.

Per bulloni e dadi si dovrà prevedere una zincatura elettrolitica con bicromatazione di 0,025 mm.

Il montaggio si esegue inserendo un limitato numero di bulloni aventi il fine di tenere assemblate le piastre nella loro giusta posizione; è opportuno che i bulloni siano lasciati lenti per permettere alle piastre quei piccoli spostamenti che consentono loro eventuali assestamenti.

Terminato il montaggio di tutta la struttura, con l'inserimento quindi anche dei bulloni mancanti, si procederà a stringere i bulloni con le modalità sopra riportate.

Le forme dei manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno: circolari, ribassate, policentriche per sottopassi, ad arco.

Le parti terminali dei manufatti dovranno essere tagliate obliquamente per adattarsi alle scarpate del rilevato stradale.

23.4 - Costipamento laterale e riempimento

Il materiale di rinfianco della condotta, sabbia fine lavata, dovrà essere eventualmente inumidito per facilitare la sua penetrazione sotto i quarti inferiori delle strutture circolari o sotto le piastre angolari di base nelle sezioni ribassate o policentriche.

Dovrà essere posato e compattato a strati orizzontali di spessore non superiore a 30 cm, disposti in modo che il livello di interramento risulti simmetrico sui due lati del manufatto.

La compattazione di ogni strato dovrà essere pari al 90% della densità massima AASHTO MOD..

Nel corso della fase di costipamento in vicinanza della condotta si dovranno utilizzare preferibilmente pestelli pneumatici per evitare di arrecare danni alla condotta stessa. In ogni caso si consiglia di utilizzare con prudenza mezzi meccanici pesanti.
Il rilevato realizzato e costipato intorno alla struttura dovrà estendersi per almeno tre volte il diametro o la luce della condotta e il terreno impiegato per tale rilevato sarà normalmente costituito dal materiale adottato per la realizzazione dello stesso corpo stradale.
Si dovrà inoltre evitare il passaggio dei mezzi di cantiere sulla condotta senza un adeguato ricoprimento della struttura che assicuri un'idonea ripartizione del carico al fine di non generare nel manufatto sollecitazioni superiori a quelle previste dal calcolo.

23.5 - Controllo dei requisiti di accettazione

La Direzione Lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione degli elementi componenti i manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate.
Si procederà al collaudo tecnologico per l'accettazione della fornitura dei materiali prelevando, al momento dell'arrivo in cantiere, a cura e a spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, alla presenza di un rappresentante dell'Impresa stessa, alcuni elementi componenti la fornitura.
Di tale operazione sarà redatto apposito verbale firmato dalle parti.
La frequenza dei prelievi sarà di un elemento per ogni partita di 10 t di materiale e, comunque, non meno di uno per ogni singolo manufatto.
Le prove chimiche e meccaniche sugli elementi prelevati, da eseguire a cura e a spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, presso un laboratorio Ufficiale, dovranno accertare la qualità e la resistenza a rottura dell'acciaio, nonché lo spessore dell'elemento e quello del rivestimento di zinco su entrambe le facce (vedi norma UNI 5742-66).
La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera di ciascuna partita soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e avrà constatato la rispondenza dei risultati con le caratteristiche sopra descritte.
In caso di esito negativo la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.
I pesi dei manufatti tubolari in lamiera ondulata, in rapporto allo spessore dei vari tipi impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite preventivamente da ogni fabbricante, con una tolleranza di ±4%.
Sarà, inoltre, verificato il peso effettivo risultante da apposito verbale di pesatura eseguito in contraddittorio e qualora il peso effettivo sia inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura.

Art. 24 - Misto granulare non legato per fondazione

24.1 - Descrizione

La fondazione in oggetto è costituita da una miscela di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tale miscela (trattenuta al setaccio UNI EN2 mm) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.
La fondazione potrà essere formata da materiale d'apporto idoneo pronto all'impiego oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione.

Lo spessore della fondazione deve essere conforme agli elaborati di progetto.

24.2 - Caratteristiche dei materiali da impiegare

Gli inerti impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242.

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, risponderà alle caratteristiche seguenti:

a) L'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 63 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
b) Granulometria (norma UNI EN 933-1) compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Serie UNI EN 933-1	Passante totale in peso %
setaccio 63	100
setaccio 40	95-100
setaccio 31,5	75-100
setaccio 16	53-80
setaccio 8	36-66
setaccio 6,3	31-61
setaccio 2	16-39
setaccio 0,5	8-23
setaccio 0,063	3-10

c) Rapporto tra il passante al setaccio UNI EN 0,063 mm ed il passante al setaccio UNI EN 0,5 mm inferiore a 2/3.
d) Perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso.
e) Equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio UNI EN 2mm: compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo di scuotimento meccanico). Tale controllo deve anche essere eseguito sul materiale prelevato dopo costipamento.
   Il limite superiore dell'equivalente in sabbia "65" potrà essere modificato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35 la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso d'elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza C.B.R. di cui al successivo comma.
f) Indice di portanza C.B.R. (UNI EN 13286-47/2006) dopo quattro giorni d'imbibizione in acqua, eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm, non minore di 50.
   È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di ±2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso d'elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a, b, d, e, salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

24.3 - Studio preliminare

Le caratteristiche suddette devono essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di Laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente l'Impresa deve indicare, per iscritto, le fonti d'approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che sarà impiegata.
La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio dell'esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.
I requisiti d'accettazione saranno inoltre accertati con controlli della Direzione Lavori sia in cava, sia preliminarmente sia in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo avere effettuato il costipamento.
Il materiale, qualora la Direzione Lavori ne accerti la non corrispondenza anche ad una sola delle caratteristiche richieste, non potrà essere impiegato nella lavorazione e se la stessa Direzione Lavori riterrà, a suo giudizio, che non possa essere reso idoneo mediante opportuni correttivi da effettuare a cura e spese dell'Impresa, dovrà essere allontanato dal cantiere.

24.4 - Modalità esecutive

Il piano di posa dello strato deve avere le quote, la sagoma, i requisiti di compattezza ed essere ripulito da materiale estraneo.
Il materiale sarà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta d'acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.
A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso d'umidità o danni dovuti al gelo lo strato compromesso deve essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.
Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura saranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, accertate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).
Il costipamento d'ogni strato deve 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 0,18. Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso d'elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta sarà corretta in base alla formula:

$$dr = \frac{di \; (100 - x)}{100 - Pc \cdot x \; di}$$

dr = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in Laboratorio
di = densità della miscela intera
Pc = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm
x = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso d'elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso

nella stessa formula, al termine x, deve essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al setaccio ISO 3310 di apertura 20 mm).
Il valore del modulo di deformazione Md, accertato secondo le modalità previste dalle Norme, nell'intervallo compreso fra 1,5 e 2,5 daN/cm², non deve essere inferiore a 1.000 daN/cm².
Il modulo elastico dinamico reale calcolato tramite il programma "PASTREV" della Società dai valori rilevati in opera con prove dinamiche tipo F.W.D. effettuate sullo strato di fondazione, sarà il riferimento prestazionale. La media dei valori di modulo in daN/cm² ricavata da misure effettuate ogni 100 m e riferite a tratti omogenei del lavoro di almeno 400 metri di lunghezza deve risultare superiore a 1.850 daN/cm².
Per valori inferiori, al misto si effettuerà una detrazione del 10% sul prezzo dello strato e del pacchetto di strati ad esso sovrapposti.
La superficie finita non deve scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato per mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore deve essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

Art. 25 - Pavimentazioni in conglomerato bituminoso

25.1 - Conglomerati bituminosi a caldo tradizionali

I conglomerati bituminosi a caldo tradizionali sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, a granulometria chiusa o semiaperta, bitume tradizionale semisolido o bitume modificato tipo "soft", additivi ed eventuale conglomerato riciclato.

25.1.1 – Materiali costituenti e loro qualificazione

Legante

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido o bitume modificato tipo "soft" ed eventualmente da quello proveniente dal conglomerato riciclato additivato con ACF (attivanti chimici funzionali).
I bitumi tradizionali sono composti organici costituiti sostanzialmente da miscele di idrocarburi, completamente solubili in solfuro di carbonio e dotati di capacità legante; i bitumi modificati sono composti costituiti da bitumi compatibili in cui sono dispersi polimeri.
A seconda della temperatura media della zona di impiego ed alla intensità del traffico d'esercizio, il bitume deve essere del tipo 50/70, normale o modificato con polimeri, con le caratteristiche indicate nella tabella 25.1.1.

TABELLA 25.1.1

Bitume			*Tradizionale*	*Modificato*
Parametro	*Normativa*	*unità di misura*	*tipo* 50/70	*tipo* 50/70 soft
Penetrazione a 25°C	EN1426, CNR24/71	dmm	50-70	50-70
Punto di rammollimento	EN1427, CNR35/73	°C	46-56	≥ 60
Indice di penetrazione	UNI 4443		da - 1,5 a 0	da 0 a +2,0
Punto di rottura (Fraass)	EN 12593-CNR43/74	°C	≤ - 8	≤ -12
Solubilità in Tricloroetilene	CNR48/75	%	≥ 99	-
Viscosità dinamica a 160°C, γ =10s^{-1}	PrEN 13072-2	Pa•s	≤ 0,3	≤ 0,4

Esame microscopico in fluorescenza	Pr EN	-	-	foto
Ritorno elastico a 25°C, 50 mm/min	EN 13398	%	-	≥ 75
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C Variazione del punto di Rammollimento	EN13399	°C	-	≤ 5
Valori dopo RTFOT	EN12607-1			
Volatilità	CNR54/77	%	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	EN1426, CNR24/71	%	≥ 50	≥ 60
Incremento del punto di Rammollimento	EN1427, CNR35/73	°C	≤ 9	≤ 5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero LL.PP ed accettato dalla Direzione Lavori.

Additivi

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli **attivanti d'adesione**, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nelle tabelle 25.1.4, 25.1.8, 25.1.9. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica – ASTM D2327-74).

Aggregati

Gli aggregati lapidei, di primo impiego o di riciclo, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi preconfezionati a caldo. Gli aggregati di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5), degli aggregati fini e del filler, che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione.

L'**aggregato grosso** deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati[1], 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 25.1.2.

Tabella 25.1.2 Aggregato grosso

[1] Un granulo si intende frantumato quando presenta meno del 20% di superficie arrotondata.

Trattenuto al crivello UNI n. 5					
Requisiti di accettabilità			Strato pavimentazione		
Parametro	*Normativa*	*Unità di misura*	Base	Binder	Usura
Los Angeles (∗)	CNR 34/73	*%*	≤ 30	≤ 22	≤ 18
Micro Deval umida (∗)	CNR 109/85	*%*	≤ 25	≤ 20	≤ 15
Quantità di frantumato	-	*%*	≤ 50	≥ 90	100
Dimensione max	CNR 23/71	*mm*	40	25	20
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	*%*	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Spogliamento	CNR 138/92	*%*	≤ 5	≤ 5	0
Passante allo 0,075	CNR 75/80	*%*	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Indice appiattimento	CNR 95/84	*%*		≤ 25	≤ 20
Porosità	CNR 65/78	*%*		≤ 1,5	≤ 1,5
CLA	CNR 140/92	*%*			≥ 42
(∗) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.					

L'**aggregato fino** deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione.
A seconda del tipo di strada, gli aggregati fini per conglomerati bituminosi preconfezionati a caldo tradizionali devono possedere le caratteristiche riassunte nella tabella 25.1.3.

Tabella 25.1.3 Aggregato fino

Passante al crivello UNI n. 5					
Requisiti di accettabilità			Strato pavimentazione		
Parametro	*Normativa*	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	*%*	≥ 50	≥ 60	≥ 80
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	*%*	N.P.	N.P.	N.P.
Limite liquido	CNR-UNI 10014	*%*	≤ 25	N.D.	N.D.
Passante allo 0,075	CNR 75/80	*%*	≤ 10	≤ 5	≤ 5
Quantità di frantumato	CNR 109/85	*%*	≥ 50	≥ 60	≥ 80

Per aggregati fini utilizzati negli strati di usura il trattenuto al setaccio UNI 2 mm non deve superare il 10 % qualora gli stessi provengano da rocce aventi un valore di CLA ≤ 42.

Il **filler**, frazione passante al setaccio UNI 0,075 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali deve soddisfare i requisiti indicati in tabella 25.1.4.

Tabella 25.1.4 Filler

Requisiti di accettabilità			Strato pavimentazione
Parametro	*Normativa*	Unità di misura	Base Binder Usura
Spogliamento	CNR 138/92	%	≤ 5
Passante allo 0,18	CNR 23/71	%	100
Passante allo 0,075	CNR 75/80	%	≥ 80

Indice Plasticità	CNR-UNI 10014		N.P.
Vuoti Ridgen	CNR 123/88	%	30-45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	CNR 122/88	ΔPA	≥ 5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero LL.PP. e accettato dalla stazione appaltante.

In merito alla **direttiva 89/106/CEE e s.m.i.** ed al **D.M. 11/04/2007** dal 4 Maggio 2007 **è obbligatoria la Marcatura CE** per materiali […] per l'impiego […] nella costruzione di strade, secondo la norma **UNI EN 13043**.

Conglomerato con riciclato

Per conglomerato con riciclato deve intendersi il conglomerato bituminoso contenente materiale proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo).

Le percentuali in massa di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti di seguito specificati:

- conglomerato per strato di base : ≤ 30%
- conglomerato per strato di collegamento : ≤ 20%
- conglomerato per tappeto di usura : ≤ 10%

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura, per il tappeto materiale provenienti esclusivamente da questo strato.

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori della stazione appaltante prima dell'inizio dei lavori.

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) possono essere impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare e devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella tabella 25.1.5

Tabella 25.1.5

ACF - Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	*Normativa*	*Unità di misura*	*Valore*
Densità a 25/25°C	ASTM D - 1298	g/cm^3	0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D - 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D - 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5-2,5
Contenuto di acqua	ASTM D - 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D - 3228	% in peso	0,8 - 1,0

Gli attivanti chimici funzionali dovranno essere dosati in modo da rigenerare la quantità di conglomerato bituminoso riciclato (fresato) e le caratteristiche del bitume invecchiato in esso contenuto. L'effetto ACF e la congruità della quantità di conglomerato bituminoso da riciclare verranno controllati mediante prove di penetrazione (CNR 24/71 – EN 1426) e di punto di rottura Fraass (CNR 43/74 – EN 12593) sul legante bituminoso estratto dai campioni di conglomerato bituminoso prelevati durante la posa in opera, i cui valori dovranno ottemperare ai requisiti di accettabilità riportati nella tabella 25.1.6 e misurati entro 3 mesi dalla data del prelievo.

Tabella 25.1.6

Leganti bituminosi 50/70 (estratti con Metodo Abson – CNR 133)			Pavimentazione		
Requisiti di accettabilità	*Normativa*	*unità di misura*	*Base*	*Binder*	*Tappeto*
Penetrazione a 25°C	EN1426, CNR24/71	dmm	≥ 25	≥ 30	≥ 35
Punto di rottura (Fraass)	CNR43 /74 – EN 12593	°C	≥ 6	≥ 7	≥ 8

Miscele

La miscela degli aggregati con e senza fresato, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in tabella 7. In base alla norma **UNI EN 13108 -1** ed all'**allegato ZA** è richiesta, dal 01 Marzo 2008, la Marcatura CE delle miscele di conglomerato bituminoso a caldo.

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita alla massa degli aggregati, deve essere compresa orientativamente nei limiti indicati nella stessa tabella 25.1.7.

Tabella 25.1.7

Serie crivelli e setacci UNI		*Base*	*Binder*	*Usura*		
				A	*B*	*C*
Crivello	40	100	-	-	-	-
Crivello	30	80 – 100	-	-	-	-
Crivello	25	70 – 95	100	100	-	-
Crivello	15	45 – 70	65 - 85	90 – 100	100	-
Crivello	10	35 – 60	55 – 75	70 – 90	70 – 90	100
Crivello	5	25 – 50	35 – 55	40 – 55	40 – 60	45 – 65
Setaccio	2	20 – 35	25 – 38	25 – 38	25 – 38	28 – 45
Setaccio	0,4	6 – 20	10 – 20	11 – 20	11 – 20	13 – 25
Setaccio	0.18	4 – 14	5 – 15	8 – 15	8 – 15	8 – 15
Setaccio	0,075	4 – 8	4 - 8	6 - 10	6 - 10	6 – 10
% di bitume		4,0 ÷ 5,5	4,5 ÷ 6,0	5,2 ÷ 6,2	5,5 ÷ 6, 5	5,7 ÷ 6,7

Per i tappeti di usura il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 5 cm, il fuso B per spessori di 3 – 5 cm, il fuso C per spessori inferiori a 3 cm.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico (EN 12697) o con il tradizionale metodo Marshall (B.U. del C.N.R. n°30)

Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura sono riportate in tabella 25.1.8 ed in tabella 25.1.9.

Tabella 25.1.8

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		
Diametro del provino	mm	150		
Requisiti di accettabilità				
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 ÷ 14	10 ÷ 14	10 ÷ 14
Vuoti a 100 rotazioni	%	3 ÷ 5	3 ÷ 5	4 ÷ 6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2	> 2	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (∗)	N/mm^2			0,6÷0,9
Coefficiente di trazione indiretta[2] a 25 °C (∗)	N/mm^2			>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25
(∗) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria				

Tabella 25.1.9

METODO MARSHALL	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	*Unità di misura*	*Base*	*Binder*	*Usura*
Costipamento	75 colpi x faccia			
Requisiti di accettabilità				
Stabilità Marshall	kN	> 8	> 10	> 12
Rigidezza Marshall	kN/mm	2,5 ÷ 6,5	3 ÷ 6,5	3,5 ÷ 5,5
Vuoti residui	%	4 ÷ 8	4 ÷ 7	3 ÷ 6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua a 20°C	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm^2			0,7÷ 1
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm^2			> 70

25.1.2 – Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a presentare alla Stazione Appaltante e, di conseguenza, alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione: l'ubicazione dell'impianto, la qualifica degli inerti e degli altri materiali, la composizione delle miscele che intende

[2] Coefficiente di trazione indiretta
CTI = π/2 DRt/Dc
dove
D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino
Dc = deformazione a rottura
Rt = resistenza a trazione indiretta

adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.
Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenervisi rigorosamente.
Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di ± 6% per lo strato di base e di ± 4% per gli strati di binder ed usura; sono ammessi scostamenti dell'aggregato fino (passante al crivello UNI n°5) contenuti in ± 3%; scostamenti del passante al setaccio UNI 0,075 mm contenuti in ± 2%.
Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di ± 0,3.
Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate alla stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.
È facoltà della Direzione Lavori richiedere un campione di conglomerato bituminoso (Base, Binder o Tappeto), quindici giorni prima dell'inizio dei lavori, in modo da affidare ad un laboratorio di suo gradimento il controllo delle miscele proposte e la conformità alle prescrizioni del capitolato.

25.1.3 – Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.
La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, in relazione anche alle condizioni di contenuto d'acqua dei materiali nei cumuli, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea ri-classificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata e documentata. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.
Ogni impianto deve 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.
La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere 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 devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei pre-dosatori eseguita con la massima cura.
L'umidità del conglomerato da riciclare prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 6%.
Il tempo di miscelazione deve essere infatti stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti (fresato più aggregati lapidei) con il legante.
L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,3% in massa.
La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 200°C e quella del legante tra 150°C e 180°C, in rapporto al tipo di bitume impiegato (Bitume 50/70 normale o modificato "soft").
Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati, i cui certificati di taratura dovranno essere presentati su richiesta alla D. L. .

25.1.4 – Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per **mano di ancoraggio** si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica, le cui caratteristiche sono riportate in tabella 25.1.10 , applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m^2.

Tabella 25.1.10

Requisiti di accettabilità	*Normativa*	*Unità di misura*	*Cationica 55%*
Polarità	CNR 99/84		positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	45±2
Contenuto di bitume+flussante	CNR 100/84	%	55±2
Flussante (%)	CNR 100/84	%	1-6
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	2-6
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71-EN 1426	dmm	180-200
Punto di rammollimento	CNR 35/73-EN1427	°C	30±5

Per **mano d'attacco** si intende una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo), applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia.

Le caratteristiche ed il dosaggio del materiale da impiegare variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di nuove costruzioni, il materiale da impiegare è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica (al 60 % oppure al 65 % di legante), le cui caratteristiche sono riportate in tabella 25.1.11, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m^2.

Tabella 25.1.11

Requisiti di accettabilità	*Normativa*	*Unità di misura*	*Cationica 60%*	*Cationica 65%*
Polarità	CNR 99/84		Positiva	positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	40±2	35±2
Contenuto di bitume + flussante	CNR 100/84	%	60±2	65±2
Flussante (%)	CNR 100/84	%	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 8	< 8
Residuo bituminoso				
Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71-EN 1426	dmm	< 100	< 100
Punto di rammollimento	CNR 35/73-EN1427	°C	> 40	> 40

Qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente è suggerito, l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in tabella 25.1.12, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m^2.

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.

Tabella 25.1.12

Requisiti di accettabilità	*Normativa*	*Unità di misura*	*Modificata 70%*
Polarità	CNR 99/84		Positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	30±1
Contenuto di bitume+flussante	CNR 100/84	%	70±1
Flussante (%)	CNR 100/84	%	0
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	> 20
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71-EN 1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	CNR 35/73-EN1427	°C	> 65

Nel caso di stesa di conglomerato bituminoso 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 rispettivamente nella tabella 25.1.11e nella tabella 25.1.12.

Ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati ed a produrre campioni dei prodotti che intende utilizzare per un controllo presso un Laboratorio di gradimento della Stazione Appaltante.

25.1.5 – Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza, dotate di automatismi di autolivellamento e di dispositivo di controllo della temperatura al banco.

Le vibrofinitrici devono 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 deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve 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.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera 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 trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140°C per i conglomerati impastati con bitume 50/70 normale e non inferiore a 160°C con conglomerati impastati con bitumi modificati "soft".

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

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 condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati del peso di 16 ÷ 30 t.

Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Per lo strato di usura può essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15 t unitamente al rullo gommato.

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 deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa

precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Nel caso di stesa in doppio strato essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 kg/m^2 di bitume residuo.
La miscela bituminosa del binder e del tappeto 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.

25.1.6 - Campo prove

È facoltà della Direzione Lavori richiedere, prima dell'inizio dei ogni lavorazione, la predisposizione di un **campo prove** affinché le parti possano verificare la qualità dei materiali prodotti e della loro posa e resa in opera.
Il campo prove deve essere ultimato almeno 15 giorni prima dell'effettivo inizio di ogni lavorazione, in modo da consentire ai tecnici dell'Impresa, alla Direzione Lavori ed ai Laboratori di cantiere e a quello di riferimento della Stazione Appaltante, i controlli di idoneità rispetto alle prescrizioni del Capitolato.
L'Impresa dovrà eseguire il campo prove in un area esterna all'area di progetto che dovrà essere accuratamente predisposta in modo da consentire la più completa attinenza alle reali condizioni operative.
Al termine dei controlli, se positivi, l'impresa potrà procedere con i lavori nell'area di progetto ed i dati raccolti e opportunamente sintetizzati in una relazione tecnica rilasciata dai laboratori, saranno utilizzati come riferimento per i controlli qualità in corso d'opera.

25.1.7 – Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.
L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella 25.1.14 .
Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dalla Stazione Appaltante, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Controlli su campioni rimaneggiati

Sul conglomerato bituminoso prelevato dalla vibrofinitrice (campione rimaneggiato) si valutano le caratteristiche meccaniche definite mediante opportuni parametri. I valori di tali grandezze sono determinati su provini confezionati in laboratorio e dovranno soddisfare i requisiti riportati nelle tabelle 25.1.7, 25.1.8 e 25.1.9.
Lo spessore dello strato e/o degli strati viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.
Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,0% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.
Per carenze superiori al 25% dello spessore di progetto si impone la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Controlli in situ

I controlli in situ verranno attuati mediante l'esecuzione di carotaggi continui con carotieri D = 150 mm, effettuati prelevando due campioni per ogni postazione; una carota destinata alla determinazione in

laboratorio del contenuto di bitume (B.U. CNR 38/73) e della massa volumica degli inerti (B.U. CNR 63/78) dello strato e/o degli strati, ed una carota destinata alla determinazione della massa volumica apparente dello strato e/o degli strati (B.U. CNR 40/73), per poter misurare in laboratorio la porosità o percentuale dei vuoti dei conglomerati bituminosi in opera (B.U. CNR 39/73).
Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura sono riportate in tabella 25.1.13.

Tabella 25.1.13

Requisiti di accettabilità	*Base*	*Binder*	*Usura*		
			A	*B*	*C*
Porosità (%vuoti residui)	≤ 9	≤ 8	≤ 7	≤ 7	≤ 7
% di bitume	4,0 – 5,5	4,5 – 6,0	5,2 – 6,2	5,5 – 6,5	5,7 – 6,7

Per il tappeto di usura il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92) deve risultare superiore o uguale a 0,60. In alternativa si può determinare la resistenza di attrito radente con lo Skid Tester (CNR 105/85) che deve fornire valori di BPN (British Portable Number) maggiori o uguali a 60.
L'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia CNR 94/83, o mediante apparecchiature a rilievo continuo[5], deve essere superiore o uguale a 0,4 mm.
La verifica della regolarità del profilo longitudinale della superficie (International Roughness Index - IRI) misurata con apparecchiatura ad alto rendimento ARAN o APL dovrà risultare inferiore a 1,3 mm/m, calcolata per tutta la lunghezza della tratta pavimentata.
Le misure di CAT (o BPN), HS e IRI devono essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico, per ogni corsia. I valori misurati possono, eventualmente, essere mediati ogni 250 m per tenere conto di disomogeneità occasionali e localizzate.

Tabella 25.1.14

Controllo dei materiali e verifica prestazionale				
Strato	**Tipo di campine**	**Ubicazione prelievo**	**Requenza prove**	**Requisiti richiesti**
Base, Binder, Usura	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2.500 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 1
Base, Binder, Usura	Aggregato grosso	Impianto	Quindicinale oppure ogni 5.000 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 2
Base, Binder, Usura	Aggregato fino	Impianto	Quindicinale oppure ogni 5.000 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 3
Base, Binder,	Filler	Impianto	Quindicinale	Riferimento Tabella 4

[5] Mini texture meter (WDM - TRRL), SUMMS, ecc.

Usura			oppure ogni 5.000 m^3 di stesa	
Base, Binder, Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m^2 di stesa	% di bitume, Marshall completo o pressa giratoria
Base, Binder, Usura	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Base, Binder, Usura	Carote x densità in sito	Pavimentazione	Ogni 500 m di fascia di stesa	Vuoti residui
Usura	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia di stesa	CAT ≥ 0,60(media su 50m) BPN ≥ 60 (ogni 100 m.)
Usura	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia di stesa	HS ≥ 0,4 mm (media su 50 m)
Usura	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia di stesa	IRI ≤ 1,3 mm/m

25.1.8 – Penalità

Nel caso in cui i lavori previsti dal presente Capitolato, allegato ai singoli progetti esecutivi e contratti d'Appalto non vengano eseguiti in ottemperanza ai requisiti di accettabilità richiesti, la Direzione Lavori effettuerà **detrazioni** sull'importo relativo alle quantità contestate in funzione della minore quantità o peggiore qualità relative ai materiali impiegati ed alla posa in opera.

Nei casi più gravi imporrà all'Impresa la **rimozione** ed il **rifacimento integrale** del componente strutturale della pavimentazione contestata senza oneri aggiuntivi per la Stazione Appaltante. Le penalità inerenti le deficienze riscontrate nell'esecuzione lavori e le relative sanzioni pecuniarie sono state, per eventuali valori eccedenti il campo di accettabilità dei materiali e dei conglomerati bituminosi per ogni strato, così articolate:

- Percentuale di bitume: per ogni 0,1% in massa, riferito alla massa dell'impasto bituminoso, in meno o in più rispetto ai valori prescritti, verrà applicata una detrazione pari all' 1% del prezzo di Elenco Prezzi.
- Percentuale dei vuoti: il rispetto dei requisiti di accettabilità previsti per le percentuali dei vuoti residui degli strati di base bitumata (tout venant), di collegamento (binder) e di usura saranno particolarmente controllati dalla Direzione Lavori per le conseguenze negative sulla durevolezza della pavimentazione dovute a componenti strutturali bituminosi troppo porosi:
  - per i valori dei vuoti residui in opera, misurati mediante carotaggio e determinazione in laboratorio (B.U. del C.N.R. n°39) negli **strati di base** saranno applicate le seguenti detrazioni sul prezzo di Elenco Prezzi:

    1% per percentuali comprese tra 9,1 e 10,0 %
    5% per percentuali comprese tra 10,1 e 11,0 %
    10% per percentuali comprese tra 11,1 e 12,0 %
    15% per percentuali comprese tra 12,1 e 13,0 %
    25% per percentuali comprese tra 13,1 e 14,0 %

Rimozione gratuita e nuova posa in opera dello strato di pavimentazione con oltre il 14% di vuoti residui.

- Per gli **strati di binder** saranno applicate le seguenti detrazioni sul prezzo di Elenco Prezzi:
  1% per percentuali comprese tra 8,1 e 9,0 %
  5% per percentuali comprese tra 9,1 e 10,0 %
  10% per percentuali comprese tra 10,1 e 11,0 %
  15% per percentuali comprese tra 11,1 e 12,0 %
  25% per percentuali comprese tra 12,1 e 13,0 %
  Rimozione gratuita e nuova posa in opera dello strato di pavimentazione con oltre il 13% di vuoti residui.
- Per gli **strati di tappeto** saranno applicate le seguenti detrazioni sul prezzo di Elenco Prezzi:
  2% per percentuali comprese tra 7,1 e 8,0 %
  5% per percentuali comprese tra 8,1 e 9,0 %
  10% per percentuali comprese tra 9,1 e 10,0 %
  15% per percentuali comprese tra 10,1 e 11,0 %
  30 % per percentuali comprese tra 11,1 e 12,0 %
  Rimozione gratuita e nuova posa in opera dello strato di pavimentazione con oltre il 12% di vuoti residui.

Penalità derivanti dall'impiego, per la preparazione degli impasti, di materiale ricavato dalla fresatura di vecchie pavimentazioni bituminose o per eccessivo riscaldamento del bitume in fase di confezione all'impianto di preconfezionamento a caldo.
Per valutare un indurimento anomalo del legante bituminoso si ricorrerà alla determinazione della penetrazione (CNR 24/71) sui bitumi estratti, in conformità al B.U. del CNR n°133, da conglomerati bituminosi per strati di base, binder e usura. Considerando i due tipi di bitume indicati nella tabella 3.1 del presente Capitolato, vengono definiti valori accettabili delle penetrazioni determinate su bitumi estratti con il metodo Abson sui campioni di conglomerato bituminoso prelevati durante la posa in opera (certificati entro 3 mesi), che dovranno risultare corrispondenti ai valori riportati nella tabella 3.6.

Pertanto:

- Per ogni decimo di mm del valore della penetrazione, riscontrata sul bitume estratto, inferiore ai requisiti di accettabilità riportati nella tabella 3.6, verrà operata una **detrazione** pari allo 0,5% del prezzo riportato nell'Elenco Prezzi per il materiale contestato.

Aderenza e sicurezza

Per tener conto di quanto prescritto dall'art.10 e Allegato "C" della convenzione ATIVA/ANAS in ordine al coefficiente di Qualità, l'Impresa, che ha l'obbligo di garantire la sicurezza agli utenti del nuovo piano viabile, dovrà assicurare il raggiungimento dei valori di soglia per la rugosità (CAT, BPN e HS) e per la regolarità (IRI) della superficie delle pavimentazioni entro tre mesi dall'apertura al traffico del nuovo manto di usura.
Pertanto:

- se il valore del CAT (o BPN) risulta inferiore a 0,60 (60) ma superiore a 0,50 (50) verrà applicata una **detrazione** pari al 20% del prezzo dell'Elenco Prezzi;

- se il valore risulta inferiore a 0,50 (50) ma superiore a 0, 40 (40) verrà applicata una **detrazione** pari al 50% del prezzo dell'Elenco Prezzi;
- se il valore risulta inferiore a 0,40 (40) l'Impresa procederà gratuitamente all'**asportazione** completa, mediante fresatura, dello strato di usura, ed alla formazione di un nuovo strato che ottemperi alle prescrizioni riportate nel presente Capitolato.

E se:

- il valore dell'IRI risulta superiore a 1,3 ma inferiore a 2,0 verrà applicata una detrazione pari al 10% del prezzo dell'Elenco Prezzi;
- il valore dell'IRI risulta superiore a 2,0 ma inferiore a 2,5 verrà applicata una detrazione pari al 20% del prezzo dell'Elenco Prezzi;
- il valore dell'IRI risulta superiore a 2,5 l'Impresa procederà gratuitamente all'asportazione completa, mediante fresatura, dello strato di usura, ed alla formazione di un nuovo strato che ottemperi alle prescrizioni riportate nel presente Capitolato.

Art. 25.2 - Conglomerati Bituminosi a granulometria aperta (drenanti), semi aperta (grenu), discontinua (splittmastix) per tappeti di usura

Nel presente articolo sono trattati i conglomerati bituminosi a caldo cosiddetti di nuova generazione impiegati per la realizzazione di manti di usura speciali.

Si tratta di conglomerati che, grazie alle particolari caratteristiche granulometriche e alla elevatà qualità dei materiali costituenti, consentono di pervenire a prestazioni di livello superiore in termini di durabilità, stabilità e sicurezza.

In questo capitolo vengono trattati i tappeti drenanti a granulometria aperta, i tappeti a granulometria semiaperta (grenu) e i tappeti a granulometria discontinua che in Europa vengono contraddistinti dal termine tedesco "splittmastix". Per tutti questi manti, ed in particolare per i drenanti, l'elevato contributo fornito alla sicurezza suggerisce una progressiva maggiore applicazione sia nel caso di pavimentazioni di nuove strade, sia nel rifacimento del manto di usura di pavimentazioni esistenti.

I tappeti di **usura drenanti** sono manti dotati di elevata rugosità superficiale, drenanti e fonoassorbenti, in grado di fornire una buona aderenza anche in caso di pioggia e di abbattere il rumore di rotolamento.

I **grenu semiaperti** a caldo sono manti di spessore ridotto, caratterizzati da una elevata rugosità superficiale, parzialmente drenanti e fonoassorbenti.

Gli **splittmastix** sono conglomerati chiusi, ad alto contenuto di pietrischetti, graniglie e di legante, in grado di fornire rugosità superficiale, stabilità, resistenza alle deformazioni e all'ormaiamento.

25.2.1 – Materiali costituenti e loro qualificazione

Bitume

I bitumi modificati sono bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Per i **conglomerati bituminosi drenanti** il bitume deve essere del tipo B con le caratteristiche indicate nella tabella 25.2.1.1.

Per i **grenu semiaperti** a caldo, a seconda del tipo di strada, del traffico e della temperatura media della zona di impiego, il bitume deve essere del tipo A oppure del tipo B con le caratteristiche indicate nella tabella 25.2.1.

Per gli **splittmastix**, a seconda del tipo di strada, del traffico e della temperatura media della zona di impiego, il bitume deve essere del tipo del tipo A o del tipo B con le caratteristiche indicate nella tabella 25.2.1.

Tabella 25.2.1

Bitume			*Modificato*	
Parametro	*Normativa*	*unità di misura*	*A soft*	*B hard*
Penetrazione a 25°C	EN1426, CNR24/71	dmm	50-70	50/70
Punto di rammollimento	EN1427, CNR35/73	°C	≥ 60	≥ 65
Indice di penetrazione	UNI 4443		da 0 a +2	da +2 a +5
Punto di rottura (Fraass)	EN 12593-CNR43/74	°C	≤ -12	≤ -15
Viscosità dinamica a 160°C, γ =10s^{-1}	PrEN 13072-2	Pa•s	≤ 0,4	≤ 0,6
Esame microscopico in fluorescenza	Pr EN	-	foto	foto
Ritorno elastico a 25°C, 50 mm/min	EN 13398	%	≥ 75	≥ 75
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C Variazione del punto di Rammollimento	EN13399	°C	≤ 5	≤ 0,5
Valori dopo RTFOT	EN12607-1			
Volatilità	CNR54/77	%	≤ 0,8	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	EN1426, CNR24/71	%	≥ 60	≥ 60
Incremento del punto di Rammollimento	EN1427, CNR35/73	°C	≤ 5	≤ 5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal Produttore e controllata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero LL.PP. che sia accettato dalla Direzione Lavori.

Additivi

Gli additivi sono prodotti che, aggiunti agli aggregati o ai leganti bituminosi, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli **attivanti d'adesione**, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nelle tabelle 25.2.1.2, 25.2.1.6, 25.2.1.7. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica – ASTM D2327-74).

Le **fibre stabilizzanti**, costituite da microfibrette di cellulosa oppure di vetro, acriliche, ecc., nelle miscele ricche di graniglia e povere di sabbia hanno una funzione stabilizzante del mastice (filler+bitume) evitandone la separazione dallo scheletro litico.
L'Impresa deve, qualora la Stazione Appaltante e la Direzione Lavori richiedano l'utilizzo di fibre stabilizzanti, dichiarare la tipologia delle fibre che intende impiegare e sottoporre relativa scheda tecnica, comprovante le prestazioni e la funzionalità del prodotto, per gli indispensabili controlli.

Aggregati
Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati per manti di usura speciali.
Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n°5), degli aggregati fini (passanti al crivello UNI n°5) e del filler che può essere in parte naturale, proveniente dalla frazione fina, o di additivazione con prodotti commerciali.

L'**aggregato grosso** deve essere costituito da pietrischetti e graniglie ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee o da litotipi naturali d'origine alluvionale o fluviale frantumati[1]. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella 25.2.2.

Tabella 25.2.2 - **AGGREGATO GROSSO**

Trattenuto al crivello UNI n. 5			
Requisiti di accettabilità			
Parametro	*Normativa*	*Unità di misura*	*Valore*
Los Angeles	CNR 34/73	*%*	≤ 20
Micro Deval umida	CNR 109/85	*%*	≤ 15
Quantità di frantumato	-	*%*	100
Dimensione max	CNR 23/71	*mm*	20
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	*%*	≤ 30
Spogliamento	CNR 138/92	*%*	0
Passante allo 0,075	CNR 75/80	*%*	≤ 1
Indice appiattimento	CNR 95/84	*%*	≤ 20
Porosità	CNR 65/78	*%*	≤ 1,5
Coefficiente di Levigatezza Accelerata (CLA)	CNR 140/92	*%*	≥ 42

L'**aggregato fino** deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella tabella 25.2.3.
Il trattenuto al setaccio 2 mm deve provenire da rocce aventi un valore di CLA ≥ 42.

Tabella 25.2.3 **- AGGREGATO FINO**

[1] Un granulo si intende frantumato quando presenta meno del 10% di superficie arrotondata.

Passante al crivello UNI n. 5			
Requisiti di accettabilità			
Parametro	*Normativa*	*Unità di misura*	*Valore*
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	*%*	≥ 80
Passante allo 0,075	CNR 75/80	*%*	≤ 5
Quantità di frantumato	CNR 109/85	*%*	100

Il **filler,** frazione passante al setaccio 0,075 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi di usura speciali deve soddisfare i requisiti indicati nella tabella 25.2.4.

Tabella 25.2.4 - **FILLER**

Requisiti di accettabilità			
Parametro	*Normativa*	*Unità di misura*	*Valore*
Spogliamento	CNR 138/92	%	≤ 5
Passante allo 0,18	CNR 23/71	%	100
Passante allo 0,075	CNR 75/80	%	≥ 80
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014		N.P.
Vuoti Ridgen	CNR 123/88	%	30-45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	CNR 122/88	ΔPA	≥ 5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero LL.PP. e accettato dalla Direzione Lavori.
In merito alla **direttiva 89/106/CEE e s.m.i.** ed al **D.M. 11/04/2007** dal 4 Maggio 2007 **è obbligatoria la Marcatura CE** per materiali […] per l'impiego […] nella costruzione di strade, secondo la norma **UNI EN 13043**.

Miscele

Le miscele degli aggregati da adottarsi per i conglomerati bituminosi a granulometria aperta (Drenanti) devono avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in tabella 25.2.5.1.
La miscela deve essere additivata, mediante idonee apparecchiature, con fibre stabilizzanti preferibilmente cellulosa in quantità comprese tra lo 0,25% e lo 0,40% rispetto alla massa degli aggregati + filler.
La percentuale di legante bituminoso, riferita alla massa degli aggregati + filler, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella 25.2.5.1**.** In base alla norma **UNI EN 13108 -7** ed all'**allegato ZA** è richiesta, dal 01 Marzo 2008, la Marcatura CE delle miscele di conglomerato bituminoso ad elevato tenore di vuoti

Tabella 25.2.5.1

Serie crivelli e setacci UNI		Tappeto Usura Drenante		
		A	B	C
Crivello	20	100	100	100
Crivello	15	80 – 100	90 – 100	100
Crivello	10	15 – 35	35 – 50	85 – 100
Crivello	5	5 – 20	10 –25	5 – 20
Setaccio	2	0 – 12	0 – 12	0 – 12
Setaccio	0,4	0 – 10	0 – 10	0 – 10
Setaccio	0,18	0 – 8	0 – 8	0 – 8
Setaccio	0,075	0 – 6	0 – 6	0 – 6
% di bitume		4,5 ÷ 6,0		
Drenabilità		Ottima	Elevata	Buona

Il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 5 cm, il fuso B per spessori di 3 – 5 cm e il fuso C per microtappeti con spessore inferiore a 3 cm.

La quantità di bitume modificato deve essere determinata mediante lo studio di formulazioni con metodo volumetrico (EN 12697) o, in alternativa, con il tradizionale metodo Marshall (B.U. del C.N.R. n°30)

Le caratteristiche richieste per i conglomerati bituminosi drenanti sono riportate nella tabella 25.2.6.1 e nella tabella 25.2.7.1.

Tabella 25.2.6.1

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	*Unità di misura*	*Valori*
Angolo di rotazione		1,25° ± 0,02
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni	%	≥ 25
Vuoti a 100 rotazioni	%	≥ 22
Vuoti a 180 rotazioni	%	≥ 18
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (∗)	N/mm^2	0,15 – 0,25
Coefficiente di trazione indiretta[2] a 25 °C (∗)	N/mm^2	> 10
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25

[2] Coefficiente di trazione indiretta
CTI = π/2 DRt/Dc
dove
D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino
Dc = deformazione a rottura
Rt = resistenza a trazione indiretta

(*) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria

Tabella 25.2.7.1

METODO MARSHALL		
Condizioni di prova	*Unità di misura*	*Valori*
Costipamento	50 colpi x faccia	
Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	KN	> 6
Rigidezza Marshall	KN/mm	> 2,5
Vuoti residui	%	> 18
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	> 25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm^2	0,35 – 0,55
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm^2	> 30

Le masse volumiche e le percentuali di vuoti residui devono essere determinate considerando il volume geometrico dei provini.
Le miscele degli aggregati da adottarsi per i conglomerati bituminosi a **granulometria semiaperta (Grenu)** devono avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in tabella 25.2.5.2.
La percentuale di legante bituminoso, riferita alla massa degli aggregati + filler, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella 25.2.5.2.

Tabella 25.2.5.2

Serie crivelli e setacci UNI		%Passanti
Crivello	15	100
Crivello	10	90 -100
Crivello	5	20 -30
Setaccio	2	15 -25
Setaccio	0,4	8 -16
Setaccio	0.18	6 -12
Setaccio	0.075	5 -10
Percentuale di bitume		5,0 – 6,0

La quantità di bitume modificato deve essere determinata mediante lo studio di formulazioni con metodo volumetrico (pressa giratoria) o, in alternativa, con il tradizionale metodo Marshall (B.U. del C.N.R. n°30)
Le caratteristiche richieste per i conglomerati bituminosi granulometria semiaperta (grenu) sono riportate nella tabella 25.2.6.2 e nella tabella 25.2.7.2.

Tabella 25.2.6.2

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	*Unità di misura*	*Valori*
Angolo di rotazione		1,25° ± 0,02

Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni	%	18 - 22
Vuoti a 50 rotazioni	%	10 - 14
Vuoti a 130 rotazioni	%	≥ 8
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (∗)	N/mm^2	0,3 - 0,5
Coefficiente di trazione indiretta[2] a 25 °C (∗)	N/mm^2	> 25
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
(∗) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

Tabella 25.2.7.2

METODO MARSHALL		
Condizioni di prova	*Unità di misura*	*Valori*
Costipamento	75 colpi x faccia	
Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	KN	>10
Rigidezza Marshall	KN/mm	3,0 – 5,5
Vuoti residui (∗)	%	6 – 12
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	> 25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm^2	0,50 – 1,10
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm^2	> 45

Le masse volumiche e le percentuali di vuoti residui devono essere determinate in conformità alle norme B.U. del CNR n°39 e n°40, utilizzando la massa volumica dei granuli, della miscela di inerti, determinata in conformità alla norma B.U. del CNR n°63.

Le miscele degli aggregati da adottarsi per i conglomerati bituminosi a **granulometria discontinua (Splittmastix)** devono, considerando lo spessore dello strato, rispettare le curve limite dei fusi riportati in tabella 25.2.5.3.

La percentuale di legante bituminoso, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella 25.2.5.3. In base alla norma **UNI EN 13108 -5** ed all'**allegato ZA** è richiesta, dal 01 Marzo 2008, la Marcatura CE delle miscele di conglomerato bituminoso antisdrucciolo chiuso

Tabella 25.2.5.3

Serie crivelli e setacci UNI	Tipo 0/12	Tipo 0/8	Tipo 0/5

[2] Coefficiente di trazione indiretta
CTI = π/2 DRt/Dc
dove
D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino
Dc = deformazione a rottura
Rt = resistenza a trazione indiretta

Crivello	25	100		
Crivello	15	90 – 100	100	
Crivello	10	50 – 75	90 – 100	100
Crivello	5	25 – 45	25 – 45	90 – 100
Crivello	2	20 – 30	20 – 30	30 – 40
Setaccio	0,4	12 – 22	10 – 20	15 – 28
Setaccio	0,18	9 – 18	9 – 18	10 – 20
Setaccio	0,075	8 – 13	8 – 13	8 – 13
Percentuale di bitume		6,5 – 7,5	6,5 – 7,5	7,0 – 8,0

La miscela deve essere additivata, mediante idonee apparecchiature, con fibre stabilizzanti in quantità comprese tra lo 0,25% e lo 0,40% rispetto alla massa degli aggregati.
La quantità di bitume modificato deve essere determinata mediante lo studio di formulazioni con metodo volumetrico (EN 12697) o, in alternativa, con il tradizionale metodo Marshall (B.U. del C.N.R. n°30).
Le caratteristiche richieste per gli splittmastix sono riportate nella tabella 25.2.6.3 e nella tabella 25.2.7.3.

Tabella 25.2.6.3

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	*Unità di misura*	*Valori*
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni	%	8 – 12
Vuoti a 100 rotazioni	%	2 – 4
Vuoti a 180 rotazioni	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (∗)	N/mm^2	0,5 - 0,9
Coefficiente di trazione indiretta[2] a 25 °C (∗)	N/mm^2	> 45
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 15
(∗) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

Tabella 25.2.7.3

METODO MARSHALL		
Condizioni di prova	*Unità di misura*	*Valori*
Costipamento	75 colpi x faccia	
Risultati richiesti		

[2] Coefficiente di trazione indiretta
CTI = π/2 DRt/Dc
dove
D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino
Dc = deformazione a rottura
Rt = resistenza a trazione indiretta

Stabilità Marshall	KN	> 9
Rigidezza Marshall	KN/mm	1,5 – 3,5
Vuoti residui	%	2 – 4
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 15
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm^2	0, 60 – 1,10
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm^2	> 40

25.2.2 – Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a presentare alla Stazione Appaltante e, di conseguenza, alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni 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 accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenervisi rigorosamente.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di ± 0,3.

I controlli verranno effettuati dall'esame delle miscele prelevate all'impianto e alla stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto, per queste ultime, della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

È facoltà della Direzione Lavori richiedere un campione di conglomerato bituminoso, quindici giorni prima dell'inizio dei lavori, in modo da affidare ad un laboratorio di suo gradimento il controllo delle miscele proposte e la conformità alle prescrizioni del capitolato.

25.2.3 – Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve 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. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purchè il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve 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.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere 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 devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori 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 0,3% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 200°C e quella del legante tra 160°C e 180°C, in rapporto al tipo di legante bituminoso impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati, i cui certificati di taratura dovranno essere presentati su richiesta alla D. L. .

25.2.4 - Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione del tappeto **Drenante** o del **Grenu** semiaperto a caldo è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio e l'impermeabilizzazione dello strato sottostante.

La mano d'attacco può essere realizzata con emulsione di bitume modificato, spruzzata con apposita spanditrice automatica in modo che il bitume residuo risulti pari a 1,50 Kg/m^2 per i tappeti drenanti e per i grenu semiaperti a caldo.

Per il manto di usura di tipo **Splittmastix** la mano d'attacco ha solo lo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante. Anche in questo caso può essere impiegata emulsione di bitume modificato, in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,50 Kg/m^2.

Sulla mano d'attacco impermeabilizzante per i manti drenanti e grenu, per consentire il transito dei mezzi di stesa, deve seguire immediatamente la granigliatura con aggregati di pezzatura 4/8 mm in ragione di 6/8 litri al metro quadrato.

L'emulsione per mano d'attacco deve rispondere ai requisiti riportati in tabella 25.2.8.

Tabella 25.2.8

Requisiti di accettabilità	*Normativa*	*Unità di misura*	*Modificata 70%*
Contenuto di acqua	CNR 101/84	%	30±1
Contenuto di legante	CNR 100/84	%	70±1
Contenuto di bitume	CNR 100/84	%	> 69
Contenuto flussante	CNR 100/84	%	0
Demulsività	ASTM D244		50-100
Omogeneità	ASTM D244	%	< 0,2
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	> 20
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	dmm	50-70
Punto di rammollimento	CNR 35/73	°C	> 65
Punto di rottura (Frass)	CNR43/74	°C	≤ - 15

Il piano di posa, prima di procedere alla stesa della mano d'attacco, deve risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale.

25.2.5 - Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi per tappeti di usura viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 5–10 m/min con alimentazione continua del conglomerato.

Le vibrofinitrici devono 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 deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.
Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.
Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve 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.
La sovrapposizione dei giunti longitudinali con quelli degli strati sottostanti deve essere programmata e realizzata in maniera 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 trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.

Temperatura
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 150°C con conglomerati impastati con bitumi modificati tipo *soft*, e 180°C impastati con bitumi modificati *hard*.
La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.
Il conglomerato eventualmente compromesso deve essere immediatamente rimosso e successivamente lo strato deve essere ricostruito a spese dell'Impresa.
La compattazione del conglomerato deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.
Il costipamento deve essere realizzato mediante rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15 t (10 t per i grenu semiaperti a caldo) talora affiancato da un rullo gommato di peso massimo di 16 t.
Si deve avere 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 deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

25.2.6 – Campo prove
È facoltà della Direzione Lavori richiedere, prima dell'inizio dei ogni lavorazione, la predisposizione di un campo prove affinché le parti possano verificare la qualità dei materiali prodotti e della loro posa e resa in opera.
Il campo prove deve essere ultimato almeno 15 giorni prima dell'effettivo inizio di ogni lavorazione, in modo da consentire ai tecnici dell'Impresa, alla Direzione Lavori ed ai Laboratori di cantiere e a quello di riferimento della Stazione Appaltante, i controlli di idoneità rispetto alle prescrizioni del Capitolato.
L'Impresa deve eseguire il campo prove in un area esterna all'area di progetto che deve essere accuratamente predisposta in modo da consentire la più completa attinenza alle reali condizioni operative.
Al termine dei controlli, se positivi, l'Impresa può procedere con i lavori nell'area di progetto ed i dati

raccolti e opportunamente sintetizzati in una relazione tecnica rilasciata dai laboratori, saranno utilizzati come riferimento per i controlli qualità in corso d'opera.

25.2.7 – Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi per manti di usura speciali e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella 25.2.10.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero LL.PP., l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Controlli su campioni rimaneggiati

Sul conglomerato bituminoso prelevato dalla vibrofinitrice (campione rimaneggiato) si valutano le caratteristiche meccaniche definite mediante opportuni parametri. I valori di tali grandezze sono determinati su provini confezionati in laboratorio e dovranno soddisfare i requisiti riportati nelle tabelle di riferimento riportate in precedenza.

Lo spessore dello strato viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Le stesse misure possono essere precedute da un rilevamento in continuo con apparecchiature georadar.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,0% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.

Per carenze superiori al 25% dello spessore di progetto si impone la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Controlli in situ

I controlli in situ devono essere attuati mediante l'esecuzione di carotaggi continui con carotieri D = 150 mm, effettuati prelevando due campioni per ogni postazione; una carota destinata alla determinazione in laboratorio del contenuto di bitume (B.U. CNR 38/73) e della massa volumica degli inerti (B.U. CNR 63/78) dello strato, ed una carota destinata alla determinazione della massa volumica apparente dello strato (B.U. CNR 40/73), per poter misurare in laboratorio la porosità o percentuale dei vuoti dei conglomerati bituminosi in opera (B.U. CNR 39/73), nel caso delle tipologie Grenu e Spilttmastix.

I valori delle masse volumiche delle carote non devono essere inferiori al 98% dei valori delle masse volumiche determinate con metodo Marshall, nelle formulazioni prescelte dalla D.L.

Il **Coefficiente di Aderenza Trasversale** (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92) deve risultare $\geq$0,55 per il tappeto di usura Drenante, $\geq$ 0,60 per il Grenu, $\geq$ 0,65 per lo Splittmastix. In alternativa si può determinare la resistenza di attrito radente con lo Skid Tester (CNR 105/85) che deve fornire valori di BPN (British Portable Number) $\geq$55 per il tappeto di usura Drenante, $\geq$ 60 per il Grenu, $\geq$ 65 per lo Splittmastix.

L'**altezza di sabbia** (HS), determinata secondo la metodologia CNR 94/83, o mediante apparecchiature a rilievo continuo, deve essere , $\geq$ 0,8 per il tappeto di usura drenante, $\geq$0,6 per il grenu semiaperto, $\geq$ 0,5 per lo splittmastix.

Le misure di CAT e HS devono essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, per ogni corsia, con un "passo di misura" di 10 m. I valori misurati possono, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per tenere conto di disomogeneità occasionali e localizzate.
Per quanto riguarda le misure di HS eseguite con il "mini texture meter" il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando quattro strisciate longitudinali, distanziate in senso traversale di 50 cm, preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote.
Qualora il valore medio di CAT o HS, per ciascuna tratta omogenea (tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale") o per ciascuna tratta da 50 m (misure di HS con "mini texture meter"), sia inferiore ai valori prescritti, il manto di usura speciale (di qualsiasi tipo) viene penalizzato del 15% del suo costo.
La **verifica della regolarità del profilo longitudinale della superficie** (International Roughness Index - IRI) misurata con apparecchiatura ad alto rendimento ARAN o APL dovrà risultare inferiore a 1,3 mm/m, calcolata per tutta la lunghezza della tratta pavimentata.
Le misure di CAT (o BPN), HS e IRI devono essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico, per ogni corsia. I valori misurati possono, eventualmente, essere mediati ogni 250 m per tenere conto di disomogeneità occasionali e localizzate.

Permeabilità

La capacità drenante media, per il tappeto di usura drenante, eseguita in sito ogni 250 m sfalsando di volta in volta la corsia e misurata con permeabilimetro a colonna d'acqua di mm 250 su un'area di 154 cm^2, deve essere: ≥12 dm^3/min per il fuso A, ≥ 8 dm^3/min per il fuso B e per il fuso C; per il tappeto di usura grenu: ≥ 5 dm^3/min .
Le misure possono essere fatta anche con apparecchi ad alto rendimento; in tal caso i valori devono essere riportati a quelli rilevati con il permeabilimetro.
Se non si raggiunge il valore di capacità drenante previsto viene applicata una riduzione del 10% (diecipercento) del prezzo, comprensivo della mano d'attacco.

Fono-assorbenza

Per per il tappeto di usura drenante viene inoltre determinata la fono-assorbenza applicando il metodo ad onde stazionarie con l'attrezzatura standard definita "tubo di Kündt" su carote prelevate dopo il 15 giorno della stesa del conglomerato.
Il coefficiente di fono-assorbenza (α) in condizioni di incidenza normale deve risultare:

Tabella 25.2.9

Frequenza (Hz)	Coefficiente di fono-assorbenza (α)
630	$\alpha \geq 0,03$
800	$\alpha \geq 0,20$
1000	$\alpha \geq 0,35$
1600	$\alpha \geq 0,20$
2000	$\alpha \geq 0,20$

Il controllo può essere fatto anche mediante rilievi effettuati in sito con il metodo dell'impulso riflesso3, eseguiti sempre dopo il 15 giorno dalla stesa del conglomerato.
Per ogni valore di α non raggiunto viene applicata una penale del 2% (duepercento).

Tabella 25.2.10

Controllo dei materiali e verifica prestazionale				
STRATO	**TIPO DI CAMPIONE**	**UBICAZIONE PRELIEVO**	**FREQUENZA PROVE**	**REQUISITI RICHIESTI**
Drenante Grenu Splittmastix	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 36.2.1
Drenante Microtappeto Splittmastix	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 36.2.2
Drenante Grenu Splittmastix	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 36.2.3
Drenante Grenu Splittmastix	Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 36.2.4
Drenante Grenu Splittmastix	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m^2 di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Drenante Grenu Splittmastix	Carote per misurazione spessori	Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Drenante Grenu Splittmastix	Carote per densità in sito	Pavimentazione	Ogni 500 m di fascia di stesa	98% del valore risultante dallo studio della miscela
Drenante	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	CAT ≥ 0,55(media su 50 m) BPN ≥ 55 (ogni 50 m)
Grenu	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	CAT ≥ 0,60 (media su 50 m) BPN ≥ 60 (ogni 50 m)
Splittmastix	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	CAT ≥ 0,65(media su 50m) BPN ≥ 65 (ogni 50 m)
Drenante	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	HS ≥ 8 mm (media su 50 m)
Grenu	Pavimentazione	Pavimentazio	Ogni 10 m di fascia	HS ≥ 6 mm (media su 50

[3] veicolo RIMA o equivalenti

		ne	stesa	m)
Splittmastix	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia di stesa	HS ≥ 5 mm (media su 50 m)
Drenante	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di fascia di stesa	Capacità drenante ≥ 12 dm^3/min (A) e ≥ 8 dm^3/min. (B e C)
Grenu	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di fascia di stesa	Capacità drenante ≥ 5 dm^3/min.
Drenante	Carote per fono-assorbenza	Pavimentazione	Ogni 250 m di fascia stesa	Riferimento Tabella 36.2.9

25.2.8 – Penalità

Nel caso in cui i lavori previsti dal presente Capitolato, allegato ai singoli progetti esecutivi e contratti d'Appalto non vengano eseguiti in ottemperanza ai requisiti di accettabilità richiesti, la Direzione Lavori effettuerà **detrazioni** sull'importo relativo alle quantità contestate in funzione della minore quantità o peggiore qualità relative ai materiali impiegati ed alla posa in opera.

Nei casi più gravi imporrà all'Impresa la **rimozione** ed il **rifacimento integrale** del componente strutturale della pavimentazione contestata senza oneri aggiuntivi per la Stazione Appaltante. Le penalità inerenti le deficienze riscontrate nell'esecuzione lavori e le relative sanzioni pecuniarie sono state, per eventuali valori eccedenti il campo di accettabilità dei materiali e dei conglomerati bituminosi per ogni strato, così articolate:

- Percentuale di bitume: per ogni 0,1% in massa, riferito alla massa dell'impasto bituminoso, in meno o in più rispetto ai valori prescritti, verrà applicata una detrazione pari all'1% del prezzo di Elenco Prezzi.
- Percentuale dei vuoti: il rispetto dei requisiti di accettabilità previsti per le percentuali dei vuoti residui degli strati di usura a granulometria aperta (Drenante), di usura a granulometria semiaperta (Grenu) e di usura a granulometria discontinua (Spilttmastix) saranno particolarmente controllati dalla Direzione Lavori per le conseguenze negative sulla durevolezza della pavimentazione dovute a componenti strutturali bituminosi troppo porosi:
  - per i valori dei vuoti residui in opera, misurati mediante carotaggio e determinazione in laboratorio (B.U. del C.N.R. n°39) negli **strati di usura drenante** saranno applicate le seguenti detrazioni sul prezzo di Elenco Prezzi:
    1% per percentuali comprese tra 17,9 e 17,0 %
    5% per percentuali comprese tra 16,9 e 16,0 %
    10% per percentuali comprese tra 15,9 e 15,0 %
    15% per percentuali comprese tra 14,9 e 14,0 %
    25% per percentuali comprese tra 13,9 e 13,0 %
    Rimozione gratuita e nuova posa in opera dello strato di pavimentazione con vuoti residui inferiori al 13% .
  - Per gli **strati di usura grenu** saranno applicate le seguenti detrazioni sul prezzo di Elenco Prezzi:
    1% per percentuali comprese tra 12,1 e 13,0 %
    5% per percentuali comprese tra 13,1 e 14,0 %
    10% per percentuali comprese tra 14,1 e 15,0 %
    5% per percentuali comprese tra 5,9 e 5,0 %
    15% per percentuali comprese tra 4,9 e 4,0 %

Rimozione gratuita e nuova posa in opera dello strato di pavimentazione con vuoti residui inferiori al 4% e superiori al 15% .

- Per gli **strati di usura splittmastix** saranno applicate le seguenti detrazioni sul prezzo di Elenco Prezzi:

  1% per percentuali comprese tra 4,1 e 5,0 %
  5% per percentuali comprese tra 5,1 e 6,0 %
  10% per percentuali comprese tra 6,1 e 7,0 %
  15% per percentuali comprese tra 7,1 e 8,0 %
  30 % per percentuali comprese tra 8,1 e 9,0 %
  Rimozione gratuita e nuova posa in opera dello strato di pavimentazione con oltre il 9% di vuoti residui.

Penalità derivanti dall'eccessivo riscaldamento del bitume in fase di confezione all'impianto di preconfezionamento a caldo.
Per valutare un indurimento anomalo del legante bituminoso si ricorrerà alla determinazione della penetrazione (CNR 24/71) sui bitumi estratti, in conformità al B.U. del CNR n°133, da conglomerati bituminosi per strati di usura tipo: drenante, grenu e splittmastix. Considerando i due tipi di bitume indicati nel paragrafo 25.2.1 del presente Capitolato, vengono definiti valori accettabili delle penetrazioni determinate su bitumi estratti con il metodo Abson sui campioni di conglomerato bituminoso prelevati durante la posa in opera (certificati entro 3 mesi), che dovranno risultare corrispondenti ai valori riportati nella tabella 25.2.1.
Pertanto:
- Per ogni decimo di mm del valore della penetrazione, riscontrata sul bitume estratto, inferiore ai requisiti di accettabilità riportati nella tabella 25.2.1, verrà operata una **detrazione** pari allo 0,5% del prezzo riportato nell'Elenco Prezzi per il materiale contestato.

Aderenza e sicurezza
Per tener conto di quanto prescritto dall'art.10 e Allegato "C" della convenzione ATIVA/ANAS in ordine al coefficiente di Qualità, l'Impresa, che ha l'obbligo di garantire la sicurezza agli utenti del nuovo piano viabile, dovrà assicurare il raggiungimento dei valori di soglia per la rugosità (CAT, BPN e HS) e per la regolarità (IRI) della superficie delle pavimentazioni entro tre mesi dall'apertura al traffico del nuovo manto di usura.
Pertanto:

- se il valore del CAT (o BPN) risulta inferiore a:
  Drenante: 0,55 (55) ma superiore a 0,50 (50)
  Grenu: 0,60(60) ma superiore a 0,50 (50)
  Splittmastix: 0,65 (65) ma superiore a 0,58 (58)
  verrà applicata una **detrazione** pari al 10% del prezzo dell'Elenco Prezzi;
- se il valore risulta inferiore a:
  Drenante: 0,50 (50) ma superiore a 0,40 (40)
  Grenu: 0,50(50) ma superiore a 0,40 (40)
  Splittmastix: 0,58 (58) ma superiore a 0,45 (45)
  verrà applicata una **detrazione** pari al 20% del prezzo dell'Elenco Prezzi;
- se il valore risulta inferiore a:

Drenante: 0,40 (40)
Grenu: 0,40(40)
Splittmastix: 0,45 (45)
l'Impresa procederà gratuitamente all'**asportazione** completa, mediante fresatura, dello strato di usura, ed alla formazione di un nuovo strato che ottemperi alle prescrizioni riportate nel presente Capitolato.

E se:

- il valore dell'IRI risulta superiore a 1,3 ma inferiore a 2,0 verrà applicata una **detrazione** pari al 10% del prezzo dell'Elenco Prezzi;
- il valore dell'IRI risulta superiore a 2,0 ma inferiore a 2,5 verrà applicata una **detrazione** pari al 20% del prezzo dell'Elenco Prezzi;
- il valore dell'IRI risulta superiore a 2,5 l'Impresa procederà gratuitamente all'**asportazione** completa, mediante fresatura, dello strato di usura, ed alla formazione di un nuovo strato che ottemperi alle prescrizioni riportate nel presente Capitolato.

Art. 25.3 - Pavimentazione drenante con malta cementizia fotocatalitica

25.3.1 – Manti stradali fotocatilitici

Le pavimentazioni fotocatalitiche antinquinanti sono utilizzate come rivestimento fluido ad intasamento di conglomerati bituminosi. Sono proposti per la riqualificazione ambientale delle sedi stradali ad alto traffico con volumi veicolari e traffici pesanti,barriere autostradali, piazzali ed aree per lo stoccaggio merci, strade di nuova costruzione e piste ciclabili in quanto svolgono un'azione antiscivolo aumentando l'aderenza dei pneumatici in frenata, conferiscono alla pavimentazione sia un'elevata stabilità strutturale d'insieme che una maggiore resistenza alle deformazioni plastiche ed infine, utilizzando le proprietà fotocatilitiche sono in grado di ridurre la dispersione delle sostanze inquinanti, prodotte dai veicoli circolanti, nell'ambiente.

25.3.2 – Caratteristiche del supporto bituminoso

La malta fotocatalitica viene applicata su una base di conglomerato bituminoso drenante, preparato apposta per questa lavorazione.
In questo capitolo viene trattato il tappeto drenante a granulometria aperta, intasato con suddette malte.

25.3.2.1 – Materiali costituenti e loro qualificazione

Bitume

I bitumi modificati sono bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.
Per il conglomerato bituminoso a granulometria aperta il bitume deve avere le caratteristiche indicate nella tabella I.

Tabella I

Bitume			*Modificato*
Parametro	*Normativa*	*unità di misura*	*hard*
Penetrazione a 25°C	EN1426, CNR24/71	dmm	50/70
Punto di rammollimento	EN1427, CNR35/73	°C	≥ 65
Indice di penetrazione	UNI 4443		da +2 a +5

Punto di rottura (Fraass)	EN 12593-CNR43/74	°C	≤ -15
Viscosità dinamica a 160°C, γ =10s^{-1}	PrEN 13072-2	Pa·s	≤ 0,6
Esame microscopico in fluorescenza	Pr EN	-	foto
Ritorno elastico a 25°C, 50 mm/min	EN 13398	%	≥ 75
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C Variazione del punto di Rammollimento	EN13399	°C	≤ 0,5
Valori dopo RTFOT	EN12607-1		
Volatilità	CNR54/77	%	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	EN1426, CNR24/71	%	≥ 60
Incremento del punto di Rammollimento	EN1427, CNR35/73	°C	≤ 5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal Produttore e controllata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero LL.PP. che sia accettato dalla Direzione Lavori.

Additivi

Gli additivi sono prodotti che, aggiunti agli aggregati o ai leganti bituminosi, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli **attivanti d'adesione**, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.
Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.
La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nelle tabelle 25.2.1.2, 25.2.1.6, 25.2.1.7. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).
L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso
La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica – ASTM D2327-74).

Le **fibre stabilizzanti**, costituite da microfibrette di cellulosa oppure di vetro, acriliche, ecc., nelle miscele ricche di graniglia e povere di sabbia hanno una funzione stabilizzante del mastice (filler+bitume) evitandone la separazione dallo scheletro litico.
L'Impresa deve, qualora la Stazione Appaltante e la Direzione Lavori richiedano l'utilizzo di fibre stabilizzanti, dichiarare la tipologia delle fibre che intende impiegare e sottoporre relativa scheda tecnica, comprovante le prestazioni e la funzionalità del prodotto, per gli indispensabili controlli.

Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati per manti di usura speciali.

Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n°5), degli aggregati fini (passanti al crivello UNI n°5) e del filler che può essere in parte naturale, proveniente dalla frazione fina, o di additivazione con prodotti commerciali.

L'**aggregato grosso** deve essere costituito da pietrischetti e graniglie ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee o da litotipi naturali d'origine alluvionale o fluviale frantumati[1]. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella II.

Tabella II - **AGGREGATO GROSSO**

Trattenuto al crivello UNI n. 5			
Requisiti di accettabilità			
Parametro	*Normativa*	*Unità di misura*	*Valore*
Los Angeles	CNR 34/73	*%*	≤ 23
Micro Deval umida	CNR 109/85	*%*	≤ 18
Quantità di frantumato	-	*%*	100
Dimensione max	CNR 23/71	*mm*	20
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	*%*	≤ 30
Spogliamento	CNR 138/92	*%*	0
Passante allo 0,075	CNR 75/80	*%*	≤ 1
Indice appiattimento	CNR 95/84	*%*	≤ 20
Porosità	CNR 65/78	*%*	≤ 1,5
Coefficiente di Levigatezza Accelerata (CLA)	CNR 140/92	*%*	≥ 42

L'**aggregato fino** deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella tabella III.
Il trattenuto al setaccio 2 mm deve provenire da rocce aventi un valore di CLA ≥ 42.

Tabella III **- AGGREGATO FINO**

Passante al crivello UNI n. 5			
Requisiti di accettabilità			
Parametro	*Normativa*	*Unità di misura*	*Valore*
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	*%*	≥ 80
Passante allo 0,075	CNR 75/80	*%*	≤ 5
Quantità di frantumato	CNR 109/85	*%*	100

Il **filler,** frazione passante al setaccio 0,075 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica,

[1] Un granulo si intende frantumato quando presenta meno del 10% di superficie arrotondata.

polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi di usura speciali deve soddisfare i requisiti indicati nella tabella IV.

Tabella IV - **FILLER**

Requisiti di accettabilità			
Parametro	*Normativa*	*Unità di misura*	*Valore*
Spogliamento	CNR 138/92	%	≤ 5
Passante allo 0,18	CNR 23/71	%	100
Passante allo 0,075	CNR 75/80	%	≥ 80
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014		N.P.
Vuoti Ridgen	CNR 123/88	%	30-45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	CNR 122/88	ΔPA	≥ 5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero LL.PP. e accettato dalla Direzione Lavori.
In merito alla **direttiva 89/106/CEE e s.m.i.** ed al **D.M. 11/04/2007** dal 4 Maggio 2007 **è obbligatoria la Marcatura CE** per materiali […] per l'impiego […] nella costruzione di strade, secondo la norma **UNI EN 13043**.

Miscele

La miscela degli aggregati da adottarsi per il conglomerato bituminoso drenante per manti stradali fotocatalitici deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in tabella V.

Tavella V

Serie crivelli e setacci UNI		Tappeto drenante
Crivello	20	100
Crivello	15	80 – 100
Crivello	10	15 – 35
Crivello	5	5 – 20
Setaccio	2	0 – 12
Setaccio	0,4	0 – 10
Setaccio	0,18	0 – 8
Setaccio	0,075	0 – 6
% di bitume		4,5 ÷ 6,0
Drenabilità		Elevata

La quantità di bitume modificato di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio di formulazioni con metodo volumetrico (EN 12697) o, in alternativa, con il tradizionale metodo Marshall (B.U. del C.N.R. n°30)
Le caratteristiche richieste per i conglomerati bituminosi drenanti sono riportate nella tabella VI e nella tabella VII.

Tabella VI

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	*Unità di misura*	*Valori*
Angolo di rotazione		1,25° ± 0,02
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	150
Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni	%	≥ 25
Vuoti a 100 rotazioni	%	≥ 22
Vuoti a 180 rotazioni	%	≥ 18
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (∗)	N/mm^2	0,15 – 0,25
Coefficiente di trazione indiretta[2] a 25 °C (∗)	N/mm^2	> 10
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
(∗) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

Tabella VII

METODO MARSHALL		
Condizioni di prova	*Unità di misura*	*Valori*
Costipamento	50 colpi x faccia	
Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	KN	> 6
Rigidezza Marshall	KN/mm	> 3,0
Vuoti residui	%	> 18 ÷ 22
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm^2	0,65÷ 1,30
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm^2	> 40

25.3.2.2 – Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a presentare alla Stazione Appaltante e, di conseguenza, alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni 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 accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenervisi rigorosamente. Nella curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 3 %, del contenuto di aggregato fino (passante al crivello UNI n°5) di ± 2 %, del passante al setaccio UNI 0,075 mm di ± 1,5 %.
Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di ± 0,3.
I controlli verranno effettuati dall'esame delle miscele prelevate all'impianto e alla stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto, per queste ultime, della quantità teorica del bitume di ancoraggio.
È facoltà della Direzione Lavori richiedere un campione di conglomerato bituminoso, quindici giorni prima dell'inizio dei lavori, in modo da affidare ad un laboratorio di suo gradimento il controllo delle miscele proposte e la conformità alle prescrizioni del capitolato.

25.3.2.3 – Confezionamento delle miscele
Il conglomerato bituminoso deve essere confezionato secondo quanto stabilito dall'articolo 25.2.3 del presente capitolato.

25.3.2.4 - Preparazione delle superfici di stesa
Prima della realizzazione del tappeto Drenante è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio e l'impermeabilizzazione dello strato sottostante.
La mano d'attacco può essere realizzata con emulsione di bitume tipo ER 50 o ER 60 spruzzata con apposita spanditrice automatica in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,50 Kg/m^2 .

25.3.2.5 - Posa in opera delle miscele
Per la posa del suddetto conglomerato bituminoso vale quanto esplicitato nell'articolo 25.2.5 del presente capitolato.

25.3.2.6 – Campo prove
Le modalità del campo prova sono elencate nell'articolo 25.2.6 del presente capitolato.

25.3.2.7 – Controlli
I controlli sono regolamentati dall'articolo 25.2.7 del presente capitolato.

25.3.3 – Caratteristiche della malta cementizia fotocatalitica e modalità di applicazione
Le pavimentazioni fotocatalitiche antinquinanti sono a base di cemento fotocatalitico con tecnologia PPS® (Proactive Photocatalytic System), inerti ultrafini ed additivi speciali secondo D.M. (Min. Amb. Tutela del Territorio) del 09.04.2004,
combinano la flessibilità dell'asfalto con l'alta resistenza del cemento. La malta è un premiscelato in polvere, composto da: cemento fotocatalitico di colore chiaro, inerti silicei di granulometria selezionata e additivi speciali.

Tale formulazione attiva proprietà fotocatalitiche che consentono l'ossidazione delle sostanze inquinanti con conseguente trasformazione in residui non nocivi, inoltre possiede una certa resistenza ai sali disgelanti e conferisce al pacchetto autostradale un alto coefficiente di aderenza.

Dati tecnici:

Aspetto:	polvere
Densità a secco:	1,4 kg/dm3
Permeabilità al vapore acqueo:	ottima
Traspirabilità:	elevata
Fattore di resistenza alla diffusione del vapore:	u = 20
Diametro massimo dell'inerte:	1.5 mm.
Rapporto dell'impasto:	100 parti con 20/30 parti di acqua
Consistenza dell'impasto:	plastica-tixotropica Ph 12,8
Conservazione in imballi originali	6 mesi - Teme l'umidità ed il gelo
Colori:	grigio cemento e cartella colori
Confezioni	sacchi da 25 kg-Big Bag
Durata dell'impasto a 20°C ed UR 60%:	60 minuti
Resa:	5 Kg/m^2 circa dipende dal tipo di superficie e di supporto
Resistenza all'umidità	Ottima
Resistenza ai sali disgelanti	Ottima
Aderenza al supporto a 28 gg a 20°C e UR 50% (misurata a strappo su calcestruzzo umido	2.5 Mpa
Punto di infiammabilità	non infiammabile
Temperatura di applicazione	superiore ai 5° C, inferiore ai 30° C

25.3.4 –Modalità di applicazione della malta cementizia

La malta cementizia fotocatalitica si applica con uno spessore di circa 4 – 5 centimetri nella pavimentazione drenante, avente vuoti intergranulari adatti per accogliere la fluidità del premiscelato. Essa risulterà intasata con uno spessore variabile dipendente dalla granulometria.

La preparazione del composto fotocatalitico prevede l'aggiunta al premiscelato in polvere di acqua a partire da 20% al 30% fino ad ottenere una fluidità adatta per una corretta penetrazione del prodotto nei vuoti. La malta ottenuta va stesa sulla superficie da trattare avendo l'accortezza di farla penetrare nel supporto di conglomerato poroso mantenendo, però, uno strato sottile sulla superficie carrabile.

25.3.5 Controlli dopo la posa in opera

Posato il prodotto fotocatalitico , si effettueranno due serie di carotaggi, finalizzati all'analisi della corretta penetrazione nei vuoti intergranulari del conglomerato bituminoso e all'analisi della consistenza della presa relativa alla maturazione del legante cementizio. Si procederà per il test di verifica con un primo prelievo di

materiale mediante carotaggio dopo il decimo giorno dall'inizio posa e il secondo prelievo sarà effettuato dopo il ventunesimo giorno dall'inizio della posa della malta fotocatalitica.
In situ si procederà all'analisi della resistenza all'attrito radente e macrorugosità superficiale mediante laboratorio riconosciuto dal ministero dei LL.PP.

Art. 26 - Drenaggi

26.1.1 - Drenaggi tradizionali

I drenaggi dovranno essere formati con pietrame o ciottolame, con misto di fiume o di cava, con sabbia lavata o con materiale proveniente dagli scavi opportunamente frantumato, vagliato e lavato, posti in opera su platea di conglomerato cementizio di tipo III con classe di resistenza $\geq$ 20/25 MPa.
Il cunicolo drenante di fondo sarà realizzato con tubi di cemento disposti a giunti aperti, con tubi perforati di acciaio zincato o con tubo corrugato e fessurato in PVC del diametro non inferiore a 180 mm.
Il pietrame e i ciottoli saranno posti in opera a mano con i necessari accorgimenti in modo da evitare successivi assestamenti, ponendo il materiale di maggiori dimensioni negli strati inferiori e quello fino negli strati superiori; si potrà intasare il drenaggio già costituito con sabbia lavata.
Il misto di fiume e la sabbia lavata da impiegare nella formazione dei drenaggi dovranno essere puliti ed esenti da materiali organici e coesivi, granulometricamente assortiti con esclusione dei materiali passanti al setaccio 0,4 della serie UNI.
La formazione e la configurazione finale dei drenaggi a tergo dei piedritti delle gallerie artificiali, saranno conformi a quanto previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori.

26.1.2 - Drenaggi a tergo di murature

Il drenaggio verticale a tergo di murature sarà realizzato con una stuoia drenante dello spessore non inferiore a 22 mm, avente anche funzione di cassero a perdere; sarà costituita da una struttura centrale tridimensionale drenante, in monofilamento di nylon resistente ai raggi U.V. ed allo schiacciamento, intrecciato e termosaldato nei punti di contatto; sarà accoppiata solidamente sulle facce ad un telo filtrante in geotessile dello spessore di 0,7 mm e ad un telo impermeabile in PVC dello spessore di 1 mm.
La stuoia di peso complessivo non inferiore a 2,4 kg/m^2 dovrà avere una capacità drenante alla pressione di 0,05 MPa non inferiore a 1,4 l/s per metro di larghezza. Il dreno sarà posto in opera in aderenza alla superficie della muratura, dovrà essere ben curata la giunzione dei teli con sormonti aventi una sovrapposizione non inferiore a 10 cm; al piede del drenaggio dovrà essere posto in opera un tubo corrugato e fessurato in PVC del diametro non inferiore a 80 mm per consentire l'allontanamento e lo scarico delle acque drenate.

26.2 - Drenaggi con filtro in geotessile non tessuto

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o sui drenaggi laterali della pavimentazione, gli stessi potranno essere realizzati con filtro laterale in geotessile non tessuto in polipropilene del peso non inferiore a 300 g/m², avente le caratteristiche indicate nelle presenti Norme.
I teli dovranno essere congiunti fra loro per sovrapposizione di almeno 30 cm e successiva graffatura.
La parte inferiore del geotessile, a contatto con il fondo del drenaggio e per una altezza di almeno 5 cm sui fianchi, dovrà essere impregnata con legante bituminoso tipo 180÷200 dato a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul geotessile) in ragione di almeno 2,0 kg/m^2.

Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera del geotessile o anche dopo la sua sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di geotessile necessaria ad una doppia sovrapposizione dello stesso sulla sommità di drenaggio (due volte la larghezza del cavo).
Il cavo così rivestito sarà riempito con materiale lapideo pulito e vagliato, trattenuto al crivello 10 mm UNI, avente pezzatura massima di 70 mm.
Il materiale dovrà riempire tutta la cavità così da fare aderire il geotessile alle pareti dello scavo.
Terminato il riempimento si sovrapporrà il geotessile fuoriuscente in sommità e su di esso sarà eseguita una copertura in terra pressata.
Quando previsto in progetto, sul fondo del drenaggio dovrà essere fornita e posta in opera una tubazione in PVC od in acciaio zincato, microfessurata, per lo smaltimento delle acque.

26.3 - Caratteristiche del materiale drenante

Il materiale drenante dovrà avere fuso granulometrico compreso fra 3÷25 mm con passante al vaglio 200 ASTM non superiore al 5%; dovrà essere lavato ed esente da materiali organici e coesivi.
Il controllo della granulometria sarà effettuato mediante analisi granulometriche predisposte a cura e spese dell'Impresa con frequenza di almeno una analisi ogni 100 m^3.

Art. 27 - Tubazioni, pozzetti, canalette, mantellate, cunette e fossi di guardia, cordonature, manufatti

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla stessa Direzione Lavori.
(Ogni partita composta di 200 elementi per tubazioni, pozzetti e cordonature; di 500 elementi per canalette, mantellate, cunette e fossi).
Le operazioni di prelievo e di prova saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.
Qualora la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.
Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

27.1 - Tubazioni

27.1.1 - Generalità

Le tubazioni per esalazioni, scariche e fognature saranno poste in opera:

a - per scarichi verticali:
incassate nelle murature o in vista ancorate alle strutture portanti mediante collari e/o staffe murate, saldate o imbullonate, compreso le opere murarie per l'apertura e chiusura di tracce, la realizzazione di eventuali fori per l'attraversamento di solai, l'inghisaggio di staffe, ecc.;

b - per scarichi sub-orizzontali:
sottopavimento: compreso le eventuali opere murarie per l'attraversamento di pareti o per incasso parziale nel solaio e per il raccordo allo scarico verticale;

interrate: la profondità di posa dei tubi dovrà essere almeno 0,80 m riferita alla generatrice superiore, se non diversamente indicata in progetto, ed in ogni caso sarà stabilita in funzione dei carichi dovuti a circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

Il tubo sarà steso su uno strato di materiale fino, di spessore non inferiore a 10 cm e sarà poi rinfiancato e ricoperto con lo stesso materiale per uno spessore non inferiore a 15 cm o rivestito in calcestruzzo, come da indicazioni di progetto.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dallo scavo stesso costipato per strati.

Le prove di tenuta dovranno essere effettuate prima della chiusura delle tracce o del rinterro.

27.1.2 - Tubi di P.V.C. rigido

La tubazione sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato, con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, del tipo 303 serie pesante secondo norme UNI 7447/87. Sarà interrata in un cavo delle dimensioni previste in progetto sul cui fondo sarà predisposto del materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto sarà rinfiancata con conglomerato cementizio, del tipo di fondazione con classe di resistenza $\geq$ 20/25 MPa.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

La Direzione Lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli, a cura e spese dell'Impresa, ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali inidonei.

I tubi in PVC, per scarichi verticali o esalazioni sono: rigido di tipo 302, secondo norme UNI 7443/85, con giunzioni a bicchiere sigillate a collante.

27.1.3 - Tubi di polietilene

Ad alta densità P.E.a.d., per pressione massima di esercizio di 0,4 MPa (PN 4), opportunamente stabilizzati per resistere all'invecchiamento, aventi caratteristiche conformi alle Norme UNI 7054, UNI 7613, UNI 7615, UNI 7616, per scarichi e fognature, compresi raccordi e pezzi speciali e gli oneri della formazione dei giunti che potranno essere saldati, incollati, a serraggio meccanico o flangiati. Tubi, raccordi e pezzi speciali dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P. (Istituto Italiano Plastici) che ne garantisce la rispondenza alle norme UNI.

L'accatastamento dei tubi in P.E.a.d. deve essere effettuato in luogo riparato dai raggi solari su superfici che non presentino irregolarità tali da provocare deformazioni dei tubi nel tempo; l'accatastamento non deve superare l'altezza di 2 m.

La profondità di posa dei tubi in P.E.a.d. dovrà essere almeno di 0,80 m riferita alla generatrice superiore ed in ogni caso sarà stabilita dalla Direzione Lavori, in funzione dei carichi dovuti alla circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

Il tubo sarà steso su uno strato di materiale fino, di spessore non inferiore a 10 cm e sarà poi rinfiancato e ricoperto con lo stesso materiale, per uno spessore non inferiore a 15 cm.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dello stesso scavo, costipato per strati.

Le prove di tenuta dovranno essere effettuate prima del rinterro.

Le giunzioni delle tubazioni in P.E.a.d. saranno eseguite secondo le modalità che seguono.

27.1.3.1 - Giunzioni per saldatura

Dovranno essere sempre eseguite da personale qualificato, con apparecchiature idonee ed in ambiente atmosferico tranquillo.

27.1.3.2 - Saldature testa a testa

Usate nelle giunzioni fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo quando quest'ultimo è predisposto in tal senso.
Prima di effettuare le operazioni inerenti alla saldatura, occorrerà fare in modo che tutte le generatrici del tubo siano alla medesima temperatura.
Per una perfetta saldatura il P.E.a.d. richiede:

- temperatura superficiale del termoelemento 473 K ± 10 K;
- tempo di riscaldamento variabile in relazione allo spessore;
- pressione in fase di riscaldamento, riferita alla superficie da saldare tale da assicurare il continuo contatto delle testate sulla piastra.

27.1.3.3 - Giunzioni elettrosaldabili

Eseguite riscaldando elettricamente il bicchiere in P.E.a.d. nel quale è incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario per portare alla fusione il polietilene; tali giunzioni sono consigliabili quando si devono unire due estremità di tubo che non possano essere rimosse dalla loro posizione.

27.1.3.4 - Giunzioni mediante serraggio meccanico

Possono essere utilizzate mediante i seguenti sistemi:

- **Giunti metallici**.
  Esistono diversi tipi di giunti metallici a compressione i quali non effettuano il graffaggio del tubo sull'esterno (es. giunti GIBAULT) e quindi necessitano di una boccola interna.
  Nel caso che il graffaggio sia effettuato sull'esterno del tubo non è indispensabile tale boccola.
- **Raccordi di materia plastica**.
  Sono usati vari tipi di raccordi a compressione di materia plastica, nei quali la giunzione è effettuata con l'uso di un sistema di graffaggio sull'esterno del tubo.

27.1.3.5 - Giunzioni per flangiatura

Per la flangiatura di spezzoni di tubazione o di pezzi speciali si usano flange scorrevoli infilate su collari saldabili in P.E.a.d..
I collari, data la resistenza che devono esercitare, saranno prefabbricati dal fornitore dei tubi e saranno applicati (dopo l'infilaggio della flangia) mediante saldatura di testa.
Le flange saranno quindi collegate con bulloni o tiranti in acciaio inox di lunghezza appropriata.
A collegamento avvenuto flange e bulloni saranno convenientemente protetti contro la corrosione.

27.1.3.6 - Collegamento fra tubi in P.E.a.d. e tubazioni di altro materiale

Il collegamento fra tubi in P.E.a.d. in pressione e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale (grès, acciaio zincato, cemento, ecc.) avviene generalmente o con una giunzione mediante serraggio meccanico a mezzo flange o con collari a saldare predisposti su tubo.
In questi casi, data la diversità di caratteristiche fra le tubazioni, il collegamento avverrà entro pozzetto di ispezione.

Nella realizzazione delle giunzioni dovrà essere garantita la perfetta tenuta non solo al momento della posa, ma anche con le massime sollecitazioni ipotizzabili (assestamenti, variazioni termiche, passaggio d'automezzi pesanti ecc.).

27.1.3.7 - Tubi in polietilene flessibili, in rotoli od in barre per il passaggio di cavi in genere

Dovranno essere corrugati all'esterno e lisci all'interno, provvisti di sondino tirafilo metallico; i diametri saranno quelli previsti in progetto.

Le caratteristiche tecniche degli elementi in rotolo, dovranno essere le seguenti:

- resistenza all'urto con temperatura fino a 248 K: NFC 68-171;
- resistenza alla foratura con temperatura fino a 258 K: NFC 68-171;
- resistenza allo schiacciamento inferiore al 10% del diametro per 750 N di carico esercitato per dieci minuti: NFC 68-171;
- la flessibilità dovrà consentire l'esecuzione di curve con raggio pari a 15 volte il diametro del tubo.

I tubi saranno provvisti di manicotti di giunzione di appropriato diametro.

Gli elementi in barre, oltre ad avere le caratteristiche della tubazione in rotoli, dovranno rispettare le seguenti ulteriori caratteristiche:

- in assenza di giunto:
  - . resistenza alla sconnessione superiore a 50 N: NFC 68-171;
- in presenza di giunto a tenuta stagna:
  - . resistenza alla pressione interna $\geq$ 5 MPa: NFC 68-171;
  - . resistenza alla sconnessione $\geq$ 100 N: NFC 68-171.

Gli elementi di giunzione saranno a bicchiere, suriniettati, traslucidi ed al fine di garantire la tenuta stagna del giunto, saranno dotati di guarnizione.

Le tubazioni, sia in barre che in rotoli, prima del ripristino del materiale scavato, saranno coperte da uno strato di protezione in conglomerato cementizio di tipo III avente classe di resistenza $\geq$ 25 MPa per uno spessore minimo di 10 cm.

Per il passaggio dei cavi dell'energia elettrica e/o telefonia, il tubo dovrà inoltre rispondere alle normative CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4, di colore blu (RAL 5002).

27.1.4 - Tubi in c.a.v.

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- Classe di resistenza $\geq$ 20/25 MPa;
- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
- sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento.

Dovranno essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfiancati; il conglomerato per la platea ed i rinfianchi sarà del tipo di fondazione avente classe di resistenza $\geq$ 20/25 MPa.

Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 Kg/m³ di cemento.

27.2 - Pozzetti, chiusini, griglie

27.2.1 - Pozzetti prefabbricati in c.a.v.

Il pozzetto prefabbricato in cemento armato vibrato ben stagionato, avente classe di resistenza ≥ 20/30 MPa, armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati, spessore delle pareti non inferiore a 6,5 cm, sarà posto in opera previa esecuzione di scavo in materia di qualsiasi natura e consistenza, su di una platea dello spessore di 15 cm in conglomerato cementizio avente classe di resistenza ≥ 15/20 MPa, completo di collegamento con le tubazioni in entrata ed uscita, della sifonatura con setto trasversale, degli anelli aggiuntivi per raggiungere le quote indicate in progetto e del chiusino battentato con caratteristiche come riportate successivamente.

27.2.2 - Pozzetti in muratura

Il pozzetto sarà eseguito con pareti in muratura di mattoni pieni a due teste previa esecuzione dello scavo in materie di qualsiasi natura e consistenza, della platea di fondo dello spessore di 15 cm in conglomerato cementizio avente classe di resistenza ≥ 15/20 MPa, completo di cordolo di coronamento dell'altezza di 12 cm in cemento armato avente classe di resistenza ≥ 25/30 MPa e dell'intonacatura interna con malta di cemento lisciata.

27.2.3 - Chiusini e griglie

Completi di telaio, a chiusura battentata, saranno posti in opera su pozzetti e/o canalette o ancorati agli stessi.

Possono essere in:

- calcestruzzo avente classe di resistenza ≥ 25/30 MPa, armato con rete elettrosaldata di diametro e maglia adeguati; il telaio, nello stesso materiale, sarà allettato con malta cementizia;
- ghisa, di tipo carrabile; il telaio, nello stesso materiale, sarà ancorato al cordolo di sommità;
- manufatti in ferro profilato e/o lamiera in ferro striata, zincati a caldo o sabbiati e verniciati a tre mani con ciclo "D".

Saranno conformi alle norme UNI - EN 124 (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature).

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni sono indicate negli elaborati di progetto.

27.3 - Canalette

- **ad embrici**

  Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente classe di resistenza ≥ 20/25 MPa, in elementi di 50/40x50x20 cm e spessore 5 cm, secondo i disegni tipo di progetto.

  Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.

  Prima della posa in opera l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

  L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro 24 mm e lunghezza non inferiore a 80 cm, infissi nel terreno per almeno 60 cm, in modo che sporgano almeno 20 cm. Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle.

In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato. La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

- **per scambi di carreggiata**

Canaletta carrabile per la raccolta delle acque superficiali in corrispondenza degli scambi di carreggiata in curva, di sezione interna 20x35 cm, realizzata in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato avente classe di resistenza $\geq$ 25/30 MPa, con fondo, pareti e copertura dello spessore di 10 cm; la copertura munita di feritoie longitudinali di larghezza 5 cm; il tutto come da disegno di progetto.

Si procederà preliminarmente alla demolizione della sovrastruttura, allo scavo, alla realizzazione della platea di fondazione in conglomerato cementizio di tipo III avente classe di resistenza $\geq$ 20/25 MPa e spessore di 10 cm, alla sigillatura dei giunti con malta reoplastica premiscelata antiritiro.

La copertura dovrà essere conforme a quanto riportato precedentemente.

27.4 - Rivestimento per cunette e fossi di guardia

- **in elementi prefabbricati in c.a.v.**

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente classe di resistenza $\geq$ 25/30 MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo Fe B 38k, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a 3,00 Kg/m².

Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale od a L, secondo i disegni tipo di progetto; lo spessore dovrà essere non inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza pialla; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m³ di cemento.

Posti in opera su letto di materiale arido perfettamente livellato e costipato avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

- **in conglomerato cementizio, gettato in opera**

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio di tipo II con classe di resistenza $\geq$ 25/30 MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, la formazione di giunti.

- **in muratura di pietrame**

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 kg/m^3 di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti.

Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

27.5 - Cordonature

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente classe di resistenza $\geq$ 25/30 MPa, in elementi di lunghezza 1,00 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto.

Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite.

Saranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente classe di resistenza $\geq$ 20/25 MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 Kg/m³ di cemento che sarà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura.

27.6 - Varo di manufatto scatolare

Il varo a spinta del manufatto, da realizzare nel corpo del rilevato dell'autostrada, sarà eseguito come indicato nei disegni delle fasi esecutive.
Il posizionamento del manufatto in c.a., delle dimensioni ed una lunghezza di traslazione come da progetto, comprende:

- carico, scarico e trasporto da e per il cantiere di tutti i macchinari ed attrezzature di spinta;
- tracciamenti, installazione dei capisaldi e punti di livello, controllo altimetrico d'origine e controllo elettromeccanico della piattaforma autocentrante;
- utilizzo dell'attrezzatura e dei macchinari di spinta comprendente noli, mano d'opera, forza motrice, lubrificanti dei macchinari e materiali di consumo;
- sorveglianza continua durante tutte le fasi di varo da parte di tecnici specializzati;
- utilizzo di puntoni e travi in ferro per lo spostamento dei punti d'appoggio dei martinetti;
- fornitura, posa ed ancoraggio dinamico di lamiera antitrascinamento;
- sospensioni, soste e tempi morti di macchinario, attrezzatura e personale;
- opere provvisionali di qualsiasi tipo compreso la formazione e rimozione della platea di varo e dei muri reggispinta;
- qualsiasi altro onere afferente la traslazione del manufatto nella posizione definitiva indicata in progetto;
- impermeabilizzazione a completo avvolgimento di manufatto in calcestruzzo prefabbricato, costituita da manto impermeabile formato da un doppio strato di cartone Kraft biodegradabile, di spessore 4,7 mm, riempito con circa 5 kg/m² di bentonite di sodio naturale additivata con polimeri resistenti agli agenti contaminanti.
  La protezione del manto impermeabile dovrà essere assicurata mediante lamierino d'acciaio di spessore non inferiore a 3/10 mm, fissato con chiodi in acciaio posti ad interasse non maggiore di 100 cm.

27.7 - Canalette prefabbricate con griglie in ghisa

Canaletta prefabbricata in calcestruzzo di poliestere, di dimensioni interne non inferiore a 20 cm di larghezza e 10 cm di altezza, con superficie interna liscia, resistente agli oli ed ai grassi, completa di griglia a fessure in ghisa, con classe C 250, fissata alla canaletta mediante viti e barrette.
Data in opera completa di:

- platea in conglomerato cementizio avente classe di resistenza $\geq$ 15/20 MPa, di spessore non inferiore a 10 cm;
- rinfianco di almeno 20 cm di spessore, opportunamente vibrato, in conglomerato cementizio avente Rck $\geq$ 20 MPa;
- testate di chiusura;
- raccordo alla rete di smaltimento acque.

Art. 28 – Impianti

L'Appaltatore è tenuto ad accertare la rispondenza del Progetto a quanto prescritto dalla legislazione tecnica vigente ed a segnalare per iscritto alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, eventuali difformità del Progetto.
La ditta installatrice è tenuta ad eseguire gli impianti a regola d'arte utilizzando allo scopo materiali e componenti realizzati secondo le norme tecniche di sicurezza dell'Ente italiano di unificazione (UNI) e del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI).

In particolare tutti i materiali e le apparecchiature di produzione italiana dovranno essere nuovi e conformi alle norme C.N.R. UNI, CEIUNEL ed altre emanate ed emanande.
I materiali appartenenti a categorie ammesse al regime del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) o Istituto Italiano Plastici (IIP) dovranno portare il contrassegno di detti Istituti o di altri equivalenti Istituti europei.
I materiali di produzione estera per i quali non fossero applicabili le norme suddette dovranno essere conformi alle norme IEC, UTE, VDE, DIN, ISO o comunque a norme armonizzate CEE
Il diametro nominale (DN) degli elementi di tubazione è quello definito in norma UNIENISO 6708.
Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri per l'espletamento di tutte le pratiche relative all'ottenimento di qualsiasi genere di autorizzazione, licenze, permessi e certificazioni relative all'esecuzione degli impianti.
Alla ultimazione dei lavori l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori tutti i Nulla Osta degli enti preposti (ISPESL, VV.FF., Comuni, ecc.).

28. 1 - Impianto elettrico per illuminazione, energia industriale e forza motrice.
Possono essere previsti nelle seguenti tipologie:
- impianto incassato in esecuzione normale;
- impianto incassato in esecuzione stagna;
- impianto in vista staffettato alle strutture portanti, in esecuzione stagna;
- impianto installato entro canalette portacavi in PVC.

Si considera finito l'impianto elettrico quando sarà realizzato completo di:
- rete di distribuzione e di terra comprendente tra l'altro le linee dorsali e le diramazioni a partire dal quadro elettrico principale;
- la fornitura e posa in opera di tutti i materiali occorrenti: tubazioni di polivinile, conduttori di rame, cassette e scatole di derivazione, apparecchi di comando, prese, ecc.;
- l'assistenza muraria compreso materiali, mano d'opera e ponteggi;
- gli allacciamenti, i cablaggi e quant'altro necessario per dare l'impianto completo e funzionante.

28.1.1 - Canalette portacavi
In PVC rigido autoestinguente con Marchio IMQ conformi alle Norme CEI 23-8 e 23-19, costituite da un elemento di fondo a scomparti destinato all'alloggiamento di cavi elettrici, telefonici, di antenna TV ecc., da un elemento di chiusura a coperchio di colore previsto nel progetto e dall'impiego di pezzi speciali quali angolari, incroci, giunti, terminali, ecc..
Le canalette possono essere previste nelle seguenti tipologie:
- canalette portacavi aventi funzione di battiscopa;
- canalette portacavi aventi funzione di cornice;
- canalette portacavi semplici ad uso esclusivo portacavi.

La lavorazione sarà completata con il fissaggio delle canalette alle pareti o su apposite staffe o altri accessori.
La tipologia, le dimensioni e i sistemi di fissaggio saranno conforme a quanto riportato negli elaborati di progetto.

28.1.2 - Tubazioni protettive - Cassette di derivazione - Passerelle portacavi
- **Tubazioni**

  In PVC rigido autoestinguente di colore nero o grigio con Marchio IMQ conformi alle Norme CEI 23-8.

Le caratteristiche delle tubazioni protettive da impiegare dovranno essere adeguate alla tipologia degli impianti e precisamente:

- tubi serie leggera: con resistenza allo schiacciamento non inferiore a 35 kg/5cm a 20 °C per canalizzazioni incassate nelle pareti e/o soffitto, compreso scatole rompitratta in materiale termoplastico;
- tubi serie pesante, filettati: per canalizzazioni in vista staffettate alle strutture portanti: in osservanza alle norme internazionali IEC/CEI 423;
- tubi serie pesante: con resistenza allo schiacciamento non inferiore a 75 kg/5cm a 20 °C per canalizzazioni incassate sotto pavimento.

Le tubazioni dovranno essere poste in opera, complete dei relativi accessori (manicotti, curve, scatole rompitratta e di derivazione, accessori di fissaggio, opere murarie) in materiale termoplastico, seguendo di norma tracciati rettilinei, in verticale o in orizzontale, con ampie curve di raccordo nei cambiamenti di direzione.

Negli impianti in vista i tubi dovranno essere fissati alle strutture portanti a mezzo di opportuni collari o staffe di ancoraggio posti ad interasse non superiore a 1,00 m con giunti e raccordi sigillati atti a garantire un grado di isolamento pari a IP 55.

Il diametro dei tubi dovrà essere tale che il rapporto tra la somma delle sezioni dei conduttori e la sezione interna del tubo non sia superiore a 0,5.

Tutte le tubazioni dovranno essere provvisti di filo di ferro zincato, da utilizzare come sonda pilota, per l'introduzione dei cavi.

Le tipologie e le dimensioni saranno conforme a quanto riportato negli elaborati di progetto.

- **Cavidotti**

In PVC autoestinguente, serie pesante, con resistenza alla schiacciamento non inferiore a 250 kg/dm, per canalizzazioni interrate, provvisti di bicchiere ad una estremità, per agevolare l'introduzione e lo sfilamento dei cavi e con striscia elicoidale gialla, conforme alle norme CEI 23-29. I giunti saranno sigillati con idoneo collante.

La profondità di posa dei cavidotti dovrà essere almeno 0,80 m riferita alla generatrice superiore e, per tracciati molto lunghi sono previsti dei pozzetti rompitratta ad intervalli di 30÷40 m, se non diversamente indicato in progetto; i pozzetti saranno completi di chiusini, di tipologie come indicate in progetto.

Il tubo sarà steso su uno strato di materiale fino, di spessore non inferiore a 10 cm e con leggera monta al centro, in modo da facilitare il deflusso di eventuali infiltrazioni d'acqua verso i pozzetti; verrà poi rinfiancato e ricoperto con lo stesso materiale per uno spessore non inferiore a 15 cm o rivestito in calcestruzzo, secondo le indicazioni progettuali.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dallo scavo stesso costipato per strati.

Per i cavidotti non sono ammesse curve; eventuali cambi di direzione saranno realizzati mediante pozzetti d'angolo forniti di chiusino come sopra specificato; ogni tubo sarà provvisto di filo di ferro zincato, da utilizzare come sonda pilota, per la successiva introduzione dei cavi.

- **Scatole e cassette di derivazione e da frutto**

Le scatole e cassette di derivazione e/o da frutto (atte a contenere interruttori, deviatori, prese, ecc.) in materiale termoplastico autoestinguente, dovranno presentare elevata resistenza agli urti, agli agenti chimici ed atmosferici ed al calore.

Dovranno essere adatte alla tipologia dell'impianto da realizzare (incassato e/o a vista, con tubi e/o con canalette, ecc.) e corrispondere a quanto prescritto dalle Norme CEI ed UNEL.

Negli impianti normali è richiesto un grado di protezione non inferiore a IP 407; negli impianti stagni il grado di protezione dovrà essere non inferiore a IP 557 utilizzando, tra l'altro, passacavi, raccordi filettati e pressacavi previsti.

- **Passerelle**

Le passerelle portacavi saranno ottenute da lamiera pressopiegata e quindi zincata a fuoco per immersione in bagno di zinco secondo le norme CEI 7-6 o in PVC rigido autoestinguente.

Dovranno avere spessore minimo 1,2 mm, a bordo rinforzato e saranno sostenute da appositi sostegni in acciaio inox regolabili in altezza con tolleranza ±100 mm ottenuti da barra filettata di diametro non inferiore ø=20 mm, ovvero da apposite mensole o staffe zincate a fuoco e regolabili in altezza con tolleranza ±20 mm. Inoltre, verranno utilizzati gli occorrenti pezzi speciali quali giunti, angolari, incroci, terminali e accessori di fissaggio.

Le tipologie, le dimensioni e i sistemi di fissaggio saranno conformi a quanto riportato negli elaborati di progetto.

28.1.3 - Cavi e conduttori

a - Cavi per energia elettrica, segnalazioni e comandi

Dovranno rispondere alle seguenti Norme:

- CEI 20-13 (Cavi isolati con gomma etilenpropilenica, sottoguaina di PVC, con grado di isolamento superiore a 3);
- CEI 20-14 (Cavi isolati in PVC di qualità R2, sottoguaina di PVC, con grado di isolamento superiore a 3);
- CEI 20-20 (Cavi isolati con PVC, con tensione nominale non superiore a 450/750 V);
- CEI 20-22 (Prova dei cavi non propaganti l'incendio);
- CEI 20-35 (Prova su cavi elettrici sottoposti al fuoco);
- CEI 20-37 (Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici);

ed essere impiegati soltanto materiali di tipo non propagante l'incendio ed a ridotte emissioni di fumi e gas tossici per i quali risulti concesso il marchio di qualità.

Le sezioni e tipologie dei cavi dovranno essere quelle indicate in progetto e comunque non dovranno essere inferiori a quelle minime previste dalle Norme CEI 20-21 (Calcolo delle portate dei cavi elettrici).

Il grado di isolamento minimo dei cavi dovrà essere:

- cavi unipolari grado 3
- cavi multipolari grado 4

La colorazione dei cavi sottoguaina dovrà essere conforme alle Norme in vigore e precisamente:

- giallo verde riservato esclusivamente alla terra;
- blu riservato al neutro;
- nero, marrone e grigio per le fasi R, S e T.

Giunzioni di cavi e derivazioni in tratti interrati o intubati potranno essere effettuati esclusivamente:

- in pozzetti ispezionabili con impiego di appositi connettori stagni o muffole a colata di resina (del tipo ispezionabile e riutilizzabile per i cavi B.T.);
- in scatole e cassette di derivazione adeguate con impiego di apposite morsettiere, connettori o terminazioni.

Sono assolutamente vietate giunzioni e derivazioni dei cavi entro tubi protettivi.

b - Dispersori di terra

Dovranno rispondere alle Norme per gli impianti di messa a terra, CNR-CEI 11-8 (Fasc. 176), nonché al D.P.R. n. 547 del 27/4/1955.

Il dispersore di terra sarà costituito da:

- elementi in acciaio ramato del diametro 18 mm, ciascuno della lunghezza di 1,50 m, sovrapponibili tra loro mediante manicotti filettati; infissi nel terreno a profondità non inferiore a 3,00 m e protetti in sommità da un pozzetto in cemento armato delle dimensioni interne non inferiore a 40x40x40 cm, munito di chiusino in conglomerato cementizio armato carrabile battentato.

  Ogni dispersore sarà dotato di almeno due morsetti a vite in ottone cadmiato;
- elementi in acciaio zincato a caldo di lunghezza 3,00 m, in profilati a «T» od «a croce», della sezione minima di 50x50x5 mm, o in tubolare del diametro ø=42 mm e spessore $\geq$ 2,5 mm, portante saldata una staffa con due o tre fori del diametro ø=10 mm, con relativi bulloni in acciaio inox per l'allaccio alla rete di terra; infisso nel terreno e protetto in sommità da un pozzetto in cemento armato delle dimensioni interne di 40x40x40 cm, munito di chiusino in cemento armato carrabile battentato.

c - Rete di collegamento dei dispersori di terra

Sarà realizzata:

- in vista con conduttori in piatto di acciaio zincato a caldo;
- interrata con conduttori in corda di rame nudo, posta entro scavo, di profondità minima indicata in progetto, su letto di terreno vegetale (humus), avente spessore non inferiore a 10 cm; verrà poi ricoperta con lo stesso terreno per uno spessore non inferiore a 20 cm; il riempimento successivo dello scavo sarà costituito da materiale di risulta, costipato per strati;
- entro canalizzazioni con conduttori in corda di rame rivestita, tipo N07V-K di colore giallo/verde.

La tipologia e le dimensioni saranno conformi alle indicazioni di progetto; verranno utilizzati tutti gli accessori occorrenti per i collegamenti compreso le minuterie (bulloni in acciaio inox, morsetti in ottone cadmiato, capicorda stagnati, ecc.).

d - Rete di protezione dalle scariche atmosferiche

Dovrà essere conforme alle Norme di cui agli articoli 38 e 39 del D.P.R. n. 547 del 27/4/1955 e alle norme CEI 81-1.

Alla base degli edifici, per un'altezza non inferiore a 2,50 m, i conduttori dovranno essere introdotti entro tubi di acciaio zincato e saldati ai tubi stessi in entrata e in uscita.

Conduttori e tubi protettivi dovranno essere fissati con staffe alle strutture portanti.

Le giunzioni dei conduttori dovranno essere fatte o mediante morsetti o saldature o chiodature.

La rete di protezione esterna sarà realizzata:

- con conduttori di acciaio zincato a caldo in tondo o piatto;
- con conduttori in corda di rame nudo.

La lavorazione dovrà comprendere: le discese, il fissaggio dei conduttori alle strutture portanti; i relativi distanziatori; i collegamenti in corrispondenza degli incroci ed alla rete di terra; gli accessori di posa (morsetti, capicorda, bulloneria, ecc.).

La tipologia e le dimensioni saranno conformi alle indicazioni di progetto, supportate dai risultati della relazione di calcolo, come prevista dalla citata Norma CEI 81/1.

e - Collegamenti equipotenziali

I collegamenti equipotenziali tra strutture metalliche e rete di terra, secondo quanto previsto dalla norma CEI 64-8, verranno realizzati con conduttori in acciaio zincato a caldo o con conduttori in corda di rame, nuda o rivestita con isolamento tipo N07V-K di colore giallo/verde.

Il collegamento comprenderà inoltre: il fissaggio dei conduttori, gli accessori di posa (morsetti, capicorda, bulloneria, ecc.), cavidotti di protezione.

La tipologia e le dimensioni saranno conformi alle indicazioni di progetto.

28.1.4 - Apparecchi

a - di comando

Saranno da 10 A o da 16 A, del tipo componibili, posti entro scatole da frutto da incasso o in vista stagni, a seconda della tipologia degli impianti, completi di supporti e placche.

Gli apparecchi di comando sono:

- gli interruttori e i relè interruttori che saranno del tipo unipolare o bipolare negli impianti in esecuzione normale, mentre saranno del tipo bipolare negli impianti di tipo stagno;
- i deviatori, invertitori, pulsanti, prese 2x10 A+T;
- le prese 2x16 A+T che saranno sempre munite di interruttore bipolare e fusibile o di interruttore magnetotermico;
- le prese doppie 2x10 A+T + 2x16 A+T con interruttore bipolare e fusibile o di interruttore magnetotermico, che saranno alimentate da 2 linee separate;
- le prese interbloccate CEE che saranno del tipo con fusibili.

b - da quadro

saranno del tipo:

- interruttore automatico magnetotermico, di tipo modulare, bipolare o tetrapolare e portata nominale secondo le indicazioni di progetto, adatto per installazione su profilato DIN, tensioni 220÷380 V c.a., con potere di interruzione 10÷15 kA/220V;
- interruttore automatico magnetotermico differenziale, di tipo modulare, bipolare o tetrapolare, portata nominale e sensibilità secondo le indicazioni di progetto, adatto per installazione su profilato DIN, per tensioni 220÷380 V c.a., con potere di interruzione 10 kA/220V;
- interruttore automatico magnetotermico, di tipo scatolare, tetrapolare, con potere di interruzione 16 kA/380 V e regolazione termica 0,8÷1 In;
- interruttore automatico magnetotermico differenziale, di tipo scatolare, tetrapolare, con potere di interruzione 16 kA/380 V con sensibilità regolabile da 0,03 a 6 A, ritardo all'intervento regolabile tra 0 e 6 s e regolazione termica 0,8÷1 In;
- contattori, di tipo tetrapolare, con bobine di tensione adeguata alle caratteristiche del circuito di comando e protette da fusibili.

  È previsto che il contattore sia corredato di relè termico, di tipo tripolare differenziale, dotato di: dispositivo di protezione contro la mancanza di fase e pulsante di reinserzione manuale; autocompensazione della temperatura da 248 a 328 K;
- terna di lampade spia, segnalante la presenza tensione in rete, del tipo a scarica o survoltate, protette da fusibili sulle tre fasi, per installazione da quadro;
- gruppo voltmetrico composto da: voltmetro elettromagnetico per c.a., di portata 300 V f.s., ad inserzione diretta completo di interruttore e fusibile;

- gruppo voltmetrico composto da: voltmetro elettromagnetico per c.a., di portata 500 V f.s., ad inserzione diretta completo di commutatore a 7 posizioni e fusibile;
- gruppo amperometrico, composto da amperometro elettromagnetico per c.a. di portata 5 A f.s. (scala secondo le necessità, fino a 200 A), riduttore amperometrico e fusibili.

28.1.5 - Corpi illuminanti

Saranno forniti completi di lampade, reattori ad alto rendimento, starter, condensatori di rifasamento per Cosø $\geq$ 0,95, morsettiere ecc..

Quando previsto in progetto, alcune plafoniere saranno dotate di complessi elettronici di conversione (inverter), in grado di alimentare le stesse lampade in assenza di tensione da rete/gruppo, mediante batterie ricaricabili al Ni-Cd, con autonomia non inferiore a due ore (cablaggio S.A.).

Le plafoniere, atte a contenere una o più lampade, di potenza e tipo come indicato negli elaborati di progetto, dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- plafoniere normali e/o da incasso con:
  - corpo in robusta lamiera di acciaio verniciato a fuoco, avente grado di protezione non inferiore a IP 20;
  - schermo a lamelle paraboliche in alluminio purissimo anodizzato brillantato, a ridotto abbagliamento, fissato mediante dispositivo di apertura a clips;
  - reattore ad alto rendimento; starter; condensatore di rifasamento; morsettiere; lampade tubolari fluorescenti ad alta efficienza; pressatubi; cablaggio; collegamento alla rete di distribuzione.
- plafoniera normale con:
  - corpo in robusta lamiera di acciaio verniciato a fuoco di colore bianco, avente grado di protezione non inferiore a IP 40;
  - coppa autoestinguente in plexiglas o metacrilato stampata ad iniezione in un solo pezzo, a superficie prismatica o lenticolare, fissata mediante dispositivi in acciaio zincato;
  - reattore ad alto rendimento; starter; condensatore di rifasamento; morsettiere; lampade tubolari fluorescenti ad alta efficienza; pressatubi; cablaggio; collegamento alla rete di distribuzione.
- plafoniera stagna autoestinguente con:
  - corpo in policarbonato stampato ad iniezione, avente grado di protezione non inferiore a IP 55;
  - riflettore porta cablaggio in lamiera di acciaio verniciata in bianco;
  - schermo in policarbonato, internamente prismatizzato e liscio esternamente, fissato con scrocchi in acciaio inox.
  - reattore ad alto rendimento; starter; condensatore di rifasamento; morsettiere; lampade tubolari fluorescenti ad alta efficienza; pressatubi; cablaggio; collegamento alla rete di distribuzione.
- plafoniere per luce di emergenza.

  Gli apparecchi, con funzione di illuminazione di emergenza per segnalazione, saranno conformi a quanto previsto dalla normativa vigente sui segnali, nazionali e internazionali (UNI 7543 - UNI 7546, Direttive CEE n. 77/576, ecc.), avranno schermo serigrafato tale da permettere una buona lettura del segnale, lampada fluorescente, batterie ricaricabili aventi autonomia minima di 120 min e carica batterie in tampone ad accensione automatica in assenza di tensione in rete, grado di protezione IP 40 in esecuzione normale e IP 65 in esecuzione stagna. Gli apparecchi, di tipo autoestinguente, saranno forniti di: batterie; carica batterie; supporti; accessori; cablaggi; lampade di tipo fluorescenti; fissaggio; linea di alimentazione con relativa canalizzazione.

Quando l'apparecchio è installato in corrispondenza di porte o varchi d'uscita, dovrà garantire un illuminamento non inferiore a 5 lux ad 1 m dal piano di calpestio, come stabilito dalla norma CEI 64-10.

- Plafoniera antideflagrante.

Plafoniera antideflagrante in esecuzione Ex-d (C.E.I.) oppure Ex-e (V.D.E.), con grado di protezione IP65, atta a contenere una lampada fluorescente tubolare da 36 W; completa di: reattore ad alto rendimento, starter, morsettiera, lampade e tubazione interna al locale in esecuzione antideflagrante.

28.1.5.1 - Palo luce conico da 8 m f.t. ø=127/60 mm

Il palo luce, di forma diritta, conica, sarà ottenuto da laminazione a caldo di tubi saldati elettricamente a resistenza.

Il palo, realizzato in acciaio calmato antinvecchiante con caratteristiche non inferiore al tipo Fe 430, secondo la normativa UNI EN 10025, avente diametro di base non inferiore a 127 mm, diametro in testa 60 mm, altezza totale non inferiore a 8,80 m, altezza fuori terra 8,00 m, spessore non inferiore a 3,6 mm; dopo la laminazione, sarà sottoposto alla lavorazione per la predisposizione di: asola di dimensioni 150x80 mm per il passaggio cavi della linea di alimentazione in arrivo e in partenza; asola di dimensioni 186x45 mm per l'alloggiamento della morsettiera da incasso, del tipo tetrapolare, per la derivazione e sezionamento della linea di alimentazione; saldatura di piastra e/o bullone, all'interno del palo, per l'ancoraggio dell'impianto di terra.

A predisposizione ultimata, il palo sarà sottoposto al trattamento di zincatura a caldo per immersione, eseguita secondo le prescrizioni delle norme CEI 7-6 (1968), previa preparazione della superficie interna ed esterna mediante lavaggio, decappaggio, flussaggio e successivo trattamento di finitura della superficie zincata; lo strato di zinco depositato dovrà avere: spessore non inferiore a 78 µm e massa non inferiore a 550 g/m².

Il palo sarà posto in opera all'interno di un plinto, di dimensioni come riportato negli elaborati di progetto, concentrico con il foro del plinto, bloccato in posizione di perfetta perpendicolarità mediante cunei o sistemi equivalenti; verranno posati uno o più tubi in PVC flessibile ø=50 mm, serie pesante, per la protezione e sfilabilità dei cavi dal pozzetto alla morsettiera attraverso i fori predisposti nel plinto e l'asola nel palo; il palo verrà fissato mediante riempimento del foro con sabbia di fiume, intasata con acqua. Intorno al palo, a filo plinto, verrà realizzato un collarino in malta cementizia di spessore non inferiore a 5 cm, per il definitivo bloccaggio.

Il palo sarà corredato di morsettiera da incasso, adatta per asole da 186x45 mm, di tipo tetrapolare, a doppio isolamento, predisposta per: linea di ingresso, linea di uscita e derivazione protetta da fusibile fino a 8 A; l'asola sarà chiusa da portello in lega di alluminio pressocolata, con meccanismo azionabile con chiave triangolare, completo di guarnizione in PVC, atta a garantire un grado di protezione non inferiore a IP 549.

28.1.5.2 - Armatura stradale Na-a.p. 400 W

Armatura stradale ad elevato rendimento, predisposta per attacco testapalo o sbraccio laterale, con isolamento in classe II e grado di protezione IP 66, con: corpo in poliestere termoindurente; carenatura in polipropilene; vano ottico; vano alimentazione.

Il vano ottico sarà costituito da: ottica in vetro metallizzato a caldo, coppa di chiusura in vetro bombato e da gruppo portalampada regolabile.

Il vano alimentazione dovrà essere cablato con i componenti principali, quali alimentatore, accenditore e lampada, appartenenti alla stessa casa costruttrice in modo da garantire la massima compatibilità tra i medesimi.

Particolare cura dovrà porsi nel collegamento con la linea di alimentazione, realizzata con cavo a doppio isolamento, sezione non inferiore a 2x2,5 mm², tale da garantire, a impianto ultimato, il grado di isolamento in Classe II.

28.1.6 - Quadri elettrici

I quadri elettrici di B.T. saranno conformi alle Norme CEI, in particolare CEI 17-13, ed alle raccomandazioni della Commissione Elettrotecnica Internazionale per quadri prefabbricati a bassa tensione - Fasc. n. 439-1973.

Ogni componente elettrico e meccanico sarà in grado di sopportare indefinitamente la tensione e corrente nominali senza che si producano difetti d'isolamento o sovratemperature, nonché le sollecitazioni termiche e dinamiche conseguenti alle correnti di guasto previste.

Dovranno essere del tipo ad armadio, con grado di protezione non inferiore a IP 55 a portelle chiuse e IP 20 a portelle aperte per impianti in esecuzione stagna e con grado di protezione non inferiore a IP 40 negli ambienti in esecuzione normale; saranno costituiti essenzialmente da:

- cassonetto di contenimento a fondo chiuso, se posto in opera incassato nelle pareti oppure fissato in aderenza alla stesse; a fondo aperto se poggiato a pavimento; di tipologia e dimensioni come riportate negli elaborati di progetto; dovrà essere di adeguata profondità, in lamiera di acciaio fosfatata e verniciata con polveri epossipoliestere;
- pannello portapparecchiature, incernierato al cassonetto di contenimento; tale pannello dovrà essere fornito di tutte le aperture, feritoie e fori passanti per l'alloggiamento delle apparecchiature stesse; aperture, feritoie e fori dovranno essere a taglio netto con bordi opportunamente arrotondati; non sono ammessi pannelli con asolature non finemente eseguite;
- portello di chiusura incernierato al cassonetto, munito di cristallo temperato e maniglia di chiusura con serratura.

Il cablaggio interno del quadro verrà realizzato con conduttori unipolari di rame ricotto, a corda flessibile, isolati in PVC, tipo N07V-K, di sezione adeguata, posti entro canalina di cablaggio; colorazione secondo la normativa CEI.

Le terminazioni dei singoli conduttori dovranno essere dotate di appositi capicorda di tipo a puntale, forchetta o ad occhiello, a seconda delle esigenze di collegamento.

Tutti i conduttori, sia in corrispondenza delle morsettiere, sia in corrispondenza delle apparecchiature, saranno dotati di identificazione numerata in accordo a quanto indicato sugli schemi di cablaggio.

Per i circuiti elettronici sarà impiegato cavo schermato di adeguate caratteristiche.

Dove necessario si farà uso di sbarre in rame ampiamente dimensionate.

Sarà prevista una sbarra di terra alla quale saranno collegate le parti metalliche delle apparecchiature, i conduttori di terra delle linee in ingresso e in partenza dal quadro.

Per l'ammaraggio dei cavi, in ingresso e in partenza, saranno previste apposite traverse; le morsettiere ed i connettori per il collegamento dei cavi esterni saranno sistemate in basso o di fianco, in posizione facilmente accessibile.

I morsetti saranno del tipo componibile con viti di serraggio antiallentamento a testa affondata o preisolata per evitare eventuali contatti accidentali.

Saranno previsti un numero minimo di morsetti disponibili pari al 10% di quelli utilizzati; la siglatura dei morsetti sarà in accordo a quanto indicato sugli schemi di cablaggio.

Per la sicurezza del personale saranno previste coperture isolanti di protezione per i morsetti che risultassero sotto tensione anche a quadro disinserito; tali coperture porteranno stampata una scritta o simbolo di preavviso di pericolo.
Il grado di isolamento non sarà inferiore a 2,5 kV di prova.
L'Impresa dovrà provvedere all'aggiornamento o alla redazione degli schemi unifilari da consegnare a fine lavori.
In riferimento alla Norma CEI EN 60439 (CEI 17-13/1) «Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per Bassa Tensione», la Ditta costruttrice del quadro dovrà rilasciare la dichiarazione di conformità.
Tale dichiarazione, unitamente alla dichiarazione di conformità dell'impianto, rilasciata dall'Impresa, a fine lavori, dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori.

28.1.7 - Prove e collaudi

Sono a carico dell'Impresa tutte le spese per le prove che la Direzione Lavori ritenesse di far eseguire per i seguenti collaudi:

- collaudo di fabbrica
- collaudo in corso d'opera
- collaudo provvisorio
- collaudo definitivo

compresa la fornitura degli strumenti, delle attrezzature e lo smontaggio e rimontaggio delle apparecchiature e delle parti d'impianto installato per effettuare prove e verifiche.
L'Impresa dovrà impegnarsi a mettere a disposizione della Direzione Lavori tutta la strumentazione necessaria per i collaudi e non potrà pretendere alcun riconoscimento degli oneri sostenuti.
Dovrà comunque essere possibile eseguire qualsiasi prova che la Direzione Lavori ritenga utile al fine di accertare il buon funzionamento e le caratteristiche generali dei prodotti in conformità alle prescrizioni e norme stabilite in contratto.

28.1.7.1 - Collaudo di fabbrica

Verranno eseguite dalla Direzione Lavori tutte le prove meccaniche ed elettriche atte a verificare la rispondenza della fornitura alle caratteristiche richieste nelle presenti Norme Tecniche (o garantite qualora si tratti di caratteristiche migliori rispetto a quanto richiesto) per apparecchiature e loro assiemi facenti parte dell'opera in oggetto.

28.1.7.2 - Collaudo in corso d'opera

Saranno eseguite in corso di opera tutte le prove e verifiche riguardanti la fornitura di materiali e la loro posa in opera che la Direzione Lavori riterrà di richiedere.
In ogni caso si dovranno eseguire le seguenti verifiche:

b) per impianti elettrici:
   - lo stato di isolamento dei circuiti;
   - la continuità elettrica dei circuiti;
   - il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
   - l'efficienza dei comandi e delle protezioni;
   - il corretto funzionamento degli apparecchi utilizzatori.

28.1.7.3 - Collaudo provvisorio

Dovrà accertare, mediante ricognizione sugli impianti e mediante prove di funzionamento, che le apparecchiature non presentino difetti manifesti e che l'impianto stesso sia in perfette condizioni di funzionamento e sia in grado di garantire tutte le funzioni previste ed in particolare:

- che il sistema, per quantità, qualità e costruzione sia rispondente al progetto;
- che sia stato osservato quanto specificato nelle presenti Norme Tecniche;
- che i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti siano conformi ai campioni presentati;
- il perfetto funzionamento degli impianti, nell'insieme e nelle singole parti.

Dovranno inoltre essere effettuate le seguenti prove e verifiche per impianti elettrici:

- verifica del percorso dei cavi e dei tubi portacavi;
- prova della inaccessibilità delle parti sotto tensione e delle protezioni, secondo norme CEI;
- prova di sfilabilità dei conduttori entro i tubi;
- verifica di tutte le raccorderie e cassette montate che non dovranno risultare danneggiate o mancanti di coperchi, guarnizioni, viti e bulloni di serraggio;
- verifica della dislocazione delle armature illuminanti e di tutte le apparecchiature in genere, nonché di tutti i collegamenti, compresi quelli di messa a terra;
- verifica della buona esecuzione dei giunti, delle derivazioni e dei terminali dei conduttori elettrici e delle connessioni alle apparecchiature in genere;
- controllo dell'isolamento elettrico dei quadri, cavi di alimentazione, circuiti derivati e di tutte le apparecchiature in genere;
- misura della resistenza dell'impianto di messa a terra ed eventuali misure delle tensioni di passo e di contatto ed in particolare, verifica delle sezioni dei conduttori di terra;
- prove di tensione sull'impianto intero o su sezioni dello stesso, intese a stabilire che non provochino scariche tra le parti in tensione e fra queste e la massa;
- verifica della ripartizione dei carichi monofasi sui quadri in bassa tensione di distribuzione e manovra;
- verifica del funzionamento di tutti gli organi elettrici e meccanici dei quadri di distribuzione e verifica delle regolazioni dei relè, degli interruttori e dei contattori;
- verifica del funzionamento di tutti gli apparecchi di segnalazione, controllo ed allarme dislocati sui quadri e sull'impianto;
- verifica dei comandi e delle protezioni nelle condizioni, se possibile, del massimo carico previsto;
- verifica delle cadute massime di tensione all'estremità di ciascuna linea di distribuzione con controllo delle sezioni sottoponendo per quanto possibile l'impianto a carichi corrispondenti a quelli nominali;
- verifica del valore di rifasamento degli impianti;
- verifica delle resistenze di isolamento delle linee;
- verifica in genere della corrispondenza degli impianti elettrici al contratto, alle norme CEI e norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.

I collaudi provvisori consentiranno, nel caso di esito favorevole, l'inizio del funzionamento degli impianti.

Ad ultimazione dei collaudi si potrà procedere alla consegna degli impianti con regolare verbale firmato dalle parti.

28.1.7.4 - Collaudo definitivo

Verrà effettuato dopo centottanta giorni dalla data del collaudo provvisorio, da tecnici appositamente incaricati e dovrà accertare la rispondenza completa degli impianti alle disposizioni di legge, alle norme tecniche applicabili ed a tutto quanto espresso nel progetto e nelle presenti Norme Tecniche.
Ciò sia nei confronti dell'efficienza delle singole parti costruttive che della loro installazione eseguita a regola d'arte.
Nei collaudi definitivi si eseguiranno, oltre a tutte le misurazioni e prove già effettuate nel collaudo provvisorio, le verifiche necessarie ad accertare l'avvenuta eliminazione di tutti gli eventuali inconvenienti riscontrati nei collaudi precedenti o durante l'esercizio, nonché la rispondenza degli impianti a quelle prestazioni garantite ma non rilevabili in sede di collaudo provvisorio.

Art. 29 - Opere in verde

29.1 - Generalità

Le presenti Norme regolano l'esecuzione:
- delle opere in verde per l'inserimento dell'autostrada nel paesaggio; della sistemazione a verde, nelle aree progettualmente previste, delle stazioni, delle aree di servizio e di parcheggio, dei punti singolari, dei reliquati, della banchina centrale spartitraffico;
- degli eventuali lavori preliminari per la preparazione delle zone d'impianto;
- dei lavori di manutenzione degli impianti a carico dell'Impresa fino al completo attecchimento delle piante, compresivi delle sostituzioni delle essenze arboree per le eventuali fallanze.

29.2 - Caratteristiche dei vari materiali

a) Terreno vegetale

Il terreno da fornire per il ricarico, la livellazione e le riprese d'aree destinate agli impianti, per il riempimento dell'aiuola centrale spartitraffico tradizionale od allestita con doppio N.J., dovrà essere a reazione neutra e quindi possedere un pH dell'estratto acquoso compreso fra 6,8 e 7,2.
Solo per questo parametro possono valere delle specificazioni diverse in ordine a particolari esigenze di pH per alcune specie vegetali.
Le caratteristiche tessiturali dovranno essere quelle di un terreno di "medio impasto" o "franco" o "terra a tessitura equilibrata" che si compone, in via indicativa, di:

	Diametro	*(%)*
sabbia	*2 - 0,02 mm*	*35 - 55*
limo	*0,02 - 0,002 mm*	*25 - 45*
argilla	*< 0,002 mm*	*10 - 25*

e di una frazione trascurabile d'elementi con diametro compreso fra i 2 e i 20 mm (scheletro).
I parametri chimici che devono essere sempre analizzati, dovranno invece possedere i "valori normali" che vengono di seguito indicati.

Analisi chimica	
	Valori "normali"
reazione	pH = 6,8 - 7,3

calcare totale	-
calcare attivo (%)	-
sostanza organica	2 %
azoto totale	N = 1,5 - 2 %
fosforo assimilabile	P_2O_5 = 50 - 80 ppm *
potassio scambiabile	K_2O = 100 - 200 ppm *
magnesio scambiabile	50 - 100 ppm
ferro assimilabile	2,5 ppm
manganese assimilabile	1,0 ppm
zinco assimilabile	0,5 ppm
rame assimilabile	0,2 ppm
** Per il fosforo e il potassio alcuni laboratori esprimono i risultati in termini di P e K Tali risultati possono essere trasformati nei corrispondenti P_2O_5 e K_2O moltiplicandoli rispettivamente per 2,3 e 1,2*	

I "valori normali" della sostanza organica, del fosforo e del potassio definiscono le "sufficienze" per le colture arboree, ma possono anche variare per delle specifiche esigenze. Il calcare va considerato sia nel totale che come calcare attivo (in soluzione) in quanto influisce negativamente sull'assorbimento del ferro e dei fertilizzanti fosfatici (per retrogradazione).

Le deficienze riscontrate fra i dati dell'analisi ed i "valori normali", dovranno essere corrette con la somministrazione d'ammendanti e/o concimi secondo la risultanza d'appropriati calcoli.

La concimazione organica di base può essere effettuata in alternativa con letame maturo, con humus o con sottoprodotti organici come lettiere sfruttate nella coltivazione artificiale dei funghi, da scarti di lavorazione animale (cuoiattoli, cornunghia, ecc.), dell'industria tessile (cascami di lana), di vinacce esauste, alghe, compost, ecc..

Per avere un quadro completo delle caratteristiche pedologiche sarà necessario sottoporre ad analisi, in numero adeguato, campioni di suolo che siano rappresentativi. È opportuno pertanto raccogliere campioni in punti diversi e per ciascun punto procedere al prelievo in:

- un solo orizzonte (0-200 mm) nel caso di rivestimenti erbacei;
- due diversi orizzonti (0-200 mm; 500-800 mm) nel caso d'impianti arbustivi e/o arborei.

I campioni prelevati ad una stessa quota ma in punti diversi devono essere mescolati in modo da ottenere un unico campione del peso indicativo di circa 2 kg. I campioni prelevati ed etichettati dovranno venire inviati a Laboratori Ufficiali per l'analisi fisico e chimica.

Si precisa inoltre che nel terreno vegetale non è ammessa la presenza di radici, d'altre parti legnose o di qualunque altro materiale o sostanza fitotossica.

b) Concimi minerali ed organici

I concimi sono utilizzati:

- per costruire nel terreno da fornire o sul quale si vuole effettuare un impianto, un'adeguata ed omogenea dotazione d'elementi nutritivi dimostratisi carenti alle analisi di Laboratorio; nel tal caso si parlerà di concimazione di fondo;
- per mantenere la funzione nutritiva del terreno proporzionalmente alle asportazioni, nel qual caso si parla di concimazione di copertura.

Gli elementi che risultano indispensabili sono N, P, K, Ca, MG, S: questi sono denominati macroelementi perché assorbiti in gran quantità.
Gli elementi richiesti in quantità minima sono invece chiamati microelementi e sono: Mn, B, Zn, Mo, Fe.
I concimi sono classificati in base a:

- lo stato fisico: si hanno concimi polverulenti, granulari e liquidi;
- il titolo: indica la percentuale in peso di sostanza attiva rispetto al prodotto commerciale;
- la reazione chimica e fisiologica: ci sono concimi acidi (es. perfosfato), alcalini (es. calciocianammide, scorie Thomas), o neutri che possono comportarsi come fisiologicamente acidi (es. solfato ammonico, cloruro di potassio) o fisiologicamente alcalini (es. nitrato di calcio o di sodio);
- il numero degli elementi apportati: quelli "semplici" portano al terreno un solo elemento (azotati, fosfatici e potassici); quelli "complessi" due o tre elementi (binari o ternari) in forma di granuli;
- la rapidità d'azione: possono essere differenziati in concimi a pronto effetto (es. nitrati) e a lento effetto (es. perfosfato, scorie Thomas). Ultimamente sono andati diffondendosi i concimi "azotati a lenta cessione" o "ritardati".

Questi concimi fissano l'azoto in modo graduale grazie a particolari accorgimenti presi in fase produttiva quali:

- impiego di sostanze a bassa solubilità;
- rivestimento dei granuli con materiali poco permeabili;
- incorporamento di paraffine, gelatine, argille, ecc.;
- aggiunta d'inibitori della microflora (es. ureasi).

I concimi da usare dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato e in caso di concimi complessi avere un rapporto, azoto - fosforo - potassio, precisato. Dovranno inoltre essere consegnati negli involucri originali di fabbrica.
I fertilizzanti organici (letame, residui organici vari, ecc.) dovranno essere forniti o raccolti solo presso fornitori o luoghi approvati dalla Direzione Lavori che si riserva comunque la facoltà di richiedere le opportune analisi, prima e durante la posa in opera.
Anche nel caso di fornitura di concimi organici industriali, questi dovranno essere consegnati negli involucri originali di fabbrica. La scelta e le condizioni d'impiego dei prodotti deve comunque essere approvata dalla Direzione Lavori.

c) Prodotti fitosanitari

La scelta e le condizioni d'impiego dei prodotti fitosanitari sono subordinate alle disposizioni legislative vigenti in materia e all'approvazione della Direzione Lavori. Tutti i prodotti dovranno comunque essere consegnati negli involucri originali di fabbrica.
Nel comparto della lotta antiparassitaria, a fronte dei problemi ambientali connessi ad un largo uso, o abuso, di prodotti antiparassitari, sono da preferirsi quei metodi d'intervento che sono denominati "lotta guidata" o "vigilata".

d) Materiale vivaistico

Con il termine materiale vivaistico s'individua tutto il complesso delle piante (alberi, arbusti, tappezzanti, ecc.) e delle sementi occorrenti per impieghi paesaggistici, inclusa la siepe centrale spartitraffico, per interventi biotecnici anti-inquinamento acustico.
Il materiale da fornire dovrà rispondere per genere, specie, compresa l'eventuale entità sottospecifica (varietà e/o cultivar) e dimensioni a quanto indicato nel progetto.

Il materiale dovrà provenire da strutture vivaistiche dislocate in zone limitrofe o comunque assimilabili, da un punto di vista fitoclimatico, a quelle d'impianto al fine di garantire la piena adattabilità del materiale alle caratteristiche pedo-climatiche del luogo d'impiego.
Dette strutture vivaistiche devono essere dotate d'idonee organizzazioni di produzione nonché di collaudati centri di ricerca e sperimentazione nel settore forestale e nell'arboricoltura e di un ampio patrimonio di conoscenze ed esperienze tecnico-scientifiche. Ciò al fine di garantire:

- un'opportuna e mirata sperimentazione, per individuare, nell'ambito dei vari lavori, le caratteristiche genetiche (provenienza, varietà, cultivar, cloni brevettati, ecc.) ottimali, in funzione delle utilizzazioni specifiche;
- l'ottimizzazione delle tecniche di moltiplicazione e d'allevamento, finalizzate sempre al soddisfacimento degli scopi prefissi.

Tutto il materiale vivaistico dovrà essere esente da attacchi parassitari (in corso o passati) d'insetti, malattie crittogamiche, virus, altri patogeni, deformazioni e/o alterazioni di qualsiasi natura che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie, varietà e cultivar.
Il materiale vivaistico dovrà essere sempre fornito di dichiarazione, da effettuarsi su apposite Schede di Valutazione del Materiale Vivaistico, dalle quali risulti:

- vivaio di provenienza;
- genere, specie, eventuali entità sottospecifiche;
- origine;
- identità clonale per il materiale da moltiplicazione vegetativa;
- regione di provenienza per il materiale di produzione sessuale;
- luogo ed altitudine di provenienza per il materiale non proveniente dal materiale di base ammesso dalla normativa vigente;
- applicazione, nella fase di coltivazione in vivaio, di particolari tecniche d'allevamento che limitino e/o eliminino l'incidenza degli oneri manutentori.

L'apparato radicale di tutto il materiale vivaistico dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane e, secondo quanto disposto nei documenti d'appalto, dovrà essere o a radice nuda, o racchiuso in contenitore (vaso, cassa, mastello di legno o in plastica) con relativa terra di coltura, o in zolla rivestita (paglia, plant plast, juta, rete metallica, fitocella). L'apparato radicale dovrà comunque avere uno spiccato geotropismo positivo.

d1) Alberi

Devono avere la parte aerea a portamento e forma regolari, simile agli esemplari cresciuti spontaneamente, sviluppo robusto, non filato e che non dimostri una crescita troppo rapida o stentata per eccessiva densità di coltivazione in vivaio, per terreno troppo irrigato, per sovrabbondante concimazione ecc..
Dovranno rispondere alle specifiche indicate nei documenti d'appalto per quanto riguarda le seguenti caratteristiche:

- circonferenza del tronco misurata ad un metro da terra;
- altezza totale;
- altezza d'impalcatura misurata dal colletto al ramo più basso;
- diametro della chioma misurato in corrispondenza delle prime ramificazioni per le conifere, a due terzi dell'altezza per le latifoglie, in corrispondenza alla proiezione a terra della chioma per i cespugli.

Gli alberi dovranno essere trapiantati un numero di volte sufficiente secondo le buone regole vivaistiche, con l'ultima lavorazione delle radici risalente a non più di tre anni.

Le forniture in contenitore costituiranno comunque titolo preferenziale anche per quelle per le quali è espressamente richiesta una fornitura in zolla o a radice nuda.
Le dimensioni dei contenitori e/o delle zolle, nel caso in cui sia espressamente richiesta la fornitura in tale forma, dovranno essere proporzionate alle dimensioni delle singole piante.

d2) Piante esemplari

Con il termine "esemplari" s'intende far riferimento ad alberi ed arbusti di grandi dimensioni che somigliano, per forma e portamento, agli individui delle stesse specie cresciuti liberamente e quindi con particolare valore ornamentale.
Queste piante devono essere state opportunamente preparate per la messa a dimora; devono cioè essere state zollate secondo le necessità e l'ultimo trapianto o zollatura deve essere avvenuto da non più di due anni. La zolla deve essere stata imballata a perfetta regola d'arte (juta, rete metallica, doghe, casse, plant plast, ecc.) al fine di garantire un corretto e armonico sviluppo della pianta; tali involucri di protezione dovranno essere imprescindibilmente rinforzati, qualora le singole piante superino altezze di 3,50 m, con rete metallica, con pellicola di plastica porosa o altro materiale equivalente.
Le piante esemplari sono evidenziate a parte nei documenti contrattuali.

d3) Arbusti, tappezzanti, rampicanti

Devono avere una massa fogliare ben formata e regolare a densità costante a decorrere dalla base; devono possedere un minimo di tre fusti a partire dal colletto e rispondere alle specifiche indicate nei documenti d'appalto per quanto riguarda altezza e/o diametro della chioma.

d4) Sementi

Devono essere conformi al genere e specie richiesti nei documenti d'appalto.
Devono essere fornite nelle confezioni originali, sigillate e munite di certificato d'identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza, di germinabilità e della data di scadenza stabilita dalle leggi vigenti.
La mescolanza delle sementi di specie diverse da quelle indicate nei documenti d'appalto, qualora non disponibili in commercio, dovrà essere effettuata alla presenza della Direzione Lavori.

e) Pacciamatura

È la tecnica agronomica che consiste nel ricoprire la superficie del suolo con materiali di varia natura, in modo da impedire o limitare lo sviluppo della vegetazione infestante e ottenere altri vantaggi.
I materiali utilizzabili per mettere in atto questa tecnica possono essere:

- incoerenti degradabili: corteccia di piante arboree resinose uniformemente sfibrata e sminuzzata in spezzoni di dimensioni comprese fra 30x10 mm e 70x30 mm, con un tasso d'umidità inferiore al 20%, libera da insetti e preventivamente trattata con prodotti antimicotici;
- incoerenti non degradabili: materiale lapideo tipo argilla espansa con granuli di dimensioni da 4 mm a 10 mm, inerte sia chimicamente che fisicamente, in grado di creare un campo isolante che mantenga stabile la temperature e il tenore d'umidità del terreno.

La Direzione Lavori, su richiesta dell'Impresa, potrà autorizzare l'impiego di pacciame approvvigionato sfuso su autocarri a condizione che i campioni prelevati e sottoposti ad analisi di laboratorio risultino idonei all'impiego specifico.

f) Torba

Questo materiale, sia di provenienza estera che nazionale, dovrà avere reazione acida con pH non inferiore a 3,5. Deve inoltre presentarsi non eccessivamente umidificata, libera da erbe infestanti, formata in prevalenza da Sphagnum ed Eriophorum ed essere confezionata in balle compresse e sigillate.

g) Acqua

L'acqua per l'irrigazione d'impianto e per tutti gli altri usi manutentori deve essere assolutamente esente da fattori inquinanti che possono derivare da attività industriali e/o da scarichi urbani o essere costituiti da acque salmastre che per la presenza di sali in concentrazione eccessiva (salinità), o per loro natura (alcalinità), possono provocare danni alla vegetazione.
L'Impresa provvederà a far valutare le caratteristiche chimiche dell'acqua e a fornire i risultati alla Direzione Lavori.

h) Tappeti erbosi in strisce e zolle

Nel caso in cui fosse necessario il rapido inerbimento delle superfici, l'Impresa dovrà fornire zolle e/o strisce erbose costituite con le specie prative richieste nei documenti d'appalto (es. cotico naturale, miscuglio di graminacee e leguminose, prato monospecifico, ecc.). Prima del trasporto a piè d'opera l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori campioni del materiale che intende utilizzare; analogamente, nel caso che fosse richiesto del cotico naturale, l'Impresa dovrà prelevare le zolle soltanto in luoghi approvati dalla Direzione Lavori.
Le zolle erbose, a seconda delle esigenze, delle richieste e delle specie che costituiscono il prato, dovranno essere fornite in forme regolari rettangolari, quadrate o a strisce. Al fine di non pregiudicarne la compattezza, le strisce dovranno essere consegnate arrotolate e le zolle in pallet; in ogni caso dovranno essere evitati danni dovuti alla fermentazione e alla mancata esposizione alla luce del materiale; in tal senso il materiale non dovrà essere lasciato accatastato o arrotolato.
Il materiale dovrà presentarsi completamente rivestito dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità. La larghezza del materiale dovrà essere di circa 50 cm con uno spessore di 2-4 cm per raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale.

i) Pali tutori e legature

Per fissare al suolo le piante arboree con altezza superiore o uguale ad 1 m l'Impresa dovrà fornire pali di sostegno (tutori) adeguati per numero, diametro ed altezza alle dimensioni delle piante. I pali tutori devono essere di legno, diritti, scortecciati, appuntiti dalla parte dell'estremità di maggior diametro. La parte appuntita dovrà essere resa imputrescibile per un'altezza di 100 cm circa. In alternativa, su autorizzazione della Direzione Lavori, si potrà fare uso di pali di legno industrialmente preimpregnati di sostanze imputrescibili. Analoghe caratteristiche d'imputrescibilità dovranno avere anche i picchetti di legno per l'eventuale bloccaggio a terra dei tutori. Le legature in filo di ferro nudo non possono essere utilizzate; dovranno invece essere impiegati speciali collari in adatto materiale elastico (cinture di gomma, nastri di plastica, ecc.), oppure corda di canapa.

29.3 - Esecuzione dei lavori

29.3.1 - Prescrizioni generali

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte secondo il miglior magistero.
Tutte le opere non eseguite a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni impartite, dovranno essere demolite e ricostruite a cura e spese dell'Impresa.
Di qualsiasi operazione si tratti, ogni residuo prodotto deve essere debitamente smaltito all'esterno delle pertinenze autostradali in aree autorizzate, fatte salve le vigenti Norme di Legge, a meno di diverse disposizioni contrattuali o di un diverso impiego in loco dei soli residui vegetali (interramento, pacciamatura), privo di controindicazioni e comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.
È fatto assoluto divieto di bruciare i residui delle lavorazioni in conformità alle Leggi e ai Regolamenti vigenti in materia.

In ogni caso al termine di qualsiasi operazione il piano viabile e la segnaletica orizzontale devono risultare ripuliti da ogni residuo vegetale o di terra.
Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà:

- rispettare tutti i picchetti posti in opera, compresi quelli che sono serviti da capisaldi nella costruzione del corpo autostradale; curarne la conservazione ricollocando quelli che eventualmente possano essere manomessi durante il corso dei lavori previsti;
- provvedere ad eseguire tutti gli interventi necessari per il regolare smaltimento delle acque di pioggia e/o d'irrigazione onde evitare erosioni superficiali e/o ristagni che possano danneggiare gli impianti.

All'atto della consegna dei lavori ed in conformità a quanto previsto dai documenti d'appalto sarà effettuata la delimitazione delle aree da sistemare a verde e dell'aiuola centrale spartitraffico da impiantare, prendendo come riferimento le progressive chilometriche dell'autostrada.

29.3.2 - Preparazione delle zone d'impianto

Prima di effettuare gli impianti l'Impresa è tenuta ad eseguire le operazioni preliminari di seguito specificate.
Solo per gli impianti di cui ai successivi artt. le operazioni necessarie alla preparazione delle zone d'impianto appresso indicate, sono comunque a carico dell'Impresa.

a) Pulizia generale del terreno

Qualora nell'area oggetto dell'intervento sia presente della vegetazione indesiderata e/o materiali di risulta (laterizi, pietre, calcinacci, materiali estranei, ecc.) l'Impresa provvederà ad eliminare completamente tali elementi di disturbo alle operazioni d'impianto.
In particolare gli interventi sulla vegetazione indesiderata, sia essa arborea od arbustiva, saranno eseguiti nel rispetto delle "prescrizioni di massima e di Polizia Forestale territorialmente competente".
Per il taglio delle sole piante arboree latifoglie, è richiesto anche la rimozione della ceppaia.
Questa avverrà con impiego di trivella trituratrice avente diametro minimo di 0,50 m, per una profondità di 0,70 m, allo scopo di evitare l'assoluto ricaccio di polloni; l'Impresa dovrà provvedere, successivamente, al ripristino del profilo naturale del terreno.
Nel corso della pulizia generale del sito d'impianto, ove i documenti contrattuali lo prevedano, l'Impresa dovrà provvedere a recuperare e/o conservare, anche con interventi di dendrochirurgia, eventuali piante di particolare valore estetico esistenti nell'area da sistemare.
Contemporaneamente allo sgombero del materiale legnoso di risulta, si dovrà effettuare anche lo sgombero delle ramaglie, delle frasche e del materiale estraneo presente.
L'Impresa, per il trasporto e il successivo conferimento a discarica dovrà attenersi a quanto disposto dalle norme vigenti in materia di Smaltimento dei Rifiuti.

b) Lavorazione del terreno

Qualora le condizioni dell'area e/o la valenza ed il tipo d'impianto lo richiedano, il progetto prevederà interventi di preparazione agraria del terreno dove andrà eseguito l'impianto.
Si dovrà provvedere a lavorare il terreno fino ad una profondità massima di 30-40 cm. La lavorazione dovrà di norma essere eseguita con mezzi meccanici e potrà essere una semplice fresatura o un intervento d'areazione o decompattamento con "ripper". Nel corso di quest'operazione l'Impresa dovrà rimuovere gli eventuali ostacoli sotterranei (sassi, pietre, radici, ecc.) che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori, provvedendo anche ad accantonare e conservare, su ordine della Direzione Lavori, eventuali preesistenze naturali con particolare valore estetico (rocce, massi, ecc.) e tutti gli altri materiali che possano essere utilizzati nella sistemazione.

L'esecuzione delle lavorazioni avverrà in periodo d'andamento climatico favorevole, in funzione anche della natura del terreno il quale si deve trovare in tempera (40-50% della capacità totale per l'acqua).

c) Correzione, Ammendamento, Concimazione di fondo e impiego di Fitofarmaci

In occasione della lavorazione l'Impresa dovrà incorporare nel terreno, a mezzo d'interventi leggeri (30-40 cm di profondità), le sostanze (correttivi, ammendanti, concimi per concimazioni di fondo, fitofarmaci) necessarie.

Le sostanze usate dovranno essere trasportate in cantiere nella confezione originale della fabbrica e risultare comunque a titolo o principio attivo ben definito e in caso di concimi complessi, avere il rapporto azoto-fosforo-potassio chiaramente indicato.

Prima dell'esecuzione degli interventi l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori affinché questa possa disporre per eventuali controlli in merito ai prodotti e alle modalità di lavoro.

29.3.3 - Tracciamenti

Dopo aver eseguito le operazioni di preparazione e comunque prima della messa a dimora delle piante, l'Impresa sulla scorta dei disegni di progetto, predisporrà, a sua cura e spese, la picchettatura delle aree d'impianto segnando con picchetti la posizione nella quale dovranno essere eseguite le piantagioni singole quali alberi, arbusti ed altre piante e tracciando sul terreno il perimetro delle piantagioni omogenee (tappezzanti, siepi, macchie d'arbusti rimboschimenti, ecc.).

Prima di procedere alle operazioni di piantagione, dovrà comunque ottenere il benestare della Direzione dei Lavori.

29.3.4 - Esecuzione degli impianti

a) Trasporto del materiale vivaistico

Il trasporto del materiale vivaistico deve essere effettuato con tutte le precauzioni necessarie, affinché giunga sul luogo d'impiego nelle migliori condizioni.

Il tempo intercorrente fra il prelievo in vivaio e la messa a dimora deve essere il più breve possibile e anche in questo caso devono comunque essere prese tutte le precauzioni necessarie per la conservazione delle piante e per evitare traumi o disseccamenti, nonché danni da gelo.

b) Preparazione del materiale vivaistico prima della messa a dimora

Prima della messa a dimora le eventuali piccole e limitate lesioni del tronco dovranno essere curate nei modi più opportuni.

Per il materiale da fornirsi a radice nuda occorre sottoporre le radici ad una moderata potatura, in modo tale da eliminare quelle lesionate, disseccate, morte o contorte, rinnovare e migliorare i tagli eseguiti in vivaio e asportare il fittone (se presente) eseguendo in tutti i casi tagli netti su tessuti sani. Nel caso che il materiale sia fornito in contenitori o in zolla, è necessario rimuovere i contenitori o gli eventuali involucri della zolla, eliminare le radici danneggiate o malformate e rimuovere parte del suolo periferico del pane di terra per consentire un miglior contatto fra lo stesso ed il terreno di riempimento della buca.

c) Messa a dimora del materiale vivaistico

Le buche per l'impianto del materiale vivaistico devono essere predisposte prima dell'arrivo del materiale stesso ed avere le dimensioni indicate nel progetto.

Nelle buche predisposte per la messa a dimora di piante arboree con altezza superiore o uguale a 1,00 m, e prima del loro posizionamento, andranno collocati i tutori. Il tutore deve affondare di almeno 0,30 m oltre il fondo della buca. In rapporto alla pianta il tutore deve essere posto in direzione opposta al vento dominante. Per piante arboree con altezza superiore o uguale a 3,00 m, in funzione del volume della

chioma, può rendersi necessaria un'armatura formata da più paletti, opportunamente controventati alla base con ulteriori paletti infissi saldamente nel terreno e sporgenti circa 0,20 m dal livello del terreno.
Qualora si dovessero presentare problemi di natura particolare (mancanza di spazio, esigenze estetiche, ecc.) i pali di sostegno, su autorizzazione della Direzione Lavori, potranno essere sostituiti con ancoraggi in corda d'acciaio muniti di tendifilo.
Sul fondo della buca aperta per la messa a dimora di ciascuna delle categorie di cui si compone il materiale vivaistico, dovrà quindi essere posto del terreno vegetale, con l'esclusione di ciottoli e/o di materiali comunque impropri per la vegetazione, sul quale sarà sistemato l'apparato vegetale. Tutte le categorie di materiale vivaistico devono essere collocate nella buca in modo tale che il colletto si trovi a livello del fondo della conca d'irrigazione. Il terreno da utilizzare per il definitivo riempimento della buca, dovrà essere mescolato con un adeguato quantitativo di concimi minerali complessi, del tipo azotati a lenta cessione o ritardati e concime organico, o torba nei quantitativi necessari.
La compattazione del terreno di riempimento dovrà essere eseguita con cura e per strati successivi in modo da non danneggiare le radici, non squilibrare la pianta, che deve restare dritta e non creare sacche d'aria. La terra al piede della pianta va inoltre sistemata in modo tale da formare intorno al colletto una piccola conca (formella) d'irrigazione. Per favorire il compattamento del terreno di riempimento ed il perfetto assestamento dello stesso attorno alle radici, si dovrà irrigare abbondantemente la pianta messa a dimora attraverso l'apposita conca. Come indicazioni di massima, la quantità d'acqua necessaria alle diverse categorie di soggetti vegetali, per questo tipo d'irrigazione, sono le seguenti:

Tipologia vegetale	***altezza del materiale***	***volume di acqua / individuo***
alberi	oltre i 3,00 m	35 - 50 l
alberi	fino a 3,00 m	10 - 15 l
piantine forestali, arbusti	-	5 - 8 l

Le legature fra la pianta arborea e il tutore dovranno essere disposte in modo che attraverso la loro azione, il tutore serva d'appoggio alle piante. La legatura più alta va quindi disposta di norma a circa 0,20 m al di sotto delle prime ramificazioni, la più bassa ad un metro dal suolo. Per evitare danni alla corteccia è indispensabile interporre, fra tutore e fusto, un idoneo cuscinetto antifrizione in materiale adatto.
A livello della chioma dovranno essere eliminati i rametti danneggiati, troppo deboli, molto vicini, avendo cura di stabilire un equilibrio tra la porzione aerea e quella radicale ed eseguendo un taglio di formazione della chioma, in modo da conferire la forma desiderata rispettando l'habitus naturale della specie.
Dopo il trapianto, la pianta deve risultare ben ferma così da poter radicare regolarmente senza il pericolo di rottura delle radici sottili di nuova formazione.
Nuclei arbustivi radi
Gli arbusti verranno messi a dimora secondo una maglia triangolare equilatera di 2 m di lato a costituire gruppi pluri-specifici 10 esemplari secondo lo schema di disposizione delle specie di seguito riportato (utilizzo di arbusti di limitate dimensioni, in contenitore, con h all'impianto pari a 40 cm).

Nuclei arbustivi in prossimità del corso d'acqua

Gli arbusti verranno messi a dimora secondo una maglia triangolare equilatera di 2 m di lato a costituire gruppi pluri-specifici di 12 esemplari secondo lo schema di disposizione delle specie di seguito riportato (utilizzo di arbusti di limitate dimensioni, in contenitore, con h all'impianto pari a 40 cm).

29.3.5 - Impianto di tappeti erbosi e/o zolle

Prima della messa a dimora dei tappeti erbosi l'Impresa deve preparare un adeguato letto di posa per il tappeto stesso.

Il terreno dovrà essere lavorato per una profondità di almeno 15 cm, debitamente liberato da qualsiasi materiale di rifiuto (pietrame, cocci, radici, ecc.) e dovrà risultare finemente sminuzzato ed opportunamente livellato.

Contemporaneamente a tali lavorazioni l'Impresa dovrà effettuare la somministrazione di almeno 5 q/ha di concime ternario (N - P - K) a titolo 10 - 10 - 15.

Il materiale, sia esso in strisce che in zolle, dovrà essere disposto a file, con giunti sfalsati tra fila e fila, in modo da non presentare soluzioni di continuità fra striscia e striscia o fra zolla e zolla; in tal senso l'Impresa dovrà provvedere allo spandimento di un'opportuna quantità di terriccio (composto con terra di coltivo, sabbia e torba) al fine di sigillare il tappeto erboso nei punti di giunzione, compattando il tutto con battitura o rullatura così da risultare perfettamente assestato.

Inoltre l'Impresa, a seconda dell'epoca d'impianto e a prescindere dall'andamento stagionale, dovrà provvedere ad un'abbondante irrigazione d'impianto, assicurando un minimo di 20-25 l/m^2 così da ottenere un completo assestamento del tappeto posto in opera.

29.3.6 - Semine di prati

La realizzazione del manto erboso potrà essere eseguita con metodo secco (semina manuale o meccanica) o con metodo umido (idrosemina con attrezzature a pressione).

- Metodo secco: l'Impresa è tenuta a provvedere alla preparazione del terreno su cui sarà eseguita la semina; questo dovrà risultare debitamente liberato da qualsiasi materiale di rifiuto (pietrame, cocci, radici, ecc.) e finemente sminuzzato.

Contemporaneamente a tali lavorazioni l'Impresa dovrà somministrare almeno 5 q/ha di concime binario (P - K) a titolo 18-20 e procedere alla semina del miscuglio, opportunamente mescolato, nel quantitativo e nelle specie previste dai documenti contrattuali. Successivamente il terreno dovrà essere sottoposto a leggera rastrellatura manuale o meccanica per favorire l'interramento del concime e del miscuglio, seguita da un'opportuna rullatura per la perfetta adesione dei materiali con il terreno.

Su pendii leggeri o superfici pianeggianti si può ricorrere alla semina meccanizzata.

A germinazione avvenuta, l'Impresa è tenuta a somministrare almeno 2 q/ha di concime azotato con titolo 15/16.

L'Impresa è tenuta a dare tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare l'eventuale prelevamento di campioni e possa verificare la qualità e la quantità prescritta, restando comunque a suo carico le eventuali operazioni di risemina, nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.

- Metodo umido o idrosemina: in tutte le situazioni che per giacitura, per le insufficienti caratteristiche fisico-chimiche dei terreni e per la scarsa accessibilità, nelle quali è difficoltoso o sconsigliabile l'impiego del metodo secco, i documenti contrattuali prescriveranno l'idrosemina.

L'Impresa procederà al rivestimento di tali superfici mediante lo spargimento meccanico a mezzo d'idroseminatrice a pressione, in grado di effettuare l'irrorazione a distanza, con diametro degli ugelli tale da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali.

Con l'idrosemina s'irrora una miscela in soluzione acquosa costituita da:

- acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- miscela di sementi nel quantitativo e specie previsti nel progetto;

- collante in quantità idonea al fissaggio dei semi e alla creazione di una pellicola antierosiva sulla superficie del terreno, senza inibire la crescita e favorendo il trattenimento dell'acqua nel terreno nelle fasi iniziali di sviluppo;
- concime organico e/o inorganico nella quantità e qualità prevista nei documenti contrattuali;
- altri ammendanti e inoculi nella quantità e qualità prevista nei documenti contrattuali.

La miscelazione dei componenti dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna, alla presenza della Direzione Lavori.

Anche per questo metodo, l'Impresa è tenuta a dare tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare il prelevamento di campioni e possa verificarne la qualità e la quantità prescritta, restando in ogni modo a suo carico le eventuali operazioni di risemina, nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.

29.3.7 - Rimboschimento con semenzali e impianto di talee

Sulle superfici preparate e concimate come ai precedenti punti, l'Impresa procederà all'impianto di semenzali o talee, secondo le previsioni di progetto e/o le prescrizioni della Direzione Lavori, in ragione di cinque/sei piantine per metro quadrato, disposte a quinconce su file parallele al ciglio strada.

L'Impresa è libera di effettuare l'impianto nel periodo che riterrà più opportuno, tenuto conto naturalmente del tempo previsto per l'ultimazione dei lavori, restando comunque a suo carico l'onere della sostituzione delle fallanze.

L'impianto potrà essere fatto a mano od a macchina, comunque in modo tale da poter garantire l'attecchimento ed il successivo sviluppo regolare e rapido. Prima della messa a dimora delle piantine a radice nuda, l'Impresa avrà cura di regolare l'apparato radicale, rinfrescando il taglio delle radici ed eliminando le ramificazioni che si presentassero appassite, perite o eccessivamente sviluppate, impiegando forbici a doppio taglio ben affilate.

Sarà inoltre cura dell'Impresa trattare l'apparato radicale con una miscela di terra argillosa e letame bovino diluita in acqua.

L'Impresa avrà cura di approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato, in maniera da evitare fermentazioni e disseccamenti durante il trasporto. Le piantine o talee dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessarie al buon attecchimento.

Negli impianti di talee, queste dovranno risultare del diametro minimo di 1,5 cm, di taglio fresco ed allo stato verde e tale da garantire il ripollonamento.

Qualora i materiali non rispondessero alle caratteristiche di cui sopra la Direzione Lavori n'ordinerà l'allontanamento dal cantiere.

29.3.8 - Protezione di scarpate in trincea mediante stuoie biodegradabili paglia e fibre vegetali

Su scarpate in trincea, precedentemente preparate (asportazione di pietre, radici e vegetazione infestante, regolarizzazione del terreno) e seminate, l'Impresa stenderà le stuoie, srotolandole lungo le linee di massima pendenza, sovrapponendole sui bordi longitudinali per almeno 10-15 cm ed interrandole sui bordi superiore ed inferiore in trincee della profondità di almeno 20 cm. Le stuoie, costituite da una stuoia di paglia e fibre vegetali contenuta fra due reti di polipropilene del peso di 1,00 Kg per metro quadrato, dovranno essere ancorate al terreno mediante picchetti in ferro tondo Ø 8 mm, sagomati ad U, della lunghezza di 50 cm, disposti lungo le linee di sovrapposizioni delle stuoie, in ragione di due picchetti per metro quadrato.

29.3.9 - Protezione di scarpate in trincea mediante stuoie in materiale termoplastico.

Preliminarmente l'Impresa dovrà regolarizzare le scarpate asportando pietre, radici e vegetazione infestante, colmando le buche e spianando i rilievi.

Procederà quindi alla stesa della stuoia costituita da monofilamenti in poliammide resistente ai raggi UV, aggrovigliati e termosaldati.

La stuoia è strutturata in due strati tra loro termosaldati nei punti di contatto: lo strato superiore a maglia tridimensionale e quello inferiore a maglia piatta, per uno spessore complessivo non inferiore a 18 mm e peso a metro quadrato di 0,40-0,45 Kg.

Le stuoie dovranno essere srotolate lungo le linee di massima pendenza, sovrapponendole sui bordi longitudinali per almeno 10 - 15 cm ed interrandole sui bordi superiore ed inferiore in trincee della profondità di almeno 20 cm.

Dovranno aderire perfettamente al terreno di posa ed esservi ancorate con picchetti in ferro tondo del diametro di 8 mm, sagomati ad U, della lunghezza di 50 cm, disposti lungo le linee di sovrapposizione delle stuoie, in ragione di due picchetti per metro quadrato.

Completata la posa in opera, le stuoie dovranno essere interrate con uno strato di terra vegetale dello spessore medio di 5 cm che dovrà intasare completamente gli alveoli della struttura.

29.3.10 - Rivestimento di scarpate in roccia con rete metallica

Le scarpate di scavi in roccia dovranno essere rivestite con rete metallica ad alta resistenza a maglia esagonale a doppia torsione, in filo d'acciaio zincato del diametro di 3 mm.

Ogni partita di rete dovrà essere sottoposta a controlli secondo il disposto delle presenti Norme; la quantità di zinco per m² di superficie zincata dovrà risultare uguale o superiore a 270 gr.

La rete dovrà essere stesa sulle scarpate disponendo i teli secondo le linee di massima pendenza; dovrà essere ancorata in sommità entro un cordolo in conglomerato cementizio di tipo III con Rck $\geq$ 25 MPa, della sezione di 20 x 30 cm, corrente per tutto lo sviluppo del rivestimento; intorno all'armatura del cordolo, costituita da un tondo in acciaio, dovrà essere ripiegata la rete.

I teli dovranno essere accuratamente legati tra di loro nei punti di giunzione con filo d'acciaio zincato del diametro uguale al filo della rete, così da dare continuità al rivestimento.

Si dovrà provvedere quindi all'ancoraggio della rete alla parete mediante cambre in tondini d'acciaio zincato della lunghezza di almeno 30 cm e del diametro di 16 mm, posti in opera entro fori di profondità minima di 20 cm, sigillati con malta di cemento. La frequenza degli ancoraggi in parete dovrà essere in media di uno per metro quadrato di rete; alla base del rivestimento dovrà essere realizzata una fila d'ancoraggi tra loro distanti mediamente un metro. Nell'esecuzione dei fori l'Impresa dovrà avere cura di posizionarli nei punti dove la roccia si presenta più sana e compatta.

29.3.11 - Miscuglio di inerbimento mediante idrosemina

Gli inerbimenti verranno realizzati mediante idrosemina e verrà utilizzata una composizione specifica "tipo Wildflowers" con elevata valenza estetico-paesaggistica ed in grado di offrire, al contempo, una serie di opportunità per la micro e mesofauna (fiori e nettare per entomofauna impollinatrice e farfalle, semi per gli uccelli e piccoli roditori, ecc.).

29.4 - Manutenzione degli impianti e cure colturali

Dopo aver eseguito i lavori previsti nei documenti d'appalto, l'Impresa dovrà eseguire a sua cura e spese, tutta una serie di lavori di manutenzione e di pratiche colturali, atte a garantire la piena efficienza degli impianti per un periodo non inferiore a 2 stagioni vegetative dall'ultimazione dei lavori, compresivi anche degli oneri per la sostituzione delle eventuali fallanze.
In particolare si precisa che le specie prescelte per la sistemazione in argomento sono adatte alla specifica zona fitoclimatica attraversata dal tronco autostradale e pertanto dovranno essere allevate e governate rispettando la forma naturale delle specie stesse, senza ricorrere a particolari forme di potatura ed allevamento a meno che non sia stato espressamente richiesto dai documenti d'appalto.
Durante il periodo di manutenzione, l'Impresa dovrà offrire tutta la propria esperienza professionale, al fine di ottenere un impianto per quanto possibile perfetto, effettuando tutte le cure colturali e di manutenzione, senza che la Direzione dei Lavori debba sollecitare di volta in volta i diversi interventi che si rendessero necessari.
Per questo motivo l'Impresa dovrà attenersi, nel modo più scrupoloso, alla migliore tecnica che consenta di garantire appieno, l'attecchimento ed il rapido sviluppo delle piante collocate a dimora e la buona riuscita di tutti i lavori eseguiti.
Le pratiche colturali che dovranno essere eseguite dall'Impresa, con la tecnica più razionale e con la più sollecita tempestività, sono le seguenti:

A - per la manutenzione di piante arboree, arbustive, rampicanti, tappezzanti e degli "esemplari"
1 - Sostituzione fallanze;
2 - Ripristino conche d'irrigazione, rincalzi delle piante e ripristino tutorazioni e ancoraggi;
3 - Potature e spollonature;
4 - Scerbature e sarchiature.

B - per la manutenzione dei prati seminati e dei tappeti erbosi a strisce e/o zolle
5 - Taglio delle erbe nelle zone seminate e tosatura dei tappeti erbosi;
6 - Rinnovo parti difettose nelle zone seminate e nei tappeti erbosi.

C - per la manutenzione sia delle piante arboree, arbustive, rampicanti, tappezzanti e degli "esemplari" sia dei prati seminati dei tappeti erbosi a strisce e/o zolle e delle relative zone d'impianto
7 - Concimazioni chimiche;
8 - Trattamenti anticrittogamici e insetticidi;
9 - Adacquamenti;
10 - Assolcature e ripristino danni causati da erosione.

1) Sostituzione delle fallanze

Le piante che per qualsiasi ragione non avessero attecchito dovranno essere sostituite, a cura e spese dell'Impresa, con soggetti della stessa specie e/o entità sottospecifica. Le dimensioni delle piante impiegate per le sostituzioni delle fallanze dovranno essere superiori a quelle previste in progetto e poste in opera al momento dell'impianto e comunque tali da ottenere, con le piante non fallite e aventi un diverso sviluppo di quello che avevano inizialmente, un insieme omogeneo, identico come struttura, a quello previsto in progetto. La sostituzione delle fallanze dovrà avvenire alla prima stagione favorevole all'impianto, dopo che si saranno verificate le fallanze stesse.
A tale fine la Direzione dei Lavori, prima del riposo invernale, provvederà in contraddittorio con l'Impresa all'accertamento delle piante morte e alla definizione delle altezze d'impiego. L'Impresa stessa avrà cura di effettuare immediatamente lo sgombero delle piante fallite per evitare dubbi sulle sostituzioni da eseguire.
2) Ripristino conche d'irrigazione, rincalzi delle piante e ripristino tutorazioni e ancoraggi

Le conche d'irrigazione, realizzate al piede delle piante all'atto della messa a dimora, devono essere tenute costantemente efficienti e pulite e se necessario ripristinate.
Anche i tutori, che per qualsiasi ragione venissero ad essere manomessi o resi inservibili, dovranno essere sostituiti. Parimenti dovranno essere controllati i sistemi di legatura agli ancoraggi, garantendo la costante efficienza dei pali tutori e l'incolumità delle piante dal rischio di ferite e sgraffiature. L'Impresa deve inoltre provvedere al rincalzo delle piante e al ripristino della loro verticalità.

3) Potature e spollonature

Oltre alle normali potature da effettuarsi al momento dell'impianto per equilibrare la parte aerea con quella radicale, l'Impresa avrà cura di effettuare nei momenti opportuni gli interventi di potatura di formazione, di taglio di rami secchi e rimonda di parti ammalate e di spollonatura dei succhioni, il tutto al fine di equilibrare lo sviluppo delle piante.

4) Scerbature e sarchiature

Il terreno attorno alle piante poste a dimora dovrà risultare costantemente libero da erbe infestanti per una superficie media di 1 m^2 per ogni pianta arbustiva, tappezzante e rampicante e di 2 m^2 per ognuna di quelle a portamento arboreo.
Per le sole piante poste a dimora a semplice o doppio filare nell'aiuola centrale spartitraffico, la fascia di terreno sgombra da erbe infestanti non dovrà mai risultare inferiore a 1 m^2 per metro lineare di siepe.

a) - Le operazioni saranno di scerbatura nel caso d'impianti di siepe spartitraffico allestita in doppio New Jersey e comunque d'impianti in cui sia stata realizzata una pacciamatura. Le scerbature dovranno essere eseguite ogni volta che sarà necessario per mantenere le zone sopracitate prive d'erbe infestanti.
b) - Le operazioni saranno di sarchiatura in tutti gli impianti diversi da quelli citati al precedente punto a). Le sarchiature dovranno essere eseguite ogni qualvolta il terreno di coltura si presenta costipato, riarso, poco aerato e/o coperto di vegetazione infestante.

5) Taglio delle erbe nelle zone seminate e tosatura dei tappeti erbosi

L'Impresa è obbligata ad effettuare:
- lo sfalcio nelle zone in cui è stata eseguita la semina dei prati;
- la tosatura nelle zone in cui è stato impiantato un tappeto erboso in strisce e/o zolle.

Le operazioni di sfalcio delle zone in cui è stata effettuata la semina dei prati dovranno essere eseguite per mantenere l'erba ad un'altezza media non superiore a 25 cm. Il taglio deve essere eseguito a raso del terreno, ossia a pochi centimetri sopra il colletto delle piante.
Per l'esecuzione degli sfalci, l'Impresa dovrà impiegare attrezzature con testate a martelletti che triturino l'erba in spezzoni della lunghezza massima di 50 mm e la distribuiscano uniformemente sulla superficie d'intervento.
Il tappeto erboso dovrà essere mantenuto costantemente libero da erbe infestanti e l'altezza dell'erba mantenuta entro un minimo di 5 cm e un massimo di 10 cm con le opportune tosature.
Subito dopo ciascuna tosatura l'Impresa avrà cura di effettuare una passata di rullo leggero da prato.
Almeno per ogni tre tosature o con maggior frequenza, se necessario, l'Impresa dovrà altresì effettuare spandimenti di concime minerale ternario complesso nel quantitativo di almeno 0,50 q/ha.
Sia nel caso di sfalci che di tosature la Direzione dei Lavori potrà prescrivere all'Impresa di effettuare gli interventi, atti a mantenere gli standard fissati, anche a tratti discontinui senza che questo possa costituire motivo di richiesta d'indennizzi particolari da parte dell'Impresa stessa.

6) Rinnovo parti difettose prati seminati e dei tappeti erbosi

Le superfici seminate o impiantate con tappeto erboso che per qualsiasi ragione presentino delle fallanze, una crescita irregolare, difettosa o comunque insufficiente, dovranno essere riseminate o impiantate di nuovo dall'Impresa, nel periodo e nelle condizioni climatiche più opportune.

7) Concimazioni chimiche

Oltre alle concimazioni minerali ed organiche previste negli articoli inerenti la concimazione di fondo e messa a dimora del materiale vivaistico, l'Impresa avrà cura di somministrare concimi a pronto effetto, preferibilmente ad assorbimento fogliare, qualora lo stato vegetativo delle piante messe a dimora possa pregiudicare l'attecchimento delle singole piante e comunque la riuscita dell'impianto.

8) Trattamenti anticrittogamici ed insetticidi

L'Impresa è tenuta ad eseguire con tempestività i trattamenti anticrittogamici ed insetticidi, sia profilattici che terapeutici, non appena ci siano i sintomi di una qualsiasi patologia e/o di danni dovuti ad insetti. Qualora se ne presenti la necessità l'Impresa dovrà inoltre provvedere alla disinfestazione ed all'allontanamento d'insetti ed animali anche rifugiati nel terreno.

Le attrezzature impiegate per queste operazioni dovranno essere del tutto compatibili con la sicurezza della viabilità autostradale e conformi alle Leggi vigenti in materia.

L'Impresa assume ogni responsabilità per il mancato intervento, per l'adozione di fitofarmaci non adatti, per il cattivo uso dei prodotti dovuto alla negligenza degli operatori o comunque per l'impiego di fitofarmaci senza una giustificazione tecnica profilattica.

9) Adacquamenti

Anche se le piante previste sono state scelte per la particolare zona fitoclimatica attraversata dall'autostrada, quindi adatte all'ambiente e da allevare senza particolari artifici, non è escluso che, specialmente nelle prime fasi d'impianto, sia necessario ricorrere a adacquamenti di soccorso. Questi saranno fatti nel modo più tempestivo, in abbondanza e senza che la Direzione dei Lavori sia costretta ad emanare particolari disposizioni al riguardo. Sarà a carico dell'Impresa il reperimento, il trasporto dell'acqua d'irrigazione e tutto quanto occorre per la somministrazione e distribuzione.

10) Assolcature e Ripristino danni causati da erosione

Affinché le acque piovane o d'irrigazione possano agevolmente defluire o penetrare nel terreno uniformemente senza provocare danni per erosioni, ruscellamenti, smottamenti ecc., l'Impresa è tenuta ad eseguire delle opportune assolcature. L'Impresa è comunque tenuta a ripristinare e conguagliare le aree oggetto di sistemazione a verde nel caso in cui si verifichino danni per erosioni, ruscellamenti, smottamenti ecc..

Art. 30 - Barriere di sicurezza

30.1 - Premesse

I progetti e le relative esecuzioni devono attenersi rigorosamente a quanto prescritto:

- dal Decreto Ministeriale dei Lavori Pubblici n. 223 del 18 febbraio 1992 recante istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;
- dal decreto ministeriale 15 ottobre 1996, con il quale sono state aggiornate le istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;
- dal decreto ministeriale 3 giugno 1998, con il quale sono state nuovamente aggiornatele istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;

- dal decreto ministeriale 11 giugno 1999, con il quale sono state integrate e modificate alcune disposizioni di carattere amministrativo del decreto 3 giugno 1998 ed apportati alcuni aggiornamenti tecnici a talune disposizioni delle allegate istruzioni;
- dal decreto ministeriale 2 agosto 2001, con il quale è stato modificato il termine di due anni previsto dall'art.3 del decreto 11 giugno 1999 per l'acquisto dell'efficacia operativa delle istruzioni tecniche allegate al decreto 3 giugno 1998, con quello di un anno dalla pubblicazione del medesimo decreto 2 agosto 2001;
- dal decreto ministeriale 23 dicembre 2002, n.3639, con il quale è stato ulteriormente modificato il termine annuale previsto dal citato decreto 2 agosto 2001, con quello di un anno dalla pubblicazione del medesimo decreto 23 dicembre 2002;
- dalla direttiva n.89/106/CEE, e successive modificazioni, relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri concernenti i prodotti da costruzione; vista la norma UNI EN 1317, parte 1, del maggio 2000, inerente "Terminologia e criteri generali per i metodi di prova" per le barriere di sicurezza stradale;
- dalla norma UNI EN 1317, parte 2, dell'aprile 1998, inerente "Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza";
- dalla norma UNI EN 1317, parte 3, del gennaio 2002, inerente "Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulle prove di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto;
- dalla norma UNI EN 1317, parte 4, del maggio 2003, inerente "Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza";
- dal decreto n. 2367 del 21 giugno 2004 "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale".

Le barriere ed i dispositivi, a seconda della loro destinazione ed ubicazione, devono corrispondere a quanto prescritto nelle "Istruzioni Tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali" allegate al Decreto sopracitato e aggiornate periodicamente ai sensi dell'art. 8 del medesimo Decreto.

Le protezioni dovranno essere realizzate secondo quanto previsto dal progetto e con dispositivi che abbiano conseguito il Certificato d'Omologazione rilasciato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti – Direzione Generale della Motorizzazione e della Sicurezza del Trasporto Terrestre.

In attesa che le disposizioni del D.M. n. 223/92 e s.m.i. acquistino efficacia operativa per tutte le tipologie di dispositivi di sicurezza, per le tipologie per le quali non siano state ancora emanate le circolari previste dall'art. 9 del suddetto decreto ministeriale, potranno essere utilizzati dispositivi omologati ovvero per i quali dovranno essere presentati adeguati rapporti di crash test rilasciati da campi prova dotati di certificazione secondo le norme ISO EN 17025 che certifichino la rispondenza dei dispositivi stessi alle norme UNI EN 1317 parti 1, 2, 3 e 4.

Gli interventi compreso quelli relativi alle barriere amovibili, nonostante la mobilità del sistema, avranno le caratteristiche dell'impianto di tipo "definitivo" per cui il materiale impiegato, in particolare per le barriere metalliche, dovrà essere esclusivamente di nuova produzione.

Ai fini della produzione ed accettazione, tutti i dispositivi di sicurezza, omolagati o meno, secondo quanto previsto dal DM n. 223/92 e s.m.i. e delle relative "Istruzioni Tecniche", dovranno essere costruiti da produttori dotati di un sistema di controllo della produzione in fabbrica certificato ai sensi delle norme della serie ISO EN 9000:2000, con specifico riferimento alla produzione di barriere.

Tutti i componenti di un dispositvo di ritenuta devono avere adeguata durabilità mantenendo i loro requisiti prestazionali nel tempo sotto l'influenza di tutte le azioni prevedibili.
Per la produzione di serie delle barriere di sicurezza e degli altri dispositivi di ritenuta, i materiali ed i componenti dovranno avere le caratteristiche costruttive descritte nel progetto del prototipo allegato ai certificati di omologazione, nei limiti delle tolleranze previste dalle norme vigenti o dal progettista del dispositivo all'atto della richiesta di omologazione.
All'atto dell'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali, le caratteristiche costitutive dei materiali impiegati dovranno essere certificate mediante prove di laboratorio. Dovranno inoltre essere allegate le corrispondenti dichiarazioni di conformità dei produttori alle relative specifiche tecniche di prodotto.
Le barriere e gli altri dispositivi di ritenuta omologati ed installati su strada dovranno essere identificati attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 metri di installazione) o sul dispositivo, e riportante la denominazione della barriera o del dispositivo omologato, il numero di omologazione ed il nome del produttore. Una volta conseguita l'armonizzazione della norma EN 1317 e divenuta obbligatoria la marcatura CE, le informazioni da apporre sul contrassegno saranno quelle previste nella stessa norma EN 1317, parte 5.
I dispositivi di sicurezza dovranno essere posati in opera nel rispetto di quanto previsto nel certificato di omologazione, nella documentazione di progetto depositato ai fini dell'ottenimento dell'omologazione, nella documentazione delle prove di crash e nel manuale per l'utilizzo e l'installazione fornito dalla Ditta intestataria del certificato stesso.
Nell'installazione sono tollerate piccole variazioni, rispetto a quanto indicato nei certificati di omologazione, conseguenti alla natura del terreno di supporto o alla morfologia della strada (ad esempio: infissione ridotta di qualche paletto o tirafondo; inserimento di parte dei paletti in conglomerati cementizi di canalette; eliminazione di supporti localizzati conseguente alla coincidente presenza di caditoie per l'acqua o simili). Altre variazioni di maggior entità e comunque limitate esclusivamente alle modalità di ancoraggio del dispositivo di supporto sono possibili solo se previste in progetto, come riportato nell'art.6.
Alla fine della posa in opera dei dispositivi, dovrà essere effettuata una verifica in contraddittorio da parte della ditta installatrice, nella persona del suo Responsabile Tecnico, e da parte del Direttore Lavori anche in riferimento ai materiali costituenti il dispositivo. Tale verifica dovrà risultare da un certificato di corretta posa in opera sottoscritto dalle parti.

30.2 – Documentazione richiesta

Per quanto riguarda le barriere di sicurezza, prima dell'inizio dei relativi lavori, l'appaltatore dovrà trasmettere alla direzione lavori, tra l'altro, la seguente documentazione:

- Marcatura CE e Dichiarazione di prestazione del prodotto (DOP);
- rapporti di crash test secondo la norma UNI EN 1317, parti 1, 2, 3 e 4 rilasciati da campi prova dotati di certificazione secondo la norma ISO EN 17025 ovvero Certificato di omologazione ai sensi del D.M. 21 giugno 2004, o copia conforme, rilasciato dal Ministero della Infrastrutture - Dipartimento per le Infrastrutture Statali, l'Edilizia e la Regolazione dei Lavori Pubblici - Direzione Generale per le Strade ed Autostrade;
- Manuale di montaggio;
- Dichiarazione di conformità della fornitura;

- Prove di laboratorio che certifichino le caratteristiche costitutive dei materiali impiegati e corrispondenti dichiarazioni di conformità dei produttori alle relative specifiche tecniche di prodotto;
- Scheda tecnica dell'ancorante chimico (per le barriere da installare su cordoli in cls);
- Certificazione del sistema di qualità aziendale della ditta produttrice delle barriere di sicurezza, conforme alle norme della serie EN ISO 9001 e 9002 (la ditta produttrice deve essere certificata);
- Relazioni e dettagli costruttivi di tutti i raccordi previsti in progetto tra barriere da installare, compresi i raccordi con le barriere preesistenti, firmati dal produttore

Tutti i componenti di un dispositivo di ritenuta devono avere adeguata durabilità mantenendo i loro requisiti prestazionali nel tempo sotto l'influenza di tutte le azioni prevedibili.

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

Al termine dei lavori di installazione dei dispositivi, dovrà essere effettuata una verifica in contraddittorio da parte del Responsabile tecnico della ditta installatrice e del direttore dei lavori anche in riferimento ai materiali costituenti il dispositivo. Tale verifica dovrà risultare da un certificato di corretta posa in opera sottoscritto dalle parti.

Ai fini del collaudo, ai sensi dell'articolo 79, comma 17, D.P.R. 207/2010, applicabile sino alla emanazione delle linee guida previste dall'art. 83 comma 2 del medesimo decreto legislativo, l'Appaltatore dovrà presentare la certificazione del produttore attestante il corretto montaggio e la corretta installazione delle barriere.

30.3 - Barriere metalliche

30.3.1 - Accettazione dei materiali

I produttori dei dispositivi omologati devono essere specializzati e certificati in qualità aziendale secondo le norme UNI EN ISO 9001.

I materiali componenti i suddetti dispositivi omologati dovranno avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione e dovranno essere realizzati con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichiarazione di conformità di produzione che nel caso di barriere con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dall'Appaltatore e controfirmata dal Direttore Tecnico della Ditta Produttrice a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al "Certificato d'omologazione".

Questa dichiarazione dovrà essere associata, a seconda dei casi, alle altre attestazioni previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro. L'accettazione di tutti i materiali sarà regolata, inoltre, anche dalle norme descritte nei successivi articoli.

L'accettazione di tutti i materiali sarà regolata, oltre a quanto stabilito nelle premesse, anche dalle norme descritte nei successivi articoli.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dalla qualità dei materiali stessi.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati alle attestazioni nonché la regolarità delle lavorazioni.

La qualità dei materiali sarà verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

30.3.2 - Qualità dei materiali

1) Caratteristiche dell'acciaio.

L'acciaio impiegato per le barriere dovrà essere esente da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra, per qualità, spessori e finiture. La qualità deve essere di tipo UNI EN 10025 - S275 JR (ex Fe 430 B UNI 7070), o di qualità UNI EN 10025 - S235 (ex Fe 360 B UNI 7070).

L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303 : 1994 - Classe 1.

Per ogni partita di materiale impiegato, l'Impresa dovrà presentare un attestato di qualità dell'acciaio rilasciato dalla ferriera di provenienza e sottoscritto dal legale rappresentante del fornitore.

2) Tolleranze dimensionali.

Nella costruzione dei profilati d'acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI 7344/85. Per le tolleranze di spessore, si riterranno validi i valori riportati di seguito:

Lamiere o nastri fino a 3,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa ± 0,05 mm;

Lamiere o nastri da 3,50 mm a 7,00 mm - Tolleranza di spessore ammessa ± 0,10 mm;

Lamiere o nastri oltre 7,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa ± 0,15 mm.

3) Unioni bullonate.

La bulloneria impiegata dovrà essere della classe 8.8 UNI 3740.

4) Unioni saldate.

I collegamenti tra elementi metallici da effettuarsi mediante saldatura dovranno essere del tipo a penetrazione ed effettuati nel rispetto dell'articolo 2.5 delle norme CNR UNI 10011/88.

In particolare l'Impresa, qualora non espressamente descritto nei disegni di progetto, dovrà rispettare le Norme sopra richiamate, tenendo presente di volta in volta, le caratteristiche generali e particolari delle saldature stesse, ivi compresi, qualità e spessori dei materiali, procedimenti, tipi di giunto e classi di saldatura.

5) Zincatura.

Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie, secondo le norme UNI EN ISO 1461/99.

Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono riportate nel prospetto D.1 della suddetta Norma.

Lo zinco impiegato per i rivestimenti dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

6) Caratteristiche della rete e dei fili metallici.

La rete, utilizzata a complemento dei parapetti metallici, sarà realizzata con fili d'acciaio crudo UNI 3598/54, con resistenza minima unitaria di rottura di 55 kg/mm², mentre i fili di legatura saranno in acciaio dolce sempre del tipo UNI 3598/54.

La rete e i fili saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante) delle Norme UNI 7245/73. In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 gr/m².

Il rivestimento protettivo della rete e dei fili sarà costituito da zinco di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74, oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio. In questo caso la percentuale d'alluminio presente nella lega non dovrà superare il 5%.

30.3.3 - Modalità d'esecuzione

a) Barriere per banchine centrali e laterali

La barriera sarà posizionata in modo che il filo dell'onda superiore del nastro cada entro il margine della pavimentazione stradale.

I nastri saranno collegati fra di loro ed ai sostegni mediante bulloni con esclusione di saldature; il collegamento tra i nastri sarà fatto tenendo conto del senso di marcia in maniera che ogni elemento sia sovrapposto al successivo per evitare risalti contro la direzione del traffico.

Il serraggio dei bulloni potrà avvenire anche con chiave pneumatica purché sia assicurata una coppia finale di almeno 10 kg•m da verificare con chiave dinamometrica su un proporzionato numero di bulloni.

Sul bordo superiore dei nastri saranno applicati dei delineatori con elementi rifrangenti segnalimite, i quali dovranno essere preventivamente omologati secondo le norme vigenti ed accettati dalla Direzione Lavori.

Saranno costituiti da un supporto in lamiera e da catadiottri in metacrilato di colore arancione, composti da un catadiottro, quelli da porre in destra al senso di marcia, da due catadiottri sovrapposti quelli da porre in sinistra. I suddetti saranno applicati alle barriere mediante sistemi a morsetto senza interessare la bulloneria delle stesse.

Per la viabilità ordinaria saranno invece utilizzati quelli di tipo bifacciale bianco/rosso con caratteristiche simili ai precedenti.

I sostegni saranno infissi con idonea attrezzatura vibrante o a percussione fino alla profondità necessaria per il rispetto della quota stabilita, avendo cura di non deformare la testa del sostegno ed ottenere l'assoluta verticalità finale, facendo in modo che le alette del sostegno siano posizionate in senso contrario a quello del traffico.

Quando per la presenza di trovanti o eccessiva consistenza del terreno non risulti possibile l'infissione, sarà ammesso il taglio della parte eccedente del sostegno e la formazione in sito del nuovo foro di collegamento, sempreché la parte infissa risulti superiore a 50 cm, senza riconoscere all'Impresa alcun compenso.

Qualora il rifiuto interessi più sostegni contigui fino ad un massimo di sei, l'Impresa è tenuta a sospendere l'infissione e avvertire tempestivamente la Direzione Lavori perché questa possa assumere le decisioni circa i criteri d'ancoraggio da adottare.

Le cavità eventualmente formatisi alla base dei sostegni dopo l'infissione, a seconda della natura della sede, dovranno essere intasate con materiale inerte costipato o chiuse con malte di cemento.

In caso di carenza di vincolo od altre particolari situazioni, la Direzione Lavori potrà richiedere l'adozione d'adeguate opere di rinforzo.

Lungo il tracciato della barriera possono esistere cavi elettrici, telefonici e altri, per cui l'Impresa è tenuta a chiedere agli Enti interessati, in accordo con la Direzione Lavori, le necessarie indicazioni per la loro individuazione ed operare con le dovute cautele.

In ogni caso eventuali danni arrecati agli impianti predetti ed eventuali oneri per l'individuazione dei cavi stessi sono totalmente a carico dell'Impresa restando la Società sollevata da ogni responsabilità ed onere conseguente.

Sono a carico dell'Impresa le eventuali riprese d'allineamento e rimessa in quota delle barriere per il periodo sino al collaudo ancorché ciò dipenda da limitati cedimenti della sede stradale e la ripresa possa essere eseguita operando sulle tolleranze dei fori di collegamento.

Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità d'installazione da parte dell'Impresa, controfirmata dal Direttore Tecnico dell'eventuale Impresa Installatrice che garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato d'omologazione".

Questa dichiarazione dovrà essere associata alle altre attestazioni previste dalla normativa vigente in termini di controllo qualità ed altro.
Nel caso di sostituzione di barriera esistente, l'eventuale smontaggio dovrà essere effettuato con cura senza causare rotture o danni. Eventuali danni o perdite saranno imputate all'Impresa.
Le banchine in terra e le cunette in calcestruzzo, sede dei montanti estratti, dovranno essere perfettamente ripristinate ed ogni detrito o materiale di scarto trasportato a rifiuto a cura e spese dell'Impresa.
Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Stazione appaltante e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi o portato a discarica, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori, sempre a cura e spese dell'Impresa.
Alla rimozione dovrà seguire prontamente il montaggio delle nuove barriere in modo da non lasciare tratti d'autostrada senza protezione.

b) Barriere per opere d'arte

La posa in opera delle barriere sulle opere d'arte sarà effettuata mediante montanti con piastra, inghisati per mezzo di contropiastra di base o per mezzo di tirafondi nel cordolo di calcestruzzo.
In caso di presenza di traffico l'Impresa dovrà adottare tutti i sistemi e le precauzioni per evitare sia interruzioni nel transito dei veicoli che la caduta d'oggetti e materiali.
Nel caso di sostituzione di barriera esistente, ai lavori di smontaggio dovranno seguire, nel tempo strettamente necessario, i lavori d'installazione in modo da non lasciare parti di parapetto prive di protezione.
I fori d'alloggio dei nuovi montanti dovranno essere eseguiti con carotatrice idraulica e quindi riempiti con betoncino reoplastico.
Il fissaggio della rete di protezione dovrà essere fatto con particolare cura affinché aderisca ai montanti ed ai correnti in modo uniforme ed essere ben tesata evitando la formazione d'ondulazioni o bombature di qualsiasi genere.
Le eventuali giunzioni tra due teli di rete dovranno avvenire possibilmente in corrispondenza dei montanti, sovrapponendo almeno due maglie e ripiegando a gancio tutti i fili orizzontali di entrambi i teli.
I bordi terminali della rete dovranno essere ripiegati sui montanti d'estremità ad evitare che i fili presentino pericolo d'agganciamento.
Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Stazione appaltante e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi o portati a discarica, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori, sempre a cura e spese dell'Impresa.

c) Barriere mobili per chiusura varchi dello spartitraffico centrale

La barriera mobile, salvo indicazioni particolari, sarà posizionata sull'asse dello spartitraffico centrale e in ogni caso in maniera che il filo della pedana d'appoggio cada entro il limite della linea bianca continua del by pass.
La barriera sarà appoggiata su una pavimentazione in asfalto priva di gradini e quant'altro possa impedire il movimento su ruote degli elementi costituenti la suddetta barriera.
Il tubo del giunto snodabile dovrà essere rimovibili manualmente.
Gli estremi della barriera saranno ancorati al suolo mediante un tubo cilindrico, metallico, infisso nel terreno, dopo un carotaggio d'opportuna profondità e diametro, eseguito con idonea attrezzatura vibrante o a percussione avendo cura che lo stesso non subisca deformazioni che impediscano l'inserimento del sostegno metallico cui fa da guaina.
Il sostegno dovrà essere rimovibile manualmente.

La barriera dovrà essere collegata mediante appositi elementi alla barriera esistente. Il collegamento sarà effettuato sul sostegno che funge anche da ancoraggio del terminale. Anche questo sostegno dovrà essere rimovibile manualmente e gli elementi di collegamento separabili senza l'ausilio d'attrezzature ausiliari (chiavi, ecc.).
Il serraggio dei bulloni che collegano gli elementi mobili potrà avvenire anche con chiave pneumatica purché sia assicurata una coppia finale di almeno 10 kg•m da verificare con chiave dinamometrica su un proporzionato numero di bulloni.
Dalla posizione di chiusura dei varchi la barriera potrà essere spostata per effettuare deviazioni di traffico in entrambe le direzioni di marcia, mediante giunti snodabili e da coppie di ruote poste a scomparsa all'interno del corpo della medesima.
Questo spostamento deve poter essere effettuato manualmente da 2 persone senza l'utilizzo di mezzi ausiliari per il sollevamento e lo spostamento degli elementi.
Ogni by pass dovrà essere dotato di n. 2 cuspidi provvisorie e supplementari, atte ad essere collegate ai due elementi frontali al senso del traffico, da utilizzare in deviazione di carreggiata.
Le cuspidi dovranno essere posizionate presso i varchi dove previste, facilmente rimovibili, trasportabili da 2 persone e rimontabili, mediante giunto snodabile compatibile, sulle testate della barriera aperta.

30.3.4 - Prove - penali

Di norma le campionature saranno eseguite con la cadenza descritta di seguito tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti la barriera di protezione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa.
1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e bulloneria.
La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme EN UNI 10025.
Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.
La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI 3740, mentre la Direzione Lavori provvederà a verificare in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa il serraggio dei dadi con chiave dinamometrica tarata a 10 kg•m.
Le caratteristiche delle unioni saldate saranno controllate in conformità alle Norme previste dal Decreto M.LL.PP. del 14/02/1992. In particolare sarà effettuato preventivamente un controllo visivo in cantiere da parte dei responsabili della Direzione Lavori, mirato ad individuare eventuali presenze d'anomalie sui cordoni, come porosità, inclusioni o cricche.
In questo caso il materiale dovrà essere sostituito con altro rispondente a quanto richiesto.
Inoltre sarà effettuata una verifica in sito o in laboratorio che prevede il controllo mediante ultrasuoni secondo le Norme UNI 8387/84, oppure un controllo mediante liquidi penetranti secondo le Norme UNI 7679/77.
Sarà eseguito, per le barriere di sicurezza, un prelievo ogni 3.000 metri d'impianto. Per le opere d'arte invece un prelievo pari al 5% sul numero totale delle opere da proteggere. In ogni caso, per ogni tipologia dovrà essere effettuato almeno un prelievo.
Per i varchi amovibili, sarà eseguito un prelievo ogni dieci varchi, con un minimo di uno.
Le campionature relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria saranno inviate presso un laboratorio indicato dalla Direzione Lavori.

Per irregolarità relative alla qualità, spessori e dimensioni dei materiali e quanto altro possa concorrere anche in modo parziale a compromettere la resistenza strutturale degli impianti, l'Impresa sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.

2) Prove relative alle caratteristiche dei rivestimenti anticorrosivi.

Le caratteristiche del rivestimento di zinco dei profilati a freddo saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR - CEI n. 7-6/VII 1968 descritte di seguito:

- Determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica.
- Determinazione della massa dello strato di zinco.
- Determinazione dello spessore dello strato di zinco.
- Determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco.
- Determinazione della aderenza dello strato di zinco.

Per quanto concerne la rete relativa alle barriere per opere d'arte, essa sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva di 28 cicli in clima variabile d'acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa, secondo le Norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1.0S.

I relativi provini saranno deposti nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima di 28 cicli.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 h, suddiviso in due parti: nella prima parte, della durata di 8 h, i campioni saranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo; nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo e sottoposti ad aerazione.

Il materiale sarà ritenuto accettabile qualora al termine della prova della durata di 28 cicli i campioni non abbiano subito alcuna entità d'ossidazione aderente e/o permanente.

Sarà eseguito, per le barriere di sicurezza, un prelievo ogni 3.000 m d'impianto; per le opere d'arte invece un prelievo pari al 5% sul numero totale delle opere da proteggere.

In ogni caso, per ogni tipologia dovrà essere effettuato almeno un prelievo.

Le campionature relative alla zincatura dovranno essere inviate, a cura e spese dell'Impresa, al "Laboratorio Autostrade".

Per irregolarità relative alla qualità e spessori della zincatura, l'Impresa sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.

I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

3) Penali per irregolarità d'esecuzione

Per quanto concerne il montaggio, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o di parte di essi se questi non dovessero essere stati eseguiti conformemente a quando indicato nel progetto e nelle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato d'omologazione".

30.4 - Barriere prefabbricate a profilo New Jersey

La posa e rimozione di barriere prefabbricate a profilo "New Jersey" del tipo monofilare "provvisorie", occorrenti per deviazioni del traffico e/o delimitazione del cantiere, comprende il carico, trasporto e scarico degli elementi dal deposito al cantiere e viceversa, il montaggio e lo smontaggio delle piastre di collegamento e quant'altro occorre.

Gli elementi prefabbricati "definitivi" in conglomerato cementizio armato a profilo "New Jersey" saranno installati nello spartitraffico centrale e sui cordoli laterali del viadotto.

Nello spartitraffico saranno installati elementi di tipo "monofilare" rinforzati in testa con barra dywidag: altezza 1 m, larghezza alla base 62 cm, larghezza in testa 13,6 cm, lunghezza standard 6,20 m; che saranno

poggiati direttamente sul piano stradale collegandoli tra loro con una piastra d'acciaio zincato al piede ed in testa con un manicotto per le barre.
Eventuali elementi di chiusura avranno lunghezze diverse, così come saranno installati di forma diversa in corrispondenza dei varchi di scambio-carreggiata.
Nei cordoli laterali del viadotto saranno posizionati elementi "da viadotto" predisposti d'ancoraggi per il corrimano di tipo strutturale: altezza 1 m, larghezza alla base 50 cm, larghezza in testa 24 cm, lunghezza nominale 3 e 6 m (lunghezza effettiva 2,98 e 5,98 m); che saranno ancorati ai cordoli con tiranti ed in testa muniti di una barra dywidag con manicotto. Eventuali elementi di chiusura potranno avere lunghezze diverse, fermo restando il passo degli ancoraggi alla base.
Nelle zone d'approccio (lato d'approccio riferito al senso di marcia) saranno sistemati elementi New Jersey fino al termine dell'eventuale muro andatore (se allineato al cordolo del viadotto), diversamente saranno posti almeno quattro elementi da 6 m.
Nelle zone in prolungamento dell'opera d'arte stessa saranno posti almeno due elementi da 6 m.
Questi elementi saranno ancorati su cordoli in conglomerato cementizio, di tipo II con Rck $\geq$ 30 MPa ed armati con acciaio Fe B 44k, allineati ai cordoli del viadotto.

30.4.1 - Caratteristiche tecniche

Le caratteristiche di resistenza e comportamento previste, sono riferite a manufatti prefabbricati e quindi, per la loro accettazione così come per i controlli di qualità da eseguire, vale quanto precisato dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5.11.1971 n. 1086 (D.M. in vigore).
La fornitura degli elementi dovrà avvenire da parte di Ditta produttrice di primaria importanza.
A tal fine, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, per approvazione, la seguente documentazione delle capacità tecniche del fornitore:

- elenco delle principali forniture effettuate nel corso degli ultimi tre anni, indicando il rispettivo importo, la data e il destinatario;
- descrizione dell'attrezzatura tecnica.

Indipendentemente dall'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.
L'Impresa è obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli istituti indicati dalla Direzione Lavori, nonché per i corrispondenti esami e prove.
I campioni saranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore Lavori e dell'Impresa, e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

30.4.2 - Materiali

30.4.2.1 - Conglomerato cementizio

Dovrà essere del tipo I, quindi rispondere alle specifiche tecniche riportate nelle presenti Norme. La resistenza caratteristica specifica del conglomerato cementizio (R_{ck}), sarà $\geq$ 45 MPa ed il copriferro non inferiore a 2 cm.
Qualora sia richiesta la fornitura di barriere New Jersey realizzate in conglomerato cementizio leggero strutturale si dovranno seguire, per il confezionamento del suddetto conglomerato, i medesimi principi di quello ordinario, utilizzando argilla espansa strutturale tipo T6, con resistenza del granulo allo schiacciamento non inferiore a 70 kg/cm² (UNI 7549-VII); il conglomerato cementizio leggero dovrà avere

una resistenza caratteristica Rck $\geq$ 40 MPa ed una massa volumica non superiore a quanto riportato negli elaborati progettuali. Tutti i materiali necessari per il suo confezionamento dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti vigenti in materia.

30.4.2.2 - Acciaio

L'armatura del conglomerato cementizio sarà in acciaio tipo Fe B 44k e barre a filettatura continua tipo "dywidag".

Le piastre d'ancoraggio saranno in lamiera d'acciaio, zincata a caldo dopo lavorazione a norma ASTM A 123, protetta su ciascuna faccia da uno strato di zincatura non inferiore a 43 µm pari a 300 g/m^2.

Sarà zincata anche la bulloneria di collegamento e serraggio.

Il manicotto di collegamento delle barre dywidag sarà realizzato in acciaio PR8035MnPb10 a norma UNI 10233/3-93; dovrà essere a forma esagonale e composto di due pezzi collegati tramite un filetto maschio sinistrorso.

Il manicotto dovrà essere protetto con processo di teflatura di spessore minimo 30 µm in tutte le sue parti (compresa la filettatura).

30.4.3 - Posa in opera

Le modalità di posa in opera saranno concordate con la Direzione Lavori, alla quale l'Impresa sottoporrà il progetto operativo.

30.4.3.1 - Barriera spartitraffico "monofilare"

Gli elementi costituenti, la barriera "monofilare" situata nello spartitraffico saranno posti direttamente sul piano viabile curando l'allineamento planimetrico ed altimetrico, utilizzando per questo dei compensatori di quota con zeppe o quadrotti in policloroprene a durezza elevata.

Successivamente si procederà al collegamento degli elementi con le piastre zincate, alla base, ed in testa con manicotto in acciaio per dare continuità alle barre dywidag.

Il manicotto sarà protetto con lubrificante ad alta stabilità termica (perdita di peso < 3% con riscaldamento a 473 K per 4 h) e ricoperto con guaina elastica di polipropilene trattato UV/CP (contro i raggi ultravioletti e gli agenti atmosferici) di colore grigio (RAL n. 7032) arrotolato sulla zona per proteggere il tutto, dotato d'idoneo sistema di chiusura, e tale da sembrare un tubo.

All'interno del manicotto si dovrà porre un bloccante anaerobico costituito da una resina di poliacrildiesteri.

30.4.3.2 - Barriera laterale parapetto

La posa degli elementi "da viadotto" costituenti la barriera laterale parapetto sarà indicativamente la seguente, iniziando i lavori dalla fine del viadotto rispetto alla direzione del traffico:

- predisposizione nel cordolo dei fori, avendo cura che il loro centro sia, dal bordo interno del cordolo (camera d'espansione), alle distanze prefissate;
- posizionamento longitudinale sul cordolo di due strisce di gomma espansa EPDM (Etilene Propilene Diene) a cellule chiuse tipo E75-2 di colore nero, come guarnizioni di tenuta all'acqua; lungo il lato interno, la striscia dovrà avere fori predisposti in corrispondenza delle camere d'espansione;
- posizionamento della barriera New Jersey con opportuni spessoramenti compensatori di quota con zeppe o quadrotti: in policloroprene a durezza elevata, al fine di aver un buon allineamento dei parapetti;

- collegamento degli elementi New Jersey tra di loro serrando il manicotto con le barre dywidag longitudinali.
  A tal fine l'Impresa dovrà colorare gli ultimi 7 cm della barra dywidag lato femmina con vernice rossa per consentire, in qualsiasi momento, il controllo del montaggio. Le misure potranno avere una tolleranza di ± 1 cm.
- perforazione, attraverso le scatole al piede della barriera, di un foro con corona diamantata delle caratteristiche come da progetto;
- realizzazione del sottosquadro (camera conica che consente l'espansione delle alette del tirante) con lo strumento alesatore applicato alla carotatrice; l'esecuzione corretta della alesatura terminerà quando la boccola andrà a contatto con la rondella del fermo.
  L'ampiezza del sottosquadro, misurabile con idoneo strumento a "compasso", dovrà essere come da indicazioni progettuali;
- posizionamento della guarnizione di tenuta all'acqua, in materiale di gomma espansa EPDM E75-2 a cellule chiuse di colore nero, tonda e con foro per il passaggio del tirante, attaccandola in corrispondenza del foro d'ancoraggio dei tiranti; detta guarnizione sarà pressata dalla rondella del tirante;
- l'introduzione del tirante, verificando che i segmenti per l'ancoraggio siano appoggiati al sottosquadro;
- spruzzo sulla testa del tirante di uno spray lubrificante a base di Bisolfuro Molibdeno per ridurre gli attriti del bullone;
- serraggio del dado con chiave dinamometrica, applicando un momento torcente pari a 180 Nm per garantire l'espansione; oppure, tramite apposito martinetto, procedere all'espansione del tirante quindi serrare il dado;
- bloccaggio del dado con un ulteriore dado autobloccante zincato a caldo di classe 8 provvisto internamente d'anello in plastica;
- chiusura della tasca, situata alla base della barriera New Jersey, con apposito tappo in polipropilene con copolimeri di colore grigio (RAL n.7032) resistente ai raggi ultravioletti e incollato con idoneo adesivo;
- installazione del montante e del corrimano strutturale, posizionando i manicotti di collegamento dopo il montante, rispetto al senso di marcia;
- protezione del manicotto realizzata con lubrificante ad alta stabilità termica (perdita di peso < 3% con riscaldamento a 473 K per 4 h) e ricopertura con guaina elastica di polipropilene trattato UV/CP (contro i raggi ultravioletti e gli agenti atmosferici) di colore grigio (RAL n. 7032) arrotolato sulla zona per proteggere il tutto. Esso sarà dotato d'idoneo sistema di chiusura in modo da sembrare un tubo, delle dimensioni come da progetto. All'interno del manicotto si dovrà porre un bloccante anaerobico costituito da una resina di poliacrildiesteri.

30.4.3.3 - Posa in corrispondenza dei giunti di dilatazione

In corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'impalcato, gli elementi di barriera prossimi al giunto non dovranno essere accostati ma distanziati di 8 cm per consentire le dilatazioni dell'impalcato.

Di conseguenza i collegamenti tra i due elementi saranno realizzati con pezzi speciali che, pur mantenendo le stesse resistenze di quelli correnti, permetteranno spostamenti relativi tra le due barriere collegate:

- le due barre dywidag saranno collegate tramite un manicotto speciale e con due dadi di serraggio;
- alla base degli elementi N.J. si porranno due piastrine di collegamento, di cui una asolata e l'altra provvista di bullone, libera di scorrere relativamente all'altra.

Questi accorgimenti saranno applicati anche nella barriera con elementi monofilari sullo spartitraffico dell'opera d'arte.
Nelle barriere parapetto, inoltre, sarà ammessa la sovrapposizione di parte dell'elemento prefabbricato sul cordolo della campata successiva, con la sola aggiunta dei particolari elementi di collegamento, come appresso specificato.
Nel caso di semplice accostamento dei parapetti (per lunghezze d'impalcato fino a 80 m) la parte del prefabbricato "a sbalzo" sulla campata successiva, dovrà essere appoggiata su un doppio strato di neoprene da 3 mm con interposta una lamina di Teflon di spessore 0,5 mm avente funzione di strato lubrificante anti attrito.
L'alternanza d'elementi da 3 e 6 m nel posizionamento dovrà tener conto quindi della presenza dei giunti di dilatazione sul cordolo, in corrispondenza dei quali non sarà possibile effettuare il foro per l'ancoraggio.
Indicativamente i fori dovranno essere effettuati ad una distanza tra giunto e asse foro non inferiore a 25 cm. A tal fine dovranno essere combinati insieme gli elementi da 6 e 3 m con la possibilità, nella zona di giunto, di avere un elemento a sbalzo sulla campata contigua, rinunciando al massimo ad un ancoraggio di base.
Per lunghezze d'impalcato superiori agli 80 m, si dovrà prevedere un dispositivo, in acciaio zincato, di copertura del vuoto della zona di giunto, sovrapposto ai parapetti in calcestruzzo e con il loro stesso profilo New Jersey.
Detti coprigiunti metallici, opportunamente dimensionati, potranno anche essere usati per chiudere "vuoti" fino ad un massimo di 1,0 m.

30.4.3.4 - Verifiche

La Direzione dei Lavori dovrà:

a) prima del montaggio delle barriere, verificare che la lunghezza degli spezzoni dywidag per il serraggio dei montanti del mancorrente sia di almeno 9 cm, in modo da consentire il completo serraggio dai dadi dywidag da 7 cm. In caso di non rispondenza, l'elemento di barriera non sarà installato e dovrà essere allontanato immediatamente dal cantiere a cura e spese dell'Impresa;
b) al termine del montaggio delle barriere, verificare il serraggio dei tiranti con chiave dinamometrica a 180 Nm, per accertare che l'esecuzione del sottosquadro sia stata fatta correttamente.
   Se al momento del serraggio sarà riscontrato un cedimento dell'ancoraggio con eventuale fuoriuscita dello stesso, l'Impresa procederà al suo ripristino.

30.5 - Corrimano metallico strutturale

Il corrimano strutturale posto sui parapetti laterali del ponte avrà funzioni di barriera al ribaltamento dei mezzi pesanti. Sarà realizzato in acciaio S 355 (calmato all'alluminio con almeno lo 0,02%) avente una percentuale di silicio compresa tra lo 0,15% e lo 0,25%, per essere idoneo alla successiva zincatura a caldo.
Il corrimano è costituito essenzialmente da:

- montante a doppio T di caratteristiche come da indicazioni progettuali, opportunamente sagomato, munito di piastra di base ed in testa d'anello, il montante sarà collegato alla barriera N.J. tramite dadi;
- elementi di tubo in acciaio senza saldatura per costruzioni meccaniche, con fori alle estremità; collegati con manicotto ricavato da tubo senza saldatura per costruzioni meccaniche, completo di due bulloni, con doppia foratura (4 fori);
- elemento terminale curvo, sia destro che sinistro, costituito da un tubo in acciaio senza saldature per costruzioni meccaniche, opportunamente sagomato, con piastra saldata per ancoraggio.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione saranno installati manicotti speciali costituiti da tubo in acciaio senza saldatura per costruzioni meccaniche; completo di due fori, d'asole e di due bulloni con dadi.
Nei giunti di dilatazione per grandi escursioni, per i quali è prevista l'installazione di coprigiunti metallici, potrà essere necessario un montante aggiuntivo con tubi corrimano d'idonea lunghezza.
Il materiale dovrà provenire dalla produzione di Ditte di primaria importanza. Pertanto l'Impresa consegnerà alla Direzione dei Lavori una certificazione, rilasciata dal produttore dell'acciaio, attestante l'analisi chimica dell'acciaio e i risultati delle prove meccaniche per lotto di campioni; inoltre su ogni tubo di corrimano dovrà essere presente la marcatura a punzone del fabbricante.

30.5.1 - Resistenze strutturali e protezione dei materiali

Il corrimano strutturale dovrà rispondere alle resistenze da verificarsi con le seguenti prove e modalità:

a) Montante:

Il montante metallico incastrato alla base dovrà resistere ad una forza di 12 t applicata, su una striscia lunga 35 cm in corrispondenza dell'asse del montante (a 45 cm dal piano superiore del parapetto in calcestruzzo). Interasse dei montanti 3 m.

b) Corrimano:

Il tubo corrimano metallico appoggiato agli estremi con un interasse di 3 m dovrà resistere ad una forza 11,5 t applicata nella mezzeria su una striscia larga 35 cm (considerando il collegamento con il successivo elemento di corrente). Freccia massima ammissibile al centro di 3 cm.

c) Zincatura a caldo:

Tutti gli elementi costituenti il corrimano e suoi accessori dovranno essere zincati a caldo, a lavorazione ultimata, secondo le norme ASTM A 123. Lo zinco per il bagno dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74. La quantità minima di zinco su ogni superficie di 300 g/m², pari cioè ad uno spessore di 43 µm.

30.5.2 - Posa in opera

Il corrimano strutturale andrà fissato alla barriera tipo New Jersey mediante bloccaggio alla piastra già predisposta, secondo gli schemi riportati nei disegni di progetto. In particolare si dovrà aver cura che i manicotti di collegamento del corrimano siano posti dopo il montante, rispetto al senso di marcia.
I montanti e le piastre degli elementi terminali curvi saranno collegati ai ferri fuoriuscenti dagli elementi N. J. con bulloni, resistenza HV 10.9.

30.5.3 - Prove sui materiali

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove analitiche previste dalla norma UNI 7806, fatta eccezione per la percentuale di alluminio che deve essere almeno pari allo 0,02% e del silicio che deve essere compresa tra lo 0,15% e lo 0,25%.
Per le verifiche di esecuzione e il controllo di spessori, tolleranze dimensionali, caratteristiche meccaniche e masse, si farà riferimento alla Norma UNI 7729 salvo per quanto riguarda la tolleranza massima sugli spessori che deve essere del ± 5%; le verifiche saranno fatte misurando i materiali in più punti e saranno ritenute positive se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.
La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI 3740.
Le caratteristiche del rivestimento a caldo di zinco dei tubi in acciaio sarà verificata secondo le seguenti prove:

- determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica;
- determinazione della massa dello strato di zinco (Norme UNI 5741);

- determinazione dello spessore dello strato di zinco (Norme UNI 5741);
- determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco (Norme UNI 5743).

Indipendentemente dalla certificazione rilasciata dal Produttore, la Direzione Lavori potrà prelevare in qualsiasi momento campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli ad analisi e prove, tutte le volte che lo riterrà opportuno, presso Laboratori Ufficiali allo scopo di rendere soddisfatte tutte le prescrizioni richiamate nelle presenti Norme.
I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle parti ed esclusivamente ad essi si farà riferimento a tutti gli effetti dell'appalto.
Le prove saranno eseguite su una serie di campioni prelevati dal materiale fornito, in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa.
Qualora le prove eseguite su questa prima serie di campioni dessero risultati negativi, esse saranno ripetute su altre due serie e soltanto se tutte e due queste ultime avranno dato esito positivo il materiale sarà ritenuto idoneo, in caso contrario la partita dovrà essere sostituita a cura e spese dell'Impresa.

30.6 - Barriere in acciaio a profilo New Jersey

30.6.1 - Materiali

Le lamiere componenti la barriera saranno in acciaio del tipo Fe 430B a Norma UNI 7070.
I bulloni per i mutui collegamenti tra barriere dovranno essere in acciaio 8.8 a Norma UNI EN 20898; i tubi del corrimano saranno collegati tra loro con manicotti tramite 2 bulloni M24 classe HV 10.9 a Norme UNI 5737 e 5712.
Il corrimano sarà realizzato con un tubo di acciaio S 355, elettrosaldato ERW scordonato secondo Norma UNI 7091, di lunghezza 2940 o 5940 mm, diametro esterno 139.7 mm e spessore 12,5 mm.

30.6.2 - Zincatura

Sulle lamiere componenti la barriera e sul tubo corrimano si dovrà eseguire un processo di zincatura a caldo a Norma UNI 5744, per ottenere uno spessore di zinco di almeno 60 µm e un tasso superficiale di 450 g/m².

30.6.3 - Verniciatura protettiva

La verniciatura protettiva delle superfici metalliche della barriera dovrà essere eseguita in stabilimento di produzione, previa pulizia della superficie con acqua e detergente esente da lanolina, con vernice monocomponente ad alto spessore tipo ICOSIT 5530 SIKA, contenente cariche inerti, pigmenti ed a base di una combinazione di PVC e resine acriliche con solventi, tale da essere una vernice tixotropica che mantiene lo spessore anche in corrispondenza degli spigoli; dovrà avere un'ottima resistenza all'aggressività chimica, in atmosfere industriali con piogge acide o basiche ed agli effetti dei raggi UV.
Tale prodotto dovrà essere applicato in due mani ad airless sulle superfici a vista della barriera (con esclusione del tubo corrimano e relativo manicotto di collegamento) per una quantità di 400-420 g/m² per avere a secco uno spessore di almeno 100 µm.
Il colore da ottenere è il grigio RAL n. 7032.
Relativamente a detta verniciatura protettiva, è essenziale per il buon esito della fornitura che la protezione della lamiera abbia comunque una resistenza alla corrosione in nebbia salina, misurata secondo la Norma ASTM 8117, di almeno 1000 h (dopo 1000 h l'arrugginimento o la bollatura lungo l'incisione prevista non devono penetrare per più di 2 mm, con esclusione di qualsiasi altra alterazione visiva o di aderenza).

Tale requisito dovrà essere comprovato dalla Ditta fornitrice con la certificazione di prove, eseguite da un laboratorio ufficiale, su tre provini di lamiera di spessore 4 mm zincati a caldo e quindi protetti come sopra descritto; sulla certificazione dovrà comparire, oltre all'esito della prova, anche lo spessore dello strato protettivo.
La certificazione dovrà essere pronta e presentata (insieme ai tre campioni oggetto degli esami) in occasione del successivo collaudo dove si controllerà la conformità degli spessori della verniciatura sulle barriere collaudate con quelli certificati.
Resta salva la facoltà da parte della Direzione Lavori di prelevare altri provini da sottoporre ad eventuali ulteriori prove.

30.6.4 - Collaudo delle barriere

All'approntamento delle barriere presso lo stabilimento di produzione e per quantitativi minimi non inferiori ad un terzo dell'intera fornitura o pari alla fornitura richiesta in cantiere di posa dalla Direzione Lavori, sarà cura della Ditta fornitrice contattare la Direzione Lavori per richiedere il collaudo degli elementi approntati prima della posa in opera.
Il collaudo sarà effettuato a campione scegliendo a caso tre elementi di barriera ogni 200 approntati (per lotti inferiori si collauderanno comunque tre elementi) e sugli stessi sarà verificata l'osservanza delle prescrizioni tecniche previste ed in particolare il rispetto dei sei standard di qualità sotto riportati, per i quali si convengono due livelli di tolleranza come da tabella:

	TABELLA "STANDARD" E RELATIVE TOLLERANZE	
	"STANDARD" SPESSORE RICHIESTO	**LIVELLO DI TOLLERANZA ACCETTABILE**
Spessore lamiera (≤ 4 mm)	valore nominale	0.10 mm
Spessore lamiera (da 6 a 8 mm)	valore nominale	0.15 mm
Spessore lamiera (> 8 mm)	valore nominale	0.25 mm
Spessore zinco su barriera	min. 60 µm	0 µm
Spess. zinco su tubo mancorrente	min. 60 µm	0 µm
Spessore verniciatura su superfici a vista (mantello)	min. 100 µm	0 µm

Nel caso in cui anche uno solo dei tre elementi di barriera superi alla verifica il livello di tolleranza (per uno o più Standards), il lotto sarà rifiutato.
In ogni caso sia il riscontro di difettosità superficiali della verniciatura, che la presenza di ondulazioni o irregolarità della superficie a vista della barriera, renderanno inaccettabile il lotto.
A collaudo positivo sarà rilasciato dalla Direzione Lavori un "Verbale di approntamento e collaudo" con la certificazione delle quantità di barriere approntate e le risultanze delle verifiche effettuate. Le barriere collaudate con esito positivo saranno quindi consegnate in cantiere per la posa in opera, che avverrà in analogia a quanto descritto, nelle presenti Norme Tecniche, per le barriere in conglomerato cementizio.

30.7 – Attenuatori frontali

Gli attenuatori dovranno essere testati secondo la norma EN 1317-3. Gli attenuatori si dividono in redirettivi e non-redirettivi, nel caso in cui sia probabile l'urto angolato, frontale o laterale, sarà preferibile l'uso di attenuatori redirettivi. Particolare attenzione dovrà essere fatta alle zone di inizio barriere, in corrispondenza di una cuspide; esse andranno eseguite solo se necessario in relazione alla morfologia del sito o degli ostacoli in esso presenti e protette in questo caso da specifici attenuatori d'urto. (salvo nelle cuspidi di rampe che vanno percorse a velocità 40 km/h).
Si useranno assorbitori a bags multiple in polietilene lineare rotostampato assemblati con funi di collegamento in acciaio e riempiti con sacche di appesantimento in acqua salata.

Art. 31 - Recinzioni metalliche

31.1 - Caratteristiche delle opere

Le recinzioni si distinguono in funzione della loro destinazione e posizione, nelle tipologie seguenti:

a) Recinzione laterale tipo R.1.A alta 1,22 m con rete a maglie elettrosaldate

È la recinzione normalmente usata per i bordi laterali del corpo autostradale ed è costituita da una rete metallica in filo di acciaio, a maglie differenziate dell'altezza di 119,4 cm, sorretta da montanti costituiti da paletti di acciaio di sezione ad U, dell'altezza di 122 cm dal piano di campagna, posti mediamente ad interasse di 2.00 m.
Detta rete dovrà essere elettrosaldata, zincata e quando previsto, rivestita con una pellicola in PVC di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).
Ogni 30 m circa ed in corrispondenza di piccole deviazioni del tracciato, sarà posto un montante di controvento dotato di una saetta di sezione ad U, unita ad esso a mezzo di bulloncini zincati del tipo TDE M 8x25, completi di dado e rondella.
Ogni 100 m circa e nel caso di rilevanti variazioni angolari del tracciato, saranno posizionati montanti di caposaldo, uguali ai precedenti ma dotati di due saette, collegate al sostegno come sopra.
Ai suddetti montanti saranno fissati tre ordini di filo di irrigidimento in acciaio zincato e, se previsto, plasticato di color verde; a questi sarà fermata la rete mediante legature ogni 50 cm in modo che questa aderisca perfettamente e si presenti uniformemente tesa, senza ondulazioni o bombature.
I fili di tensione saranno legati ad ogni montante e tesi da tenditori ad occhiello in acciaio zincato o quando previsto, del tipo a molla e sfera di acciaio in monoblocco di zinco pressofuso, applicati ad ogni caposaldo.
Ogni 100 m di recinzione saranno apposte targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso".

b) Recinzione laterale tipo R.1.B. alta 2,12 m con rete a maglie elettrosaldate

È la recinzione normalmente usata per le stazioni - posti di manutenzione - parcheggi - depositi della Società - aree di servizio - sullo spartitraffico adiacente le aree di servizio, nella zona compresa tra gli scambi di carreggiata nei casi in cui il corpo stradale si trovi in prossimità di insediamenti residenziali, industriali o di viabilità ordinaria.
Sarà costituita da una rete delle medesime caratteristiche della precedente, a maglie differenziate, rivestita quando previsto, con una pellicola in PVC di color verde R.A.L. 6005, ma di altezza di 180,3 cm e sormontata da due ordini di corda spinosa, sovrapposti di 14,5 cm; la corda sarà composta da due fili di acciaio zincato con triboli a quattro punte distanziati fra loro di 10 cm e, quando previsto, plasticata di colore verde.
I montanti intermedi, di controvento e di caposaldo avranno altezza di 212 cm dal piano di campagna e saranno disposti come descritto per la rete del tipo R.1.A., uno o due saette completeranno il sistema di sostegno della recinzione.

La rete sarà fissata a quattro ordini di filo di irrigidimento e montata con le stesse modalità della precedente avendo cura di darla in opera perfettamente fissata e tesata.
Tutti gli altri componenti la recinzione: legatura, targhette, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno caratteristiche uguali a quelle descritte per la recinzione di tipo R.1.A.

c) Recinzione laterale tipo R.1.B. "FAUNISTICA" alta m 2,12

La recinzione "Faunistica" sarà uguale alla recinzione di tipo **R.1.B.** ad eccezione degli ordini di corda spinosa posti alla sommità della recinzione stessa, che saranno sostituiti da due ordini di filo liscio del tipo usato per i tenditori.
La recinzione **"Faunistica"** sarà installata nei bordi perimetrali della proprietà autostradale qualora il tracciato autostradale attraversi zone con presenza di ungulati o animali selvatici particolari: foreste, parchi Nazionali, aziende faunistiche e venatorie, enti produttori di selvaggina, zone adibite a ripopolamenti, ecc.
L'installazione di detta recinzione sarà eseguita prevalentemente nei tratti in trincea posti a monte della carreggiata dove il dislivello della scarpata favorisce il salto degli animali all'interno della carreggiata autostradale.

d) Recinzione laterale tipo R.2.A. alta 1,25 m con rete a maglie annodate

Sarà posta sui bordi laterali dei tratti autostradali montani o su terreni che presentano delle notevoli variazioni di pendenza.
Sarà composta da una rete a maglie annodate e differenziate, dell'altezza di 120,1 cm, con sostegni e saette delle stesse dimensioni della recinzione di tipo R.1.A.
La rete sarà realizzata con fili orizzontali continui, distanziati fra di loro e ad essi saranno fissati sulla stessa linea verticale n. 15 segmenti di filo aventi lunghezza uguale a quella delle maglie. I segmenti di filo verticali saranno avvolti con due spirali ai fili orizzontali continui.
I montanti di controvento, di caposaldo e gli accessori saranno disposti come quelli per la recinzione R.1.A.**,** ma con diversa posizione dei fori per il fissaggio dei fili tenditori, delle saette e dei tenditori ad occhiello.
Ai montanti saranno fissati tre ordini di filo di irrigidimento ed a questi sarà fermata la rete mediante legature ogni 46 cm, in modo che si adatti perfettamente al profilo dei terreni di posa evitando così la presenza di ondulazioni o bombature di qualsiasi genere.
Tutti gli altri componenti la recinzione: legatura, targhette, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno caratteristiche uguali a quelle descritte per la recinzione di tipo R.1.A.

e) Recinzione laterale tipo R.3.A. alta 1,25 m con rete a maglie elettrosaldate

È la recinzione normalmente usata per i bordi laterali del corpo autostradale.
Sarà costituita da una rete metallica in filo di acciaio a maglie differenziate di altezza di 119,4 cm, sorretta da montanti costituiti da paletti di acciaio dell'altezza di 125 cm dal piano di campagna, posti mediamente ad interasse di 2,50 m.
Detta rete sarà elettrosaldata, zincata e quando previsto, rivestita con una pellicola in PVC di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).
Ogni 30 m circa ed in corrispondenza di piccole deviazioni del tracciato, sarà posto un montante di controvento dotato di una saetta, unita al sostegno a mezzo di un gancio zincato, oppure mediante staffe, collari e cappellotti. Le saette dovranno essere installate sulla stessa linea della rete.
Ogni 100 m circa e nel caso di rilevanti variazioni angolari del tracciato saranno posizionati montanti di caposaldo, uguali ai precedenti, ma dotati di due saette, anch'esse collegate al sostegno come descritto precedentemente.
I sostegni suddetti saranno costituiti da montanti tubolari in acciaio a sezione circolare con nervatura longitudinale sagomata per permettere il fissaggio della rete; saranno zincati a caldo, sia esternamente che

internamente, con una massa minima di zinco pari a 140 gr/mq e successivamente rivestiti con una pellicola in poliestere (PE) dello spessore minimo di 60 µm, di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR), oppure di colore grigio R.A.L. 7030 (in abbinamento alla rete di tipo zincata). Dovranno avere inoltre un modulo di resistenza minimo di Wx = Wy = 2,30 cm^3 per i sostegni intermedi e di 1,30 cm^3 per i sostegni di controvento e di caposaldo.

I sostegni saranno dotati di cappucci in alluminio o in plastica del colore previsto.

Il collegamento della rete ai sostegni avverrà mediante graffette a Clips-inox, poste in opera a mezzo di una speciale pinza sagomata, ogni 30 cm, in modo che la rete aderisca perfettamente e si presenti uniformemente tesa, senza ondulazioni o bombature.

I collegamenti tra montanti e saette saranno realizzati con bulloni in acciaio del tipo M 8X30 con un gancio opposto alla parte filettata, completi di bullone in acciaio, guarnizione e rondella in plastica, oppure mediante staffe o collari con i relativi cappellotti del colore previsto.

Ogni 100 m di recinzione saranno apposte targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso - I trasgressori saranno puniti a norma di legge".

f) Recinzione laterale tipo R.3.B. alta 1,85 m con rete a maglie elettrosaldate

Sarà ubicata in alcuni posti di manutenzione - parcheggi - depositi della Società - aree di servizio - sullo spartitraffico adiacente le aree di servizio - nella zona compresa tra gli scambi di carreggiata - nei casi in cui il corpo stradale si trovi in prossimità di insediamenti residenziali, industriali o di viabilità ordinaria.

Sarà composta da una rete del tipo R.3.A, ma di altezza 180,3 cm.

I montanti intermedi, di controvento e di caposaldo avranno l'altezza di 185 cm dal piano di campagna e saranno disposti come descritto per la recinzione R.3.A., protetti da un rivestimento dello stesso tipo, precedentemente descritto. Il loro modulo di resistenza minimo Wx e Wy sarà di 2,30 cm^3.

La rete sarà fissata ai montanti con le stesse modalità della precedente con graffette inox ogni 30 cm.

Tutti gli altri componenti la recinzione avranno le medesime caratteristiche descritte per la recinzione tipo R.3.A.

g) Recinzione di protezione sulle opere d'arte tipo R.9.A. alta 1,98 m

Questo tipo di protezione sarà montato sui cordoli delle opere d'arte a luce limitata con parapetto metallico nella cui area sottostante siano presenti centri abitati, viabilità ordinaria o insediamenti industriali ed il cui scopo è quello di impedire la caduta di oggetti.

Sarà composta da una rete fissata a dei montanti in acciaio, di sezione ad U, posti dietro i sostegni del parapetto, normalmente ad interasse di 1,33 m, ai quali saranno uniti mediante due fasce di nastro metallico e graffettate.

La rete, alta 193 cm, sarà fissata con legature a quattro ordini sovrapposti di fili di tensione ogni 50 cm, legati ad ogni montante e tesi con tenditori applicati ai montanti terminali e di controvento, come già descritto per la normale recinzione laterale.

Dovrà essere elettrosaldata, zincata, a maglie quadrate e dovrà essere posizionata alla distanza di 2,5 cm dal cordolo del manufatto.

All'inizio ed al termine di ogni tratta saranno montate delle saette, di sezione ad U, ancorate con malta di cemento reoplastico in fori da predisporre nel coronamento dell'opera.

Tutti gli altri componenti la protezione: fili di tensione e legature, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno le stesse caratteristiche previste per le recinzioni laterali tipo R.1.A e R.1.B**.**

h) Recinzione antiscavalcamento per Aree Di Servizio tipo R.4.B. alta 2,40 m

La recinzione tipo R.4.B. sarà ubicata nei confini della proprietà autostradale in prossimità delle aree di servizio.

La recinzione è costituita da pannelli di rete metallica a maglie rettangolari dell'altezza di 240 cm, sorretta da montanti scatolari opportunamente sagomati, posti ad interasse di 2,53 m.
I pannelli di rete sono composti da due elementi sovrapposti per ogni interasse, di dimensione diverse, realizzati per mezzo di fili verticali e piatti orizzontali elettrosaldati; il secondo pannello avrà la parte superiore inclinata di 45 gradi verso l'esterno per una lunghezza di 40 cm, in modo da impedire l'accesso di persone dall'esterno.
Saranno zincati, previa fosfatazione e rivestiti con una pellicola di poliestere dello spessore di 100 µm, di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L 840 HR).
Ai tubolari, di sezione quadrata, saranno fissati i pannelli di rete mediante staffe inox e bulloni di sicurezza antisvitamento, ogni 40 cm, in modo che aderiscano perfettamente ai montanti stessi. In caso di terreni ondulati i pannelli saranno posizionati in modo sfalsato mediante l'utilizzo di sostegni più lunghi.
I tubolari saranno zincati a caldo, sia esternamente che internamente con una massa minima di zinco pari a 130 g/m^2 per ogni faccia, previa fosfatazione: dovranno avere un modulo di resistenza pari a Wx = Wy = 1,35 cm^3 e saranno infine rivestiti con una pellicola di poliestere dello spessore minimo di 60 µm, di colore verde RAL. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).
Per collegare tra di loro il pannello inferiore a quello superiore ed entrambi al sostegno saranno utilizzati giunti di collegamento in profilato in acciaio a C, zincati e rivestiti come i tubolari, del colore verde previsto, mentre i cappucci per i sostegni saranno realizzati in plastica, del colore verde previsto, di forma tale da poter essere inseriti perfettamente nei pali scatolari.
Il collegamento della rete ai sostegni avverrà a mezzo di staffe di sicurezza in acciaio pressofuso utilizzando speciali viti di sicurezza che saranno realizzate in acciaio INOX AISI 303 dei tipo TT M 6x60; le suddette viti saranno formate da una semisfera filettata e da una testa esagonale che a serraggio avvenuto si distaccherà dalla parte sferica la quale invece rimarrà a vista.
I relativi copribulloni saranno realizzati in plastica a forma di asola e saranno collocati sulle cavità delle staffe di fissaggio in corrispondenza del bullone a mezzo di silicone, mentre le graffette in acciaio INOX, saranno impiegate per collegare i pannelli in caso di formazione di angolo acuto.
Per motivi di sicurezza, la recinzione dovrà essere installata in modo che la bulloneria e le staffe di fissaggio dei pannelli, rimangano all'interno della proprietà autostradale in modo da impedire eventuali manomissioni.
L'Impresa dovrà inoltre fornire tutti gli accessori necessari alla completa esecuzione del lavoro e in particolare nel caso di recinzione installata su tracciati con angoli acuti o ottusi, dovrà provvedere a fornire pali con forme particolari, graffe speciali e quanto altro occorra per avere l'opera rispondente alle necessità richieste.
I cancelli di sicurezza saranno realizzati secondo le prescrizioni, forme e dimensioni contenute nei disegni di progetto. Dovranno aprirsi verso l'interno della proprietà autostradale e dovranno essere muniti di serrature anti-trapano del tipo "kama" o di altro tipo che comunque dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori. Inoltre, le maniglie dovranno essere posizionate solo nella parte interna del cancello.
Ogni 100 m di recinzione saranno apposte le previste targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso - I trasgressori saranno puniti a norma di Legge".

31.2 - Qualità dei materiali - Prove

a) Qualità dei materiali

1) Caratteristiche dell'acciaio.

I montanti e le saette impiegati per le recinzioni dovranno essere esenti da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra per spessori e finiture; dovrà essere della qualità UNI EN 10025 - S235 JR (ex Fe 360 B UNI 7070).
L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici, dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303 : 1994 - Classe 1.
La rete, i fili di tensione e la corda spinosa saranno realizzati in acciaio crudo UNI 3598/54, con resistenza minima unitaria di rottura di 45 kg/mm^2, mentre i fili di legatura, in acciaio dolce, sempre del tipo UNI 3598/54, ad eccezione dei fili longitudinali della rete a maglie annodate, che dovranno avere una resistenza minima unitaria di rottura di 110 kg/mm^2.
2) Tolleranze dimensionali.
Nella costruzione dei profilati di acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI 7344/85. Per le tolleranze degli spessori dei profilati e della rete, sarà accettata una tolleranza massima di ± 0,05 mm.
3) Zincatura delle reti, fili, corde spinose.
La rete, i fili e la corda spinosa saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante), delle Norme UNI 7245/73. In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 g/m^2.
Il rivestimento protettivo della rete dei fili e della corda spinosa delle recinzioni sarà costituito da zinco di qualità Zn 99,95 UNI 2013/748 oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio. In questo caso, la percentuale di alluminio presente nella lega, non dovrà superare il 5%.
4) Zincatura dei sostegni e delle saette tradizionali ad U.
Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo, il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti, secondo le norme CNR-CEI n.7-6/ VII 1968. Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 350 g/m^2. Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.
5) Zincatura dei sostegni e delle saette tubolari a sezione circolare.
Il rivestimento delle superfici sia interne che esterne dei tubolari a sezione circolare sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo o con processo sendzimir; dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti, secondo le norme CNR-CEI n7-6/VII 1968.
Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 140 g/m^2. Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.
Questi tipi di componenti saranno successivamente rivestiti con poliestere.
6) Zincatura dei pannelli e pali.
Il rivestimento delle superfici, sia interne che esterne, dei profilati formati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo; dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti secondo le norme UNI 5744/66. Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 40 g/m^2 per i pannelli e di 130 g/m^2 per i pali.
Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.
Questi tipi di componenti saranno successivamente rivestiti con poliestere.
7) Fosfatazione.
I pannelli ed i pali per la recinzione di tipo R.4.B dovranno subire un processo di fosfatazione ai sali di zinco.
8) Rivestimento di protezione.
I pali e gli accessori della recinzione di tipo R.4.B e dei montanti a sezione circolare della recinzione di tipo R.3, saranno ricoperti con un film di poliestere dello spessore di 60 µm mentre i pannelli con un film dello

spessore di 100 µm, di colore verde RAL 6005; le reti elettrosaldate saranno invece, quando previsto, ricoperte da un film in PVC dello stesso colore. Tali films dovranno essere perfettamente aderenti ad essi, resistenti all'azione da parte dei raggi ultravioletti ed infrarossi, alle variazioni di temperatura, essere non infiammabile e stabile nei colori.

La corda spinosa e i fili saranno zincati e rivestiti analogamente.

b) Prove sui materiali

1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e della bulloneria.

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme UNI EN 10025.

Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

2) Prove di corrosione.

La rete, i fili e la corda spinosa saranno sottoposti alla prova di sollecitazione corrosiva, di 28 cicli per la rete tradizionale o di 20 cicli per la rete relativa alla recinzione di tipo R.4.B, in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa, secondo le Norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1.0S (un litro di SO_2 per un volume totale della camera di 300 litri). I relativi provini saranno deposti nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima dei 28 o 20 cicli previsti.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 h, suddiviso in due parti: nella prima parte, della durata di 8 h, i campioni saranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo composto da $H_2O + SO_2$; nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo mediante aerazione degli stessi.

Il materiale sarà ritenuto accettabile qualora al termine della prova della durata dei cicli richiesti, i campioni non abbiano subito alcuna entità di ossidazione aderente e/o permanente.

La rete zincata rivestita con film in PVC sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva, precedentemente descritta, dopo aver asportato chimicamente la pellicola di PVC.

Gli eventuali films di PVC di rivestimento della rete dovranno rispondere inoltre ai seguenti requisiti senza che al termine delle prove subiscano alcuna alterazione:

- Resistenza all'invecchiamento ponendo i campioni in forno a ventilazione forzata, alla temperatura di 80° ± 2° C per 6 h secondo le Norme DIN 16938.
- Stabilità dei colori esponendo i campioni ad una sorgente luminosa UV di 2000 W per 24 h.
- Ciclaggio termico, ponendo i campioni a sbalzi di temperatura di ±20 °C alternati in maniera rapida ogni ora.

Relativamente ai sostegni e alle saette tradizionali zincati con sezione ad U, le caratteristiche del rivestimento di zinco saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR - CEI n. 7-6/VII 1968 descritte di seguito:

- Determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica.
- Determinazione della massa dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741-5742/66).
- Determinazione dello spessore dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741-5742/66).
- Determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco (concordante con le Norme UNI 5743/66).
- Determinazione della aderenza dello strato di zinco.

Relativamente ai montanti e alle saette tubolari a sezione circolare zincate e rivestite in poliestere, dovranno essere sottoposti alla prova di sollecitazione corrosiva di 20 cicli in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa secondo le norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1,0 S.

I relativi provini saranno deposti nell'apparecchio di "Kesternich" dopo l'esecuzione di un intaglio sulla pellicola di poliestere parallelo all'asse del sostegno per la durata massima di 20 cicli e testati come previsto per la rete.
La pellicola di poliestere di rivestimento dovrà rispondere ai seguenti requisiti, senza che al termine dei quali subisca alcuna alterazione:

- Prova alla nebbia salina secondo le Norme ASTM-B 117 resistenza fino a 1000 h.
- Prova di aderenza della pellicola di poliestere (PE) secondo le Norme DIN 53151 (GT=G).
- Prova di resistenza alla luce con lampade XE-NON 6000 W, nessuna alterazione dopo 2000 h.

Relativamente a tutti gli altri accessori, dovranno essere verificati con le norme e i criteri dei relativi settori di appartenenza e comunque nel rispetto delle norme già descritte.

31.3 - Accettazione dei materiali

I materiali da impiegare nelle lavorazioni dovranno essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione.
I materiali dovranno essere forniti da Produttori certificati secondo la UNI EN ISO 9002/94 in conformità a quanto previsto dalla Circolare del Ministero dei lavori Pubblici del 30/05/96 n.125 e successive modificazioni.
In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dalla qualità dei materiali stessi.
La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati circa le attestazioni e la regolarità delle lavorazioni.
La qualità dei materiali sarà verificata tutte le volte che questa lo riterrà opportuno.
Di norma le campionature saranno eseguite con la cadenza descritta di seguito, tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti della recinzione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa:

1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio:
   - un prelievo per ogni 5.000 m di impianto e comunque una prova per ogni partita pervenuta in cantiere.
2) Prove relative alle caratteristiche anticorrosive:
   - un prelievo per ogni 3.000 m di impianto e comunque una prova per ogni partita pervenuta in cantiere.

Le campionature relative alla zincatura dovranno essere inviate dalla Direzione dei Lavori al "Laboratorio Autostrade" (Centro rilevamento dati e prove sui materiali), per essere sottoposte alle analisi di controllo a cura e spese dell'Impresa.
Le campionature relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria saranno invece inviate dalla Direzione dei Lavori presso un laboratorio qualificato a scelta della stessa Direzione Lavori. I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle parti e ad essi si farà riferimento a tutti gli effetti.
Qualora le prove eseguite su una serie di campioni risultasse fuori norma, esse saranno ripetute su ulteriori due serie e soltanto se i risultati di queste ultime avranno dato esito positivo il materiale sarà ritenuto idoneo; in caso contrario saranno applicate le penali di seguito elencate.
Tutte le spese inerenti le prove, oltre il prelievo dei materiali, la preparazione dei campioni, l'invio al laboratorio di prova, saranno a carico dell'Impresa.

Per quanto concerne il montaggio, la corretta e regolare esecuzione dei lavori sarà accertata dalla stessa Direzione Lavori che potrà richiedere anche la demolizione dell'opera in caso di grave negligenza.

31.4 - Modalità d'esecuzione

I lavori di posa in opera della recinzione si svolgeranno ai lati del corpo autostradale e delle sue pertinenze, lungo un tracciato che di norma seguirà il limite della proprietà autostradale, salvo disposizioni diverse.
L'Impresa dovrà predisporre per una fascia larga 1.00 m circa e per le tratte previste dal progetto, il taglio della vegetazione sia erbacea che arbustiva di qualsiasi specie e forma, comprese le piante di alto fusto, lo spianamento e la sistemazione del piano di posa della recinzione. I materiali rimossi dovranno essere di volta in volta allontanati dalle pertinenze autostradali a meno che la Direzione Lavori non disponga il loro reimpiego in sito.
I montanti, come le saette, dovranno essere ancorati al terreno con blocchetti di calcestruzzo o con cordoli di cemento armato, dimensionati fino a resistere senza visibile cedimento ad una spinta orizzontale di 60 kg, applicata sul paletto all'altezza di 1,00 m da terra mentre in caso di terreni rocciosi, strutture in calcestruzzo o pavimentazioni, saranno ancorati in fori di dimensioni adeguate, eseguiti preventivamente e successivamente riempiti di conglomerato cementizio reoplastico.
Al piede della rete e fino a coprire la prima maglia in basso, sarà eseguito un rincalzo con terra o altro materiale analogo.
In corrispondenza di fossi o tombini saranno riportati pezzi di rete verticali od orizzontali sistemati e fissati a chiusura del cavo del fosso o dell'imbocco del tombino; nel caso che la recinzione termini o inizi contro o sopra un muro di sostegno, la rete dovrà essere prolungata e fissata al muro mediante chiodi sparati in modo da impedire il passaggio o lo scavalcamento dello stesso.
Nel caso di sostituzione di tratti di recinzione obsoleta, è fatto obbligo che i lavori di posa in opera della nuova recinzione seguano immediatamente quelli di rimozione affinché non rimangano tratti non protetti o comunque varchi o passaggi aperti.
L'eventuale rimozione dei sostegni potrà avvenire ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori, sia mediante il taglio alla base degli stessi, sia mediante la rottura in sito o l'asportazione dei blocchetti o dei cordoli di fondazione.
La misurazione della fornitura in opera o della rimozione delle varie tipologie di recinzione sarà eseguita per tratte continue comprese fra le due estremità e sarà valutata per il suo sviluppo in opera senza tener conto di eventuali sovrapposizioni.

31.5 - Penali

Qualora le caratteristiche e la qualità dei materiali, non dovessero corrispondere ai limiti in precedenza indicati, la partita sarà ritenuta in penale e la Direzione Lavori procederà alla loro applicazione nel modo di seguito descritto:

1) Per irregolarità relative alla qualità dell'acciaio, spessori e dimensioni dei materiali e quanto altro possa concorrere anche in modo parziale a compromettere la resistenza strutturale degli impianti:
   in questo caso l'Impresa sarà tenuta a sostituire a sue spese i materiali in difetto con altri che rispondano alle caratteristiche richieste. I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.
2) Per irregolarità relative alle caratteristiche delle protezioni anticorrosive dei materiali metallici od altro, che comunque non concorrano a compromettere la resistenza degli impianti:
   in questo caso si procederà all'applicazione di una sanzione pari a quelle indicate nella tabella seguente:

PENALI RELATIVE ALLE ZINCATURE	
Variazione percentuale di quantità o qualità anticorrosiva in meno, rispetto al richiesto	**Sanzione percentuale da applicarsi sul prezzo/i relativo all'opera non a norma**
Fino al 10% in meno	10%
Dal 10% al 20% in meno	15%
Oltre il 20% in meno	Sostituzione dei materiali in difetto

3) Per irregolarità relative alle modalità di esecuzione:
in questo caso l'Impresa è tenuta a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o a parte di essi se questi non fossero stati eseguiti secondo le indicazioni progettuali o della Direzione Lavori.

Art. 32 - Segnaletica verticale e orizzontale

32.1 - Premessa

Nelle presenti Norme Tecniche sono descritte le metodologie per l'esecuzione di tutte le opere, prestazioni e forniture che si renderanno necessarie per la realizzazione della segnaletica verticale ed orizzontale, Telepass, Viacard, sulle autostrade e loro pertinenze.
I progetti e la relativa esecuzione devono attenersi a quanto prescritto dal D.Lgs. 30 aprile 1992, n° 285 (Nuovo Codice della Strada), dal D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada) così come modificato dal D.P.R. 16 settembre 1996 n.610, dalle Circolari e Decreti Ministeriali vigenti in materia.

32.2 - Segnaletica verticale

La segnaletica verticale autostradale, integrata da quella orizzontale, regola il traffico a seconda delle diverse condizioni ambientali e planimetriche del tracciato, anche di notte e in condizioni climatiche avverse, contribuendo ad aumentare lo standard di sicurezza facilitando la percorrenza da parte dell'utenza.
La segnaletica verticale deve essere prodotta da costruttori autorizzati così come previsto dall'art. 45 comma 8 del Nuovo Codice della Strada e art. 193, 194 e 195 del relativo Regolamento di esecuzione e di attuazione.
Inoltre tutti i segnali forniti devono essere sempre corredati da una certificazione di Conformità del prodotto, come previsto dalla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 3652 del 17 giugno 1998 e s.m.i.

32.2.1 - Costruzione dei cartelli

I pannelli facenti parte della fornitura devono essere realizzati secondo le seguenti caratteristiche.

32.2.1.1 - Forme e dimensioni dei segnali

Tutti i segnali devono avere forme, dimensioni, colori, simboli e caratteristiche rigorosamente conformi a quelle prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, approvato con D.P.R. 16 Dicembre 1992 n. 495, D.P.R. 16 Settembre 1996 n. 610, a quanto approvato con lettera prot. n. 575 del 4 Marzo 1996 del Ministero dei Lavori Pubblici, Ispettorato Generale per la Circolazione e la sicurezza stradale, dalle Norme Tecniche ed a quanto esposto dettagliatamente nei disegni di progetto.

L'altezza dei caratteri alfabetici componenti le iscrizioni (vedi tab. II 16 Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada) deve essere tale da garantire una distanza di leggibilità non inferiore a 150 m.

32.2.1.1a - Supporto metallico

Il supporto metallico dei cartelli deve essere in lamiera di alluminio tipo P-AL 99,5 (1050A- UNI 9001/2), di spessore variabile in relazione alle dimensioni del cartello. Qualora i cartelli siano formati da più pannelli, questi dovranno essere nel più basso numero possibile e di dimensioni compatibili con la reperibilità delle lamiere sul mercato.

Tali lamiere, dopo avere subito le necessarie lavorazioni meccaniche e rese scabre in superficie mediante vibratrice elettrica, dovranno essere sottoposte ai seguenti trattamenti di preverniciatura:

a) sgrassatura mediante vapori di trielina o con bagno in soluzione alcalina per una durata di circa 15 min a temperatura di esercizio pari a circa 70 °C;
b) lavaggio con acqua e trattamento cromatante o fosforocromatante per un tempo sufficiente a depositare un rivestimento avente un peso compreso tra 105 e 375 mg/m² (valore medio ottimale 270 mg/m²) secondo le norme UNI 9921 relativo ai trattamenti di cromatazione e fosforocromatazione su alluminio e leghe;
c) lavaggio con acqua a perdere e passaggio in forno per essiccazione a temperatura compresa tra +60° e +70 °C;
d) applicazione ad immersione di una mano di vernice di fondo (Wash Primer), spessore 25-35 µm;
e) carteggiatura meccanica a secco con tela abrasiva a grana fine (220-240).

Trattamenti sostitutivi potranno essere eseguiti dopo preventivo esame e conseguente autorizzazione da parte della Direzione Lavori.

32.2.1.1b - Rinforzo perimetrale del cartello

Deve essere ottenuto mediante piegatura a scatola dei bordi del cartello che non dovranno essere inferiore a 1 cm, eccezione fatta per i dischi.

32.2.1.1c - Rinforzo sul retro del cartello

Il rinforzo sul retro del cartello deve essere costituito da traverse orizzontali o verticali in alluminio, saldate elettricamente, per punti, al cartello.

Dette traverse devono essere piegate ad omega o a C, dimensionate e spaziate secondo quanto previsto dal progetto.

32.2.1.1d - Saldatura elettrica per punti

La saldatura deve essere effettuata con puntatrice elettrica (la distanza massima fra due punti sarà di 15 cm) in modo da non creare sbavature o altra disuguaglianza sulla superficie del cartello.

In caso di utilizzo della traversa a C la distanza massima fra due punti di saldatura deve essere di 100 mm.

32.2.1.1e - Attacchi

Le traverse di rinforzo sul retro del cartello devono portare i relativi attacchi speciali completi di morsetti, staffe o cravatte, bulloni con relative piastrine di ferro, rondelle e quanto necessita per l'adattamento ed il fissaggio ai sostegni ed alle intelaiature di sostegno, tali da non richiedere alcuna foratura del cartello e degli accessori.

Nel caso di installazione di due cartelli a facce contrapposte ad una stessa altezza sugli stessi sostegni, devono essere adottate staffe doppie.

Tutti i materiali ferrosi devono essere zincati a caldo per immersione, come da presenti Norme.

32.2.1.1f - Verniciatura sul retro e dei bordi a scatola del cartello

Deve essere ottenuta mediante l'applicazione di una doppia mano di smalto a base di resine, cotto al forno (temperatura di cottura 140 °C, spessore 25-35 µm), di colore grigio opaco, nella gradazione precisata dalla Direzione Lavori.

32.2.1.1g - Faccia anteriore del cartello

Fondi, lettere, simboli e bordini di contorno dovranno essere eseguiti secondo quanto prescritto per ogni segnale:

a) con pellicola non retroriflettente (PNR);
b) con pellicola retroriflettente di classe 1 (CL1);
c) con pellicola retroriflettente di classe 2 (CL2);
d) con pellicola retroriflettente di classe 2 trattata con materiali idonei atti ad evitare la formazione di condensa (CL2-a);
e) con procedimento serigrafico (SER).

L'applicazione della pellicola al supporto metallico deve essere eseguita, a seconda del tipo, con il "Vacuum applicator" o con l'adesivo presente nella pellicola stessa. Per i dischi ed i triangoli è da applicare pellicola a pezzo unico, intendendo con questa definizione un unico pezzo di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato con processo serigrafico; questo deve mantenere le proprie caratteristiche inalterate per un periodo uguale a quello previsto per la pellicola retroriflettente.

Le caratteristiche colorimetriche, fotometriche e tecnologiche cui devono rispondere le pellicole retroriflettenti e le relative metodologie di prova alle quali devono essere sottoposte per essere utilizzate nella realizzazione della segnaletica stradale, sono stabilite dal Ministero dei Lavori Pubblici con Decreto Ministeriale del 31 Marzo 1995 n. 1584 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 106 del 9 Maggio 1995.

32.2.1.1h - Faccia posteriore del cartello

Successivamente alla verniciatura come da art. 32.1.1.1f, devono essere chiaramente indicati: la dicitura "A.T.I.V.A. S.p.A."; il marchio della Ditta che ha fabbricato il segnale e l'anno di fabbricazione; il numero dell'autorizzazione concessa dal Ministero dei Lavori Pubblici alla Ditta medesima per la fabbricazione dei segnali stradali. L'insieme delle predette annotazioni non deve superare la superficie di 200 cm².

Per i segnali di prescrizione devono essere riportati inoltre, gli estremi dell'ordinanza di apposizione.

32.2.1.1i - Traverse intelaiature

Per il collegamento tra i vari pannelli che compongono i segnali di grandi dimensioni, sono prescritte traverse in ferro a C, qualità EN 10025 - S235JR. Dette traverse, dalle dimensioni indicate dal progetto,

devono essere complete di staffe, con attacco a morsetto, per il collegamento alle traverse in alluminio nella quantità necessaria.
Sia le traverse in ferro che i vari attacchi devono essere zincati a caldo per immersione come da art. 32.1.2.1l delle presenti Norme.

32.2.1.1l - Congiunzioni dei pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni

Tali congiunzioni si devono ottenere con l'apposizione, lungo i lembi contigui dei pannelli, di angolari in anticorodal sia in senso orizzontale che verticale saldati come precedentemente descritto. Gli angolari devono essere opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini di acciaio inossidabile sufficienti ad ottenere il perfetto accostamento dei lembi dei pannelli.

32.2.1.1m - Pellicole retroriflettenti

Le pellicole retroriflettenti da impiegare devono rispondere alle caratteristiche prescritte dal Decreto Ministeriale del 31 Marzo 1995 n. 1584.

32.2.2.1 - Strutture per la segnaletica verticale

32.2.2.1a - Qualità dei materiali

I prodotti di origine impiegati nella costruzione dei materiali che devono essere sottoposti a zincatura; devono avere attitudine alla zincatura secondo quanto previsto dalla norma NF 35.503 Classe 1 e successiva norma europea EN 10025 riguardo alla designazione degli acciai.

32.2.2.1b - Sostegni per cartelli

Devono essere in ferro tubolare qualità EN 10025 - S235JR.
Devono essere zincati a caldo per immersione, come da art. 32.1.2.1l delle presenti Norme; possono essere anche del tipo antirotazione o sagomati per l'ottenimento di uno sbalzo come indicato dai disegni tipo.
Ogni sostegno e controvento deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e recherà al piede un'asola per l'alloggiamento dello spinotto di ancoraggio al basamento di fondazione. Non deve essere eseguita alcuna saldatura su sostegni e controventi già zincati.
Il tipo di sostegno, le dimensioni e la loro eventuale controventatura devono essere indicati nei disegni di progetto, fermo restando la responsabilità dell'Impresa in merito alla resistenza degli impianti.
La bulloneria impiegata deve essere rispondente alla Norma UNI 3740 classe 8.8.

32.2.2.1c - Portali e strutture in acciaio

I portali a cavalletto, a farfalla ed a bandiera devono essere realizzati con profilato tubolare in acciaio qualità EN 10025 - S275JR; esenti da difetti come bolle di fusione e scalfitture; tutti i collegamenti tra gli elementi prefabbricati devono essere realizzati mediante flange e devono essere riuniti in opera con bulloni.
La bulloneria impiegata deve essere rispondente alla Norma UNI 3740 classe 8.8.
Tutte le saldature necessarie per la realizzazione del traliccio devono essere esclusivamente del tipo a penetrazione e devono rispettare quanto previsto dalle norme CNR UNI 10011/88.
La base del piedritto deve essere provvista di piastra per l'ancoraggio tra il traliccio metallico ed il basamento di fondazione la cui connessione deve essere effettuata con l'impiego di tirafondi, collegati tra di loro con una piastra, annegati nel plinto e completi di doppi dadi di contrasto.

I tirafondi da annegare nel basamento in cls e da collegare con l'armatura devono essere in acciaio rispondenti alle prescrizioni della norma UNI 3740.
L'acciaio in tondini per l'armatura dei plinti deve essere della qualità Fe B 44K.
L'altezza minima tra il limite inferiore dei cartelli ed il piano stradale deve essere di 5,20 m.
I portali devono essere zincati a caldo come previsto dalle presenti Norme, così come i tirafondi e la contropiastra.
Le strutture verticali quali portali a cavalletto, a farfalla, a bandiera, ecc., devono essere realizzati secondo i disegni specifici esecutivi di progetto. L'Impresa esecutrice dei lavori ha comunque l'obbligo di verificare la resistenza stessa degli impianti ed apportare eventuali integrazioni e/o variazioni ai disegni di progetto che devono comunque essere approvati dalla Direzione Lavori.

32.2.2.1d - Strutture su pensiline

I cartelli da posizionare al di sopra delle pensiline di stazione, per i cartelli Telepass e Viacard, devono essere installati su apposite strutture le quali devono essere realizzate con ferro di qualità EN 10025 - S235JR.
La bulloneria impiegata deve essere rispondente alla Norma UNI 3740 classe 8.8.

32.2.2.1e - Strutture per segnali su New Jersey

I manufatti necessari per posizionare i segnali, fino ad una superficie di 0,810 m², sulle barriere di sicurezza New Jersey devono essere realizzati con una sella in acciaio, qualità EN 10025 - S235JR, di 5 mm che si adatti alla conformazione della barriera.
Nella testa della sella deve essere praticato un foro nel quale deve essere collocato un tubolare, di 200 mm, di diametro 76 mm, spessore 4 mm, con saldato all'estremità inferiore una piastra in ferro di l00x100 mm, spessore 3 mm.
Dopo aver inserito il bicchiere nel foro, realizzato nella sella, devono essere eseguite due saldature perimetrali interna ed esterna. Tale bicchiere deve essere predisposto, inoltre, con due fori passanti che consentano l'inserimento di due bulloni M12, per il bloccaggio del sostegno col cartello, classe 8.8 tesati a 2.000 kg.
In ogni faccia laterale della sella deve essere eseguita un'asola di 40x24 mm per l'alloggiamento della barra filettata e due fori diametro 15 mm per l'eventuale posa di bulloni e relativi prigionieri metallici.

32.2.2.1f - New Jersey con foro verticale

Alla piastra in ferro, di l00x100 mm saldata con la sella, deve essere saldato, nella parte inferiore un tubolare di 300 mm con diametro di 48 mm.
Il bicchiere di cui sopra e la sella, devono essere uniti tra di loro saldando due fazzoletti in acciaio triangolari, di l00x150 mm spessore 5 mm, applicati nel senso del massimo sforzo.

32.2.2.1g - New Jersey con foro orizzontale

Il bloccaggio del manufatto alla barriera deve avvenire con una barra filettata M20 e due dadi autobloccanti, classe 8.8 tesata a 5.000 kg usufruendo del foro passante esistente.

32.2.2.1h - New Jersey senza fori

Il bloccaggio del manufatto deve essere realizzato effettuando un foro passante al fine di poter inserire una barra filettata M20 e due dadi autobloccanti, classe 8.8 tesata a 5.000 kg.

32.2.2.1i - Supporto per sostegni su barriera metallica

Il supporto per il bloccaggio del sostegno alla barriera metallica deve essere realizzato utilizzando una staffa in ferro, qualità EN 10025 -S235JR, composta da un collare normale o antirotazione che avvolge il palo, una piastra sagomata a C, spessore 5 mm, sulla quale devono essere saldate due barre filettate diametro 14 mm e bulloneria necessaria.

32.2.2.1l - Zincatura a caldo per immersione

Tutti gli elementi di materiale ferroso impiegati per i lavori previsti nelle presenti Norme Tecniche devono essere zincati mediante immersione in zinco fuso (zincatura detta a caldo ed anche a fuoco) a scopo protettivo contro la corrosione.

Questa operazione deve essere eseguita con le modalità e le prescrizioni previste dalla norma C.N.R. - CEI n. 7-6 del Luglio 1968.

Lo zinco da impiegare nel bagno deve essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

I valori di zincatura prescritti dalla succitata norma sono riassunti nella tabella seguente; gli elementi ferrosi non riportati nella stessa devono essere zincati in base al rispettivo spessore.

Tipologia oggetto	Massa dello strato di zinco g/m²		Spessore dello strato di zinco µm	
	media sui campioni esaminati	minima su campione singolo	medio sui campioni esaminati	minimo su campione esaminato
A Traverse e morsetti Tubolari e staffe ø 60 e ø 90 Portali Profilato per delineatori in gallerie con marciapiede Tutti gi oggetti in acciaio aventi 3 mm o più di spessore, esclusi gli oggetti assimilabili alle classi C e D	600	550	86	78
B Tubolari ø 48 Delineatori su guardavia Paletti scambio carreggiata Tutti gli oggetti in acciaio aventi spessore minore a 3 mm, esclusi gli oggetti assimilabili alle classi C e D	400	350	57	50
C Ganci, perni, viti, dadi ed altri oggetti assimilabili, di diametro uguale o maggiore a 10 mm	400	350	57	50

D Ganci, perni, viti, dadi ed altri oggetti assimilabili, di diametro minore di 10 mm	300	250	43	36

I campioni prelevati dalla Direzione Lavori devono essere sottoposti alle prove previste dalla succitata norma CEI e più precisamente:

a - determinazione della massa dello strato di zinco;

b - qualità dello zinco;

c - spessore dello strato di zinco;

d - uniformità di spessore del rivestimento di zinco;

e - aderenza dello strato di zinco.

32.2.3 - Posa in opera

Al fine di garantire la perfetta visibilità, di giorno come di notte, in qualsiasi condizione, per ciascun segnale deve essere garantito uno spazio di avvistamento, tra il conducente ed il segnale stesso, libero da ostacoli.

Le misure minime del suddetto spazio di avvistamento sono indicate dettagliatamente nel Nuovo Codice della Strada, nonché nel Regolamento di Esecuzione e di Attuazione aggiornato al D.P.R. 16-9-1996, n. 610.

Le targhe dei viadotti devono essere previste solo se la lunghezza del manufatto è uguale o superiore a 100 m.

Gli itinerari internazionali devono essere indicati con le modalità previste dai disegni progetto.

La distanza tra l'estremità del cartello, lato carreggiata, ed il margine della carreggiata stessa deve essere minima 0,50 m e massima 1,00 m; fanno eccezione tutti i cartelli dello spartitraffico, quelli a sbalzo, quelli in prossimità delle gallerie, quelli in galleria, ecc., che devono essere di volta in volta esaminati dalla Direzione Lavori.

L'altezza tra il bordo inferiore del cartello e la pavimentazione deve essere minimo 1,20 m e massimo 1,80 m secondo un criterio di proporzione inversa rispetto alle dimensioni del cartello; fanno eccezione le targhe chilometriche, i cartelli per la numerazione dei cavalcavia, la cui altezza deve essere di 1,70 - 1,80 m e tutti gli altri cartelli in posizioni particolari la cui altezza sarà stabilita di volta in volta dalla Direzione Lavori.

L'altezza minima tra la pavimentazione ed il bordo inferiore del o dei cartelli, collocati al di sopra della carreggiata deve essere di 5,20 m.

In ogni caso sullo stesso itinerario deve essere rispettata un'altezza uniforme.

La posa in opera della segnaletica deve essere eseguita in modo tale che il segnale abbia un'inclinazione rispetto al flusso del traffico di 93°.

I segnali, collocati al di sopra della carreggiata, devono essere installati in modo tale da avere un inclinazione rispetto al piano perpendicolare di circa 3° verso il lato da cui proviene il traffico. Il giudizio dell'esattezza di tale posizione è riservato in modo insindacabile alla Direzione Lavori.

Nella installazione degli impianti segnaletici su terra, si deve realizzare un blocco di ancoraggio in calcestruzzo di cemento secondo le indicazioni del progetto e comunque non inferiore alla classe Rck 20 MPa, delle dimensioni minime di 50x50x70 cm per l'installazione del tubolare in ferro di sostegno.

Nei casi in cui, per sopraggiunti motivi non prevedibili al momento della progettazione, si ritenga che detta fondazione non sia idonea per la stabilità dell'impianto, l'Impresa deve opportunamente dimensionarla, apportare integrazioni e/o variazioni ai disegni di progetto che devono, comunque, essere approvati dalla Direzione Lavori.

Il controvento deve essere ancorato al sostegno secondo quanto indicato negli elaborati progettuali.

Deve essere inoltre ripristinato, sia sullo spartitraffico, sulle scarpate o in qualunque altra situazione di continuità, il preesistente stato.
I portali devono essere posti in opera su basamenti di calcestruzzo armato, delle dimensioni come da progetto, di classe non inferiore a Rck 25 MPa.
Le dimensioni e l'armatura in ferro di detti basamenti devono essere in linea con quanto disposto negli elaborati progettuali.
L'Impresa è comunque tenuta a verificare i calcoli di dette strutture ed il loro posizionamento, apportare eventuali integrazioni e/o variazioni ai disegni di progetto che devono comunque essere approvati dalla Direzione Lavori.
Nel caso di portali a bandiera si deve realizzare il basamento sulla scarpata laterale, cercando di evitare il posizionamento sulla cuspide.
Inoltre, l'installazione degli impianti segnaletici su New Jersey, paletti M100 o di sostegno del guardrail, devono essere realizzati secondo quanto disposto dagli elaborati di progetto.

32.2.4 - Garanzie di durata

L'Impresa deve comunque garantire quanto segue:

a) le pellicole, applicate secondo le tecniche prescritte dal fabbricante e dalle presenti Norme, non dovranno presentare, per almeno 7 anni, per quelle non retroriflettenti e retroriflettenti di classe 1, 10 anni per quelle retroriflettenti di classe 2, di esposizione all'esterno, alcuna decolorazione, (restando nelle coordinate dei limiti cromatici di cui alla tabella I del Decreto Ministeriale del 31 marzo 1995 n. 1584) nessuna fessurazione, corrugamento, formazione di scaglie o bolle, cambio di dimensioni, segni di corrosione, distacco dal supporto o diminuzione dell'adesione;
b) i supporti, le traverse, le staffe, i sostegni e tutti i materiali metallici che compongono l'impianto segnaletico, per almeno 10 anni di esposizione all'esterno, non dovranno presentare alcuna forma di ossidazione, nemmeno in piccole quantità;
c) La posa in opera deve essere eseguita a perfetta regola d'arte e l'impianto segnaletico dovrà resistere al vento spirante a 150 km/h e non presentare per almeno 10 anni alcuna anomalia (distacco anche parziale di traverse, bulloni tranciati, staffe lente, ecc.).

32.2.5 - Certificazioni e prove

I materiali da impiegare nelle lavorazioni devono essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione, in conformità della Circolare del LL.PP.. n. 2357 del 16/05/1996 e successive modificazioni.
La qualità dei materiali deve essere comunque verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà necessario ed in qualsiasi fase della produzione e/o realizzazione dei lavori.
Le unioni bullonate, compresi i tirafondi di fondazione, devono essere sottoposte all'atto della posa in opera, dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Impresa, a verifica con chiave dinamometrica, tarata e dotata di bussole intercambiabili, dei valori della coppia di serraggio previsti in progetto, sulla base delle indicazioni riportate nella norma UNI CNR 10011/88.
Per ogni giunto devono essere verificati da quattro a sei bulloni e deve essere redatto il relativo verbale di constatazione.
L'Impresa inoltre deve produrre alla Direzione Lavori le certificazioni, rilasciate da Istituti o Laboratori di certificazione riconosciuti legalmente, le quali attestino che tutte le saldature relative a tutte le unioni di

forza ed il 20% delle saldature di dettaglio di ogni singola struttura o portale, sono state sottoposte a controllo manuale mediante ultrasuoni nel rispetto della norma UNI 8387.
La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina o nei laboratori e di prelevare in qualsiasi momento, senza preavviso ed anche dopo la fornitura in opera, campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli alle analisi e prove che riterrà opportuno eseguire presso noti Istituti specializzati, autorizzati e competenti, allo scopo di rendere soddisfatte tutte le prescrizioni richiamate nelle Norme Tecniche.
Le relative spese per sottoporre ad analisi e prove i vari campioni, comprese quelle di prelievo e di spedizione, prima e dopo la fornitura in opera, sono a totale carico dell'Impresa.
I prelievi di materiale devono avvenire in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa e deve essere redatto il relativo verbale di prelievo.
Le campionature relative alla zincatura devono essere inviate dalla Direzione Lavori al "Laboratorio Autostrade" (Centro rilevamento dati e prove sui materiali) per essere sottoposte alle analisi di controllo.

32.2.6 - Penali

Qualora i risultati delle certificazioni, relativi alla qualità dei materiali ed alla realizzazione dei manufatti e/o i risultati delle prove predisposte dalla Direzione Lavori, non fossero rispondenti alle Norme Tecniche, dovranno essere applicati i seguenti provvedimenti.

32.2.6.1 - Forme e dimensioni

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Impresa tutte i segnali realizzati con forme e dimensioni diverse da quelle previste dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, approvato con D.P.R. 16/12/1992 n.495 e D.P.R. 16/9/1996 n.610, dalle Norme Tecniche ed a quanto esposto dettagliatamente nei disegni di progetto.

32.2.6.2 - Qualità dell'acciaio

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Impresa tutti i materiali e/o strutture sia forniti che posti in opera, realizzati con qualità di acciaio diverse da quelle richieste.

32.2.6.3 - Bulloneria

Dovrà essere sostituita a cura e spese dell'Impresa tutta la bulloneria sia fornite che posta in opera, se non rispondente alla norma UNI 3740 classe 8.8.

32.2.6.4 - Unioni saldate

Dovranno essere sostituite a cura e spese dell'Impresa tutte le strutture sia fornite che poste in opera, realizzate con saldature non conformi a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

32.2.6.5 - Zincatura

Dovranno essere applicate le penali sottoelencate sull'importo totale relativo alla fornitura della tipologia dei materiali ferrosi, presi in esame, se gli stessi presenteranno uno spessore di zinco inferiore a quanto previsto:

Tipo	Variazione percentuale di quantità o qualità di protezione anticorrosiva in meno, rispetto al richiesto	Sanzione percentuale da applicarsi sul prezzo/i relativo all'opera non a norma
A	Fino al 10%	5%
B	Dal 10% al 20%	10%
C	Oltre il 20%	Sostituzione completa dei materiali

32.2.6.6 - Alluminio

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Impresa tutti i segnali realizzati con lamiere di alluminio non rispondenti a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

32.2.6.7 - Pellicole retroriflettenti

Tutti i segnali realizzati con pellicole risultate non rispondenti a quanto previsto dalle Norme in vigore dovranno essere sostituite a cura e spese dell'Impresa.

32.2.6.8 - Posa in opera

Tutti i basamenti realizzati con dimensioni inferiori rispetto a quelli riportati negli elaborati progettuali dovranno essere rimossi e nuovamente realizzati a cura e spese dell'Impresa; potranno anche essere adeguati secondo le direttive indicate dalla Direzione Lavori.

Dovranno essere ad esclusivo carico e spesa dell'Impresa ogni operazione e fornitura relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

32.3 - Delineatori stradali

I delineatori stradali fanno parte del gruppo dei "Segnali complementari".

Per segnali complementari si intendono, ai sensi dell'articolo 42, comma 1, del Codice della Strada, quei dispositivi e mezzi segnaletici destinati ad evidenziare o rendere noto:

1) il tracciato stradale;
2) particolari curve e punti critici;
3) ostacoli posti sulla carreggiata o ad essa adiacenti ecc..

I segnali complementari, si suddividono in:

a) delineatori normali di margine;
b) delineatori speciali;
c) mezzi e dispositivi per segnalare gli ostacoli;
d) isole di traffico.

Nelle presenti Norme Tecniche sono trattati solo i delineatori di cui ai punti a e b.

32.3.1 - Delineatori normali di margine

Le caratteristiche dei delineatori normali di margine sono prescritte dall'art. 173 del Regolamento di Esecuzione e di Attuazione del Nuovo Codice della Strada.

Impiegati lungo le autostrade, ne indicano i margini visualizzando a distanza le carreggiate stradali ed autostradali.

Nelle autostrade i delineatori in sinistra dovranno avere due elementi catarifrangenti (catadiottri) e quelli in destra uno.

32.3.1a - Costruzione del delineatore

Le caratteristiche fisiche e chimiche dei materiali da usare per la costruzione dei delineatori normali, le dimensioni e le forme degli stessi, nonché i requisiti fotometrici e colorimetrici degli elementi rifrangenti sono stabiliti con apposito disciplinare tecnico approvato con decreto del Ministro dei Lavori Pubblici, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica.

I delineatori sono costituiti da paletti di colore bianco con fascia nera alta 25 cm, posta nella parte superiore, nella quale devono essere inseriti elementi rifrangenti volti verso le correnti di traffico interessate.

Il paletto del delineatore deve essere a sezione preferibilmente trapezoidale con spigoli arrotondati che devono potersi iscrivere in un rettangolo di 10x12 cm, con lato minore parallelo all'asse stradale.

Devono essere costruiti mediante soffiaggio, in appositi stampi, di una candela continua di polietilene ad alta densità e della migliore qualità, arricchito di additivi antinvecchiamento. La parte nera dovrà essere incorporata nel segnalimite in fase di stampaggio, escludendosi operazioni di verniciatura.

Il materiale impiegato deve essere sufficientemente elastico ed avere un'elevata resistenza strutturale.

32.3.1b - Norme di accettazione dei paletti

I paletti dei delineatori devono portare impresso l'anno di fabbricazione ed il marchio della Ditta produttrice.

La stabilità alle escursioni termiche devono essere garantita per una temperatura minima di -15 °C ed una massima di +80 °C.

Il polimero deve presentare valori compresi nei limiti seguenti:

a) purezza del polietilene ad alta densità (trattamento all'ebollizione con tricloetilene). (Il polietilene è puro se il provino assorbe meno del 35% di tricloroetilene e cede al tricloroetilene meno del 4% del suo peso);
b) indice di fluidità (meltindex): 0,2 - 0,4;
c) densità : 0,95;
d) carico di rottura: prima dell'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti in un apparecchio "Weather o meter" secondo le norme ASTM 4257 e D 1499 - 59T, deve essere di 220 kg/cm²; dopo l'esposizione deve essere almeno 85% del valore iniziale;
e) resistenza all'urto: prima dell'esposizione ai raggi ultravioletti, la resistenza all'urto secondo le norme ASTM 120-56T deve raggiungere un minimo di 9 kg/cm²; dopo l'irradiazione la resistenza deve raggiungere almeno l'80% del valore ottenuto prima dell'esposizione;
f) resistenza agli agenti chimici secondo la nonna ASTM D 543 - gli agenti aggressivi impiegati sono:
    - cloruro di sodio al 20%;
    - cloruro di calcio al 20%;
    - idrossido di ammonio al 10%;
    - acido cloridrico al 10%;
    - acido solforico al 10%;
    - olio minerale;
    - benzina.

L'accertamento di eventuali modificazioni occorse al paletto segnalimite in esame sarà effettuato mediante pesatura dello stesso prima e dopo l'immersione nelle soluzioni di cui sopra.

32.3.1c - Forme e dimensioni degli elementi rifrangenti

Nel delineatore di destra, l'elemento rifrangente deve essere di colore giallo, di forma rettangolare e della superficie minima di 60 cm²; nel delineatore di sinistra i due elementi rifrangenti, posti in verticale, devono essere di colore giallo, di forma rettangolare e ciascuno, con una superficie attiva minima di 30 cm², ad una distanza fra loro pari al doppio dell'altezza di ciascun dispositivo, con una tolleranza in più del 10%.
Sia i catadiottri di destra che quelli di sinistra, corrispondenti, devono avere le stesse dimensioni e caratteristiche, con la base maggiore parallela alla pavimentazione stradale.
Gli elementi rifrangenti devono essere realizzati in metacrilato di metile di colore giallo.

32.3.1d - Norme di accettazione

1- devono essere omologati dal Ministero dei Lavori Pubblici e presentare impresso il relativo numero di omologazione ed il nome del fabbricante;
2- devono essere rettangolari con una superficie minima rifrangente di 60 cm² ed il valore minimo di intensità luminosa dovrà essere di 20 m.c.d./lux cm², rilevato a 20° di incidenza ed a 20° di divergenza;
3- devono presentarsi inalterati dopo la prova di resistenza all'esposizione per invecchiamento ai raggi ultravioletti ed infrarossi (durata della prova 72 h, lampade OSRAM ULTRA LIGHT da 1.000 W, temperatura massima 65 °C ± 1;
4- devono presentare una perfetta tenuta stagna nella prova di immersione in acqua (durata della prova 24 h, temperatura 20 °C ± 1.

32.3.1e - Posa in opera dei delineatori normali di margine

Devono essere collocati come stabilito dall'art. 173 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada: al limite esterno della banchina e comunque a non meno di 50 cm dal bordo esterno della carreggiata.
I delineatori devono essere infissi nel terreno per una profondità di 30 cm, curando sia la verticalità e l'allineamento del paletto stesso che l'angolarità del o dei catadiottri.
Il terreno intorno ai paletti va compattato.
I delineatori su cordoli e cunette in calcestruzzo devono essere infissi in un foro sagomato praticato nel calcestruzzo stesso.
L'altezza fuori terra deve essere compresa fra 70 e 110 cm.
L'altezza tra il bordo inferiore del catadiottro e la pavimentazione stradale deve essere quella figurante nei disegni, curando scrupolosamente che tali altezze restino costanti lungo la medesima strada anche quando si passa da un tipo all'altro di delineatore.
Su tratti di strada omogenei l'installazione dei delineatori deve essere continuativa, evitando installazioni saltuarie e usando lo stesso tipo di delineatore. Deve essere adottata la spaziatura indicata dall'art. 173, comma 4 del suddetto Regolamento.
Nel caso della sostituzione di delineatori in quelle autostrade ove vigono norme diverse dalle presenti, occorrerà effettuare l'installazione per tratte significative: scambio-scambio (per il centro), fine trincea, fine rilevato ecc., conformi alle prescrizioni del suddetto art. 173, comma 4.

32.3.1f - Delineatori su manufatti

Qualora si presentasse la necessità di installare delineatori su manufatti diversi da quelli di seguito indicati dovranno essere studiati i nuovi tipi di supporti e di attacchi, fermo restanti i principi basilari prescritti dalle vigenti Norme.

L'Impresa dovrà presentare i campioni di ogni tipo di delineatore i quali saranno esaminati dalla Direzione Lavori.
Eventuali proposte di nuove soluzioni presentate saranno prese in considerazione, esaminate e se idonee accettate; comunque, gli elementi rifrangenti devono essere fissati al supporto metallico mediante attacchi a baionetta o simili e comunque mai incollati.
Nel caso di delineatori su barriere di sicurezza tipo New Jersey, questi devono avere le caratteristiche previste dalle presenti Norme:

- i supporti devono essere realizzati in alluminio spessore 20/10 mm;
- i catadiottri sia quelli di sinistra che quelli di destra saranno di 10x6 cm e saranno accettati fino alle dimensioni massime di 7x10 cm.

Nel caso di New Jersey monofilari, i delineatori devono essere installati utilizzando i fori esistenti nel manufatto, con tassello ad espansione.
Detto tassello, sotto l'azione di una vite a brucola di 6 mm, dilatandosi, deve esercitare sulla parete del foro una pressione tale da ostacolarne la fuoriuscita.
Nel caso di New Jersey bifilari e laterali, i delineatori devono essere installati mediante l'impiego di n. 2 tasselli con vite a chiodo.
Dette viti devono essere zincate galvanicamente e passivate e devono avere una lunghezza minima di 35 mm con il foro di diametro 6 mm.
Nel caso di barriere metalliche, i delineatori devono avere le caratteristiche previste dalle presenti Norme.
I supporti devono essere realizzati in lamiera di ferro dello spessore figurante nei disegni e zincato a caldo secondo la norma C.E.I. 7.6 del Luglio 1968.
Nella realizzazione dei supporti si deve tenere conto della diversa inclinazione delle lame nei vari tipi di guardrails esistenti nella rete autostradale da cui scaturisce una diversa angolazione dell'asta di supporto dei catadiottri rispetto all'onda stessa; questo per mantenere costante la verticalità del dispositivo.
I catadiottri sia quelli di sinistra che quelli di destra devono essere di 10x6 cm e saranno accettati fino alle dimensioni massime di 7xl0 cm.
Devono essere posizionati sulla parte superiore del nastro con sistemi di attacco tali da non interessare in nessun modo la bulloneria necessaria per l'unione tra le barriere e quella tra le barriere ed i montanti.
Il metodo di attacco deve essere del tipo indicato dagli elaborati progettuali, formato da piastre in acciaio sagomate e collegate al supporto tramite una vite a brucola del diametro 6 mm, anch'essi zincati come sopra.
Nel caso di muri di controripa, i delineatori devono avere le caratteristiche previste dalle presenti Norme.
I supporti devono essere realizzati in alluminio spessore 20/10 mm.
I catadiottri devono essere di 15x10 cm.
Per mantenere il lato maggiore del catadiottro orizzontale occorre determinare l'inclinazione del muro stesso e conseguentemente la piegatura da dare al supporto.
Nel caso di cordoli, muretti ed elementi prefabbricati di varie altezze devono essere realizzati delineatori con supporti tali da presentare costanza di orizzontalità.
Il fissaggio di detti delineatori deve essere eseguito come quello indicato per i New Jersey.

32.3.2 - Delineatori speciali

Per delineatori speciali, secondo l'art. 174 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, si intendono quei delineatori utilizzati come dispositivi permanenti tra cui:

a) - delineatori in galleria;

b) - delineatori modulari di curva.

32.3.2a - Delineatori in galleria

I delineatori in galleria devono avere le caratteristiche previste dalle presenti Norme.

I catadiottri sia quello di destra che quelli di sinistra, devono avere le dimensioni di 15x10 cm e saranno accettati fino alle dimensioni massime di 18x10 cm.

In sinistra oltre ai due catadiottri posti nel senso di marcia, il delineatore ne deve avere un terzo sul retro con caratteristiche e dimensioni uguale agli altri.

Data la tipologia delle gallerie si è reso necessario realizzare tre diversi tipi di delineatori e cioè:

a) gallerie con guardrails - i delineatori devono avere caratteristiche uguali a quelli sui guardrails a cielo aperto, ma di dimensioni maggiorate, sia nel supporto che nell'attacco. Anche in questo caso i delineatori devono essere installati sulla parte superiore del nastro;
b) galleria senza marciapiede e senza guardrails - i delineatori devono avere i supporti in alluminio 30/10 mm in sinistra e 25/10 mm in destra e devono essere installati sui piedritti delle gallerie mediante l'impiego di n. 3 tasselli con vite a chiodo. Dette viti devono essere uguali a quelle usate per i delineatori su New Jersey. Per rispettare la condizione di parallelismo bisogna sagomare opportunamente i supporti secondo l'inclinazione del piedritto stesso;
c) galleria con marciapiede - i delineatori devono avere il supporto in profilato di ferro, spess. 4 mm, avente alla base una piastra in ferro saldata di 10x15 cm, spess. 3 mm, con quattro fori e zincato a caldo. In detto supporto deve essere fissato un pannello in alluminio 30/10 mm per quelli in sinistra e 25/10 mm per quelli in destra, sul quale devono essere fissati i catadiottri necessari.

Il montaggio del delineatore al marciapiede deve essere ottenuto mediante n. 2 bulloni e prigionieri metallici ad espansione.

Va tenuto presente che in galleria la spaziatura longitudinale sarà di 15,00 m, salvo il tratto di imbocco, della galleria stessa, in cui il distanziamento deve essere di 8 m, per i primi 10 elementi.

32.3.2b - Delineatori modulari di curva

Sono regolamentati dall'art. 174, comma e, Regolamento.

Devono essere impiegati nei casi eccezionali qualora la percezione dello sviluppo della curva risulti poco agevole in guida notturna; la stessa deve essere segnalata con una serie di pannelli modulari di curva delle dimensioni di 90x90 cm. Se gli spazi disponibili per l'installazione non sono sufficienti per tale formato si potranno utilizzare quelli di dimensioni ridotte a 60x60 cm.

Tali pannelli devono essere in alluminio 25/10 mm, con faccia anteriore ricoperta da una pellicola nera non retroriflettente ed il disegno a punta di freccia deve essere realizzato con pellicola bianca retroriflettente di classe 2.

I pannelli devono essere distanziati di circa 15 m ed essere installati nello spartitraffico, o sul bordo laterale della strada, lungo tutto lo sviluppo della curva tra i due punti di tangenza con i rettifili collegati dalla curva stessa. Il punto d'inizio e quello di fine dei pannelli potrà essere anticipato e prolungato qualora risultino i punti di tangenza sunnominati poco percepibili a distanza.

Infine, nelle autostrade con tracciato per clotoide e curve circolari, il punto d'inizio e fine deve corrispondere con l'inizio e la fine delle clotoidi.

32.3.3 - Penali

La Direzione Lavori ha la facoltà di prelevare, in qualunque momento, dei campioni per sottoporli alle prove previste dalle Norme Tecniche.
I delineatori dovranno essere tutti sostituiti, a cura e spese dell'Impresa, qualora i catadiottri non dovessero rispondere alle prescrizioni delle caratteristiche richieste al punto 1 e 2 dell'articolo 32.2.1d, riguardo ai delineatori normali di margine ed a quanto altro indicato per i delineatori speciali e su manufatti diversi.
Dovrà invece essere applicata una penale pari del 5% dell'importo totale relativo alla fornitura se i catadiottri dovessero presentare alterazioni dopo la prova indicata al punto 3 del suddetto articolo mentre, dovranno essere sostituiti tutti quei catadiottri che dovessero presentare opacità per effetto della scarsa tenuta stagna.
Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Impresa tutti i paletti che non dovessero rispondere alle caratteristiche indicate dall'art. 32.2.1b delle presenti Norme.
Riguardo ai supporti dei delineatori realizzati in acciaio zincato, dovranno essere applicate le penali indicate nell'articolo 32.1.6.5.

32.4 - Segnaletica orizzontale

32.4.1 - Premessa

La segnaletica orizzontale da utilizzare come guida ottica presente sul tracciato autostradale ed impiegante materiali con formulazioni e tipologie applicative diverse, deve soddisfare a precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione del suo posizionamento.
Qualsiasi tipo di segnaletica orizzontale da realizzare deve essere conforme a quanto stabilito dal Nuovo Codice della Strada D.L. n. 285 del 30/04/1992, dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada D.P.R. n. 495 del 16/12/92, dal D.P.R. 16 Settembre 1996 n. 610 e dai disegni esecutivi di progetto.

32.4.2 - Classificazione dei materiali per segnaletica orizzontale

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati nel seguente modo:

a) Pitture:

Possono essere di due tipi:

1 - idropitture con microsfere di vetro post-spruzzate;
la pittura deve essere costituita da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi, il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.
Il residuo volatile è considerato pari al 25%.

2 - pitture a freddo con microsfere di vetro premiscelate e post-spruzzate;
la pittura deve essere costituita da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi, da microsfere di vetro; il tutto disperso in diluenti e solventi idonei.
Il residuo volatile è considerato pari al 25%.

Le microsfere di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate "CE" come definito dalla norma UNI EN 1423:2004.

b) Termoplastico:

il materiale termoplastico deve essere costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro, premiscelate e post-spruzzate, da applicare a spruzzo e/o per estrusione a caldo.

Le microsfere di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate "CE" come definito dalla norma UNI EN 1423:2004.

c) Laminati elastoplastici:

i laminati autoadesivi prefabbricati, retroriflettenti con preinserimento di materiali ad alto indice di rifrazione possono essere di tre tipi:

1 - per applicazioni provvisorie;

2 - per applicazioni poco sollecitate;

3 - per applicazioni altamente sollecitate.

I prodotti vernicianti sono distinti in tre livelli di applicazione le cui proprietà rispondono a differenti standard qualitativi:

1° LIVELLO: APPLICAZIONI PROVVISORIE O PER ZONE POCO SOLLECITATE (PROVVISORIO, EMERGENZA, FUORI STAGIONE, CONDIZIONI ATMOSFERICHE PARTICOLARI).

2° LIVELLO: APPLICAZIONI DI ROUTINE.

3° LIVELLO: APPLICAZIONI PARTICOLARI

32.4.2.1 - 1° LIVELLO prodotti di tipo "a" (pitture-idropitture)

Con questi prodotti possono essere realizzati i seguenti lavori:

- segnaletica per piccoli tratti (rappezzi);
- segnaletica su pavimentazioni da ricoprire (strato di binder);
- segnaletica interna agli svincoli;
- segnaletica inerente le intersezioni esterne;
- segnaletica interna alle aree di servizio;
- segnaletica interna alle aree di parcheggio;
- zebrature;
- fascioni di arresto;
- scritte, frecce e simboli;
- piste di accelerazione e di decelerazione;
- ripasso striscia margine sinistro;
- semiellissi in zone antinebbia.

Per le lavorazioni di primo livello devono essere impiegate le idropitture, le pitture a solvente, secondo le disposizioni progettuali.

Nel caso di condizioni atmosferiche non compatibile con l'applicazione delle idropitture, su indicazione della Direzione Lavori, devono essere impiegate le pitture a solvente.

32.4.2.2 - 2° LIVELLO prodotti di tipo "b" (termoplastico)

Con questi materiali possono essere realizzati i seguenti lavori:

- segnaletica per la delimitazione delle corsie autostradali in condizioni normali;
- doppia bianca svincoli;
- piste di accelerazione e di decelerazione.

32.4.2.3 - 3° LIVELLO prodotti di tipo "b"-"c" (termoplastico-antinebbia-elastoplastico)

Con questi materiali possono essere realizzati i seguenti lavori:

tipo b

- striscia margine destro con rilievi ottici-sonori in zone ad alta intensità nebbiosa.

tipo c 1

- segnaletica in entrata ed uscita cantieri di lunga durata.

tipo c 2

- margine sinistro della carreggiata;
- margine destro della carreggiata senza emergenza;
- zebrature.

tipo c 3

- strisce discontinue;
- margine destro con emergenza;
- scritte, frecce e simboli;
- fascioni di arresto;
- linea di arresto in presenza del segnale dare precedenza.

32.4.2.4 - Tratti antinebbia

I tratti autostradali individuati come "antinebbia" devono essere mantenuti costantemente efficienti.
Lo spessore della striscia con elementi a rilievo non deve essere maggiore di 6 mm, così come descritto all'Art. 141 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada (D.P.R. 16.12.1992 n. 495).
La forma, dimensioni e frequenza del rilievo deve essere come indicato nei disegni di progetto.

32.4.2.5 - Verniciature rifrangenti su archi di imbocco gallerie e isole spartitraffico

Gli archi di imbocco delle gallerie, i cordoli delimitanti le isole spartitraffico e tutte le superfici di quei manufatti che devono essere evidenziate, saranno verniciati con pitture rifrangenti previo la spazzolature ed eventuale ripresa dell'intonaco.
Relativamente agli imbocchi delle gallerie la larghezza della striscia deve essere di 30 cm per l'intero sviluppo del portale della galleria.

32.4.3 - Caratteristiche dei materiali

Vengono di seguito definiti i requisiti ai quali tutti i materiali impiegati nei lavori di segnaletica orizzontale, devono ottemperare per tutta la loro vita utile.
Valori minori a quelli richiesti sono considerati insufficienti per il mantenimento degli standard di sicurezza previsti.
La segnaletica orizzontale deve essere efficiente fin dalla posa in opera e questa, in termini di visibilità notturna, antiscivolosità ecc. deve essere mantenuta per tutta la vita utile prevista.
Le caratteristiche prestazionali richieste sono:

- colore;
- visibilità notturna;
- abradibilità;
- tempo di essiccazione.

32.4.3.1 - Colore

Il colore della pittura è la sensazione cromatica percepita dall'osservatore; è definito mediante le coordinate tricromatiche riferite al diagramma colorimetrico standard C.I.E. 1931 (Commission International d'Eclairage).

I colori dei prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c devono rientrare, per tutta la loro vita utile, all'interno delle zone determinate dalle coordinate tricromatiche, rilevate secondo le metodologie di cui ai successivi articoli e riportate nella tabella seguente:

Colore	Coordinate tricromatiche				
Bianco	x	0,36	0,31	0,29	0,34
	y	0,36	0,31	0,33	0,38
Giallo	x	0,44	0,55	0,47	0,39
	y	0,40	0,46	0,54	0,43
Blu	x	0,08			0,14
	y	0,17			0,04
Giallo temporaneo	x	0,49	0,55	0,47	0,43
	y	0,43	0,46	0,54	0,48
Illuminante normalizzato D65, geometria 45/0					

32.4.3.2 - Visibilità notturna

La visibilità notturna della segnaletica orizzontale è determinata dall'illuminazione artificiale della segnaletica stessa e viene definita dal valore di retroriflessione.

Il valore di retroriflessione, rilevato secondo le metodologie di cui ai successivi articoli, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c, per tutta la loro vita utile di:

150 $mcd.lux^{-1}m^{-2}$.

32.4.3.3 - Valore abradibilità SRT

La segnaletica orizzontale deve possedere nelle sue caratteristiche una resistenza allo slittamento dovuto al contatto tra il pneumatico ed il prodotto segnaletico in condizioni sfavorevoli.

Il valore minimo, rilevato secondo le metodologie di cui ai successivi articoli, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo **a**, **b** e **c** e per tutta la loro vita utile di:

50 SRT (british portable Skid Resistance Tester).

32.4.3.4 - Tempo di essiccazione

Il tempo di essiccazione rilevato secondo le metodologie di cui al successivo articolo, deve rientrare nei tempi di seguito indicati.

32.4.3.4.1 - Pitture

La pittura applicata sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10 °C e +40 °C ed umidità relativa non superiore al 70% deve asciugarsi entro 15-20 min dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Le idropitture devono essere impiegate con una temperatura dell'aria superiore a 10 °C e con un umidità relativa inferiore a 80%.

32.4.3.4.2 - Termoplastico

La pittura applicata sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10 °C e +40 °C ed umidità relativa non

superiore al 70% deve solidificarsi entro 30-40 s per lo spruzzato ed entro 180-240 s per l'estruso, dall'applicazione.
Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.
Il tempo di essiccamento viene controllato in laboratorio secondo la norma ASTM D 711-55.
In presenza di superfici umide e/o con umidità relativa superiore al 70%, a discrezione della Direzione Lavori e/o per motivi di sicurezza del traffico, l'applicazione della segnaletica deve essere preceduta da una fase di asciugatura della pavimentazione (termoriscaldatura) al fine di garantire una perfetta adesione del prodotto.

32.4.3.4.3 - Laminati

La completa essiccazione del primer, al fine di facilitare l'adesione del prodotto alla pavimentazione, deve avvenire entro 15-20 min dall'applicazione.
Dopo la rullatura i laminati devono essere immediatamente trafficabili.

32.4.4 - Caratteristiche fisico chimiche di riferimento dei materiali per segnaletica orizzontale

Le caratteristiche fisico-chimiche dei materiali di segnaletica orizzontale, riportate di seguito, devono essere considerate come proprietà di riferimento per la realizzazione dei prodotti segnaletici.

32.4.4.1 - Idropitture post-spruzzate con microsfere di vetro

Caratteristiche chimico-fisiche (per le tre pigmentazioni):		
1-	Massa volumica (T=25 °C)	1,65 - 1,7 g/cm^3
2-	Residuo non volatile	80% in peso ± 5%
3-	Quantità pigmenti (*)	45% in peso ± 5%
4-	Quantità di TiO_2 (**)	25% in peso ± 5%
5-	Quantità microsfere post-spruzzate	300 g/m^2
6-	Ph	10 ± 0,5

Metodi per le prove: "2", "3", "4"
2-ASTM D-2832
3-F.T.M.S. 141a-4021
4-ASTM D-1394
(*) Riferito a 100 g di prodotto esente da microsfere
(**) Riferito alla quantità di pigmenti

32.4.4.2 - Pitture a freddo premiscelate e post-spruzzate con microsfere di vetro

Caratteristiche chimico-fisiche (per le tre pigmentazioni):		
1-	Massa volumica (T=20 °C)	1,6 - 1,9 g/cm^3
2-	Residuo non volatile	75 - 85/100 g
3-	Quantità pigmenti (*)	35 g/100 g
4-	Quantità di TiO_2 (**)	30%
5-	Quantità microsfere premix	30%
6-	Quantità microsfere post-spruzzate	300 g/m^2

Metodi per le prove: "1", "2", "3", "4"
1-F.T.M.S. 141a-4184

2-ASTM D-2832
3-F.T.M.S. 141a-4021
4-ASTM D-1394
(*) Riferito a 100 g di prodotto esente da microsfere
(**) Riferito alla quantità di pigmenti

32.4.4.3 - Pitture termoplastiche da applicarsi a spruzzo e/o estrusione premiscelate e post-spruzzate con microsfere di vetro

Caratteristiche chimico-fisiche (per le tre pigmentazioni):	
1- Massa volumica (T=20 °C)	1,8 - 2,1 g/cm^3
2- Quantità di pigmenti (*)	6% in peso
3- Quantità pigmenti+oli	20% in peso
4- Quantità di legante (resina+oli)	20% in peso
5- Quantità microsfere premix	20% in peso
6- Quantità microsfere post-spruzzate	300 g/m^2

Metodi per le prove: "1", "2", "4"
1-F.T.M.S. 141a-4184
2-ASTM D-1394
4-BS 3262: Part.1: 1987
(*) Riferito solo al biossido di titanio (TiO2)

Caratteristiche fisiche (per le tre pigmentazioni):	
1- Punto di rammollimento	$\geq$ 80 °C
2- Punto di infiammabilità	$\geq$ 230 °C
3- Resistenza alle escursioni termiche	-25 °C +80 °C
4- Grado di resistenza allo SKID TESTER	50 SRT

Metodi di prova per le prove "1", "4"
1-BS 4692
4-Road Research Note n. 27 (BS 3262:1976) append.G

32.4.4.4 - Granulometria delle microsfere

TAVOLA - GRANULOMETRIE MICROSFERE DI VETRO					
PREMISCELATURA				POSTSPRUZZATURA	
TERMOPLASTICO E TERMOCOLATO		PITTURE A SOLVENTE			
n. Setaccio (ISO 565) standard (mm)	Materiale % passante	n. Setaccio (ISO 565) standard (mm)	Materiale % passante	n. Setaccio (ISO 565) standard (mm)	Materiale % passante
1,00	100,00	250,00	100,00	850,00	100,00
0,85	75 - 100	212,00	95-100	590,00	80-95
0,60	10 - 35	180,00	85-100	300,00	25-70
0,43	0 - 10	106,00	15-55	180,00	0-15

0,36	0 - 5	63,00	0-10	
FUSO 1		FUSO 2		FUSO 3

- indice di rifrazione: ≥ 1,52
- esigenze di Qualità (controllo visuale):
  minimo 85% di microsfere di vetro senza difetto (in numero)
  massimo 5% di graniglie di vetri (in numero);
- trattamento con silicone:
  senza;
- sfericità:
  minimo 80% per i trattenuti ai tre setacci più grandi
  minimo 75% per i trattenuti ai rimanenti setacci;
- trattamento microsfere post-spruzzate:
  le microsfere con cui si effettua la post-spruzzatura delle strisce, devono essere rivestiste con agenti di accoppiamento specifici per il tipo di legante presente nel prodotto verniciante, al fine di aumentare l'aderenza tra le stesse microsfere ed il prodotto applicato.
  Le granulometrie delle microsfere devono essere determinate secondo il metodo ASTM D-1214.

32.4.5 - Strisce laminate autoadesive prefabbricate, retroriflettenti con preinserimento di materiali ad alto indice di rifrazione

La striscia laminata deve essere costituita da laminati elastoplastici, autoadesivi costituiti da polimeri di alta qualità, contenenti microgranuli di materiale speciale ad alto potere antisdrucciolo, di pigmenti stabili nel tempo e con microsfere di vetro o di ceramica con ottime caratteristiche di rifrazione ed a elevata resistenza all'usura.

Devono essere inoltre impermeabili, idrorepellenti, antiderapanti, resistenti alle soluzioni saline, alle escursioni termiche, all'abrasione e non deve scolorire al sole.

La scelta del laminato, tipo c2 o c3, incassato su pavimentazione nuova o applicato su pavimentazioni esistenti, deve essere effettuata in base alla vita utile prevista del manto bituminoso.

32.4.5.1 - Posa in opera

I laminati devono essere facilmente applicabili su qualunque tipo di superficie: manto bituminoso drenante o no, manti in cemento.

Devono essere posti in opera mediante i procedimenti seguenti:

- incassandoli in pavimentazioni nuove a addensamento non ancora completamente ultimato e con temperatura compresa tra i 50 °C e i 70 °C;
- riscaldando la superficie di incasso di pavimentazioni esistenti, con idonea attrezzatura munita di lampade a raggi infrarossi in grado di riscaldare il supporto alle temperature sopra indicate.
  (In entrambi i casi, l'incasso deve essere realizzato con l'impiego di un rullo costipatore a ruote metalliche, di adeguato peso e dimensioni, accettato dalla Direzione Lavori);
- utilizzando del primer su pavimentazioni esistenti, preventivamente pulite, per facilitarne l'adesione. prima di applicare il laminato, il primer deve essere completamente essiccato. Dopo l'applicazione deve essere pressato con l'impiego di un rullo costipatore a ruote metalliche di adeguato peso e dimensioni, accettato dalla Direzione Lavori.

L'applicazione dei laminati deve avvenire con l'impiego di idonea attrezzatura, approvata dalla Direzione Lavori, automatica e semovente, dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento del laminato e lame da taglio comandate automaticamente.
Le frecce, le lettere e le zebrature saranno poste in opera manualmente e successivamente sottoposte a rullatura.

32.4.6 - Norme di accettazione

I materiali da impiegare nelle lavorazioni devono essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione, secondo quanto disposto dalla Circolare del Ministero LL.PP. n. 2357 del 16.05.1996 (Gazzetta Ufficiale n. 125 del 30.05.1996) e successive modificazioni.
Qualsiasi prodotto per l'esecuzione della segnaletica orizzontale deve essere approvato dalla Direzione Lavori, sentito il parere del Centro Ricerche e Sviluppo per i Lavori Autostradali della Società.
Il materiale sarà accettato in relazione alla verifica di rispondenza, tra le caratteristiche richieste negli artt. 32.4.2 e 32.4.3 e i campioni presentati, nonché la verifica del rispetto delle norme antinquinamento vigenti.
I campioni di materiale da sottoporre alle prove di accettazione devono essere consegnati in confezioni metalliche da 1 kg (barattoli) sigillati con stagno e riportare su apposita fascetta o cartellino i seguenti dati:

- nome commerciale del prodotto.
- rapporto di diluizione (solo se previsto il diluente).
- caratteristiche delle microsfere di vetro (sia per le premiscelate che le post-spruzzate).
- data di produzione.

Le quantità delle singole campionature devono essere le seguenti:

- 4 kg di pittura (a - b) per ogni colore.
- 4 kg di diluente (se previsto).
- 2 kg di microsfere di vetro da premiscelare.
- 2 kg di microsfere di vetro da post-spruzzare.
- n. 3 lamierini di acciaio (dimensioni: 30x50 cm, spessore 0,5 mm) su cui devono essere stati applicati i prodotti.

32.4.7 - Prove sui materiali applicati

I controlli relativi alle caratteristiche prestazionali dei materiali, devono essere effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti per tutta la vita utile. Tali verifiche dovranno essere effettuate tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.
Il prelievo dei materiali per le prove, deve essere effettuato dal Centro Ricerche e Sviluppo per i Lavori Autostradali della Società, su richiesta e sotto il controllo della Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Impresa.
I materiali dovranno essere inviati al Laboratorio del Centro sopracitato il quale, eseguite le prove previste, invierà i risultati, nel più breve tempo possibile, alla Direzione Lavori.
Le prove a cui dovranno essere sottoposti i prodotti potranno essere eseguite in laboratorio o in cantiere con strumentazione portatile in sito e/o con macchine ad alto rendimento ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

32.4.7.1 - Controlli in laboratorio

32.4.7.1.1 - Corrispondenza tra prodotto accettato e prodotto impiegato

Il controllo della rispondenza tra prodotto accettato e quello impiegato deve essere effettuato prelevando una campionatura di minimo 4 kg dalle confezioni integre di pittura presenti sul cantiere o prelevando una pari campionatura dai serbatoi delle macchine operatrici e una quantità minima di 5 kg di perline.
Questo prodotto deve essere sottoposto alle seguenti verifiche:

- determinazione del colore (coordinate tricromatiche);
- determinazione delle caratteristiche chimico fisiche;
- tempo di essiccazione;
- verifica della granulometria;
- verifica dell'indice di rifrazione;
- verifica della qualità delle perline.

32.4.7.1.2 - Numero controlli

Tali prelievi devono essere effettuati per ogni tipo di materiale impiegato (pitture a freddo, termoplastico, ecc.) e per ogni partita pervenuta in cantiere.

32.4.7.2 - Controlli con strumentazione portatile in sito

32.4.7.2.1 - Colore

I controlli delle coordinate tricromatiche devono essere eseguiti con uno strumento dotato di una sorgente luminosa avente una distribuzione spettrale del tipo D65, come definito dalla norma ISO/CIE 10526.
La configurazione geometrica di misura da impiegare deve essere la 45/0, con un angolo di illuminazione di 45°±5° e un angolo di osservazione di 0°±10°.
Gli angoli si intendono misurati rispetto alla normale alla superficie della segnaletica.
La superficie minima misurata deve essere di 5 cm².
Per superfici molto rugose, la superficie di misurazione deve essere superiore a 5 cm², ad esempio 25 cm².
Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:
a) linee longitudinali
Deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapportini giornalieri).
In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche.
b) simboli
Per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche, deve essere dato dalla media di cinque letture.
c) lettere
Per ogni lettera, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di tre letture.
d) linee trasversali
Per ogni striscia trasversale, il valore delle coordinate tricromatiche, deve essere dato dalla media di cinque letture.

32.4.7.2.2 - Visibilità notturna

I controlli dei valori di retroriflessione devono essere eseguiti con l'apparecchio "ECOLUX - L.C.P.C." con un angolo di incidenza di 86° 30' e l'angolo di divergenza di 1°.
Il valore di retroriflessione deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:
a) linee longitudinali

Deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapportini giornalieri).
In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo dieci letture dei valori di retroriflessione.
b) simboli
Per ogni simbolo, il valore di retroriflessione deve essere dato dalla media di dieci letture.
c) lettere
Per ogni lettera, il valore di retroriflessione deve essere dato dalla media di tre letture.
d) strisce trasversali
Per ogni striscia trasversale, il valore di retroriflessione deve essere dato dalla media di dieci letture.

32.4.7.2.3 - Abradibilità

I controlli dei valori di abradibilità devono essere eseguiti con l'apparecchio "Skid Tester Resistance", consistente in un pendolo oscillante accoppiato ad un cursore di gomma nella sua estremità libera.
Lo strumento in oggetto rileva la perdita di energia del pendolo, causata dalla frizione del cursore in gomma su una data area del segnale orizzontale, con risultato espresso in unità SRT.
Il valore di abradibilità deve essere dato dalla media di cinque letture eseguite in ogni singolo punto scelto, nel tratto riferito ai rapportini giornalieri, se i valori rilevati non differiscono di più di tre unità; altrimenti devono essere effettuate misure successive finché si otterranno cinque valori che non differiscono di più di tre unità.

32.4.7.3 - Controlli con strumentazione ad alto rendimento

I controlli devono essere eseguiti dal Centro Ricerche e Sviluppo per i Lavori Autostradali di Fiano Romano che impiegherà attrezzature idonee a misurare le caratteristiche prestazionali dei materiali in continuo, automaticamente e ad una velocità sostenuta. Tali attrezzature devono impiegare l'apparecchiatura "Ecodyn" a geometria "ECOLUX - L.C.P.C." con un angolo di incidenza di 86° 30' e l'angolo di divergenza di 1°.
I valori della visibilità notturna devono essere rilevati in continuo con un intervallo di 40 cm, e devono essere restituiti con il loro valore medio per tratti omogenei di 100 m.
Tali rilievi devono essere effettuati sulle strisce longitudinali continue e discontinue.
Devono essere effettuati minimo due controlli, nel corso della vita utile stabilita dal contratto.

32.4.8 - Esecuzione dei lavori

Le superfici interessate dalla segnaletica orizzontale devono essere accuratamente pulite in modo da essere liberate da ogni impurità in grado di nuocere all'adesione dei materiali impiegati. È vietata l'eliminazione di tracce di olio o grasso a mezzo di solventi.
L'applicazione dei materiali deve avvenire su superfici asciutte e deve essere effettuata con mezzi meccanici idonei, cercando, inoltre, di ridurre al minimo l'ingombro della carreggiata.
La posa in opera dei materiali per segnaletica orizzontale deve essere eseguita secondo quando stabilito dagli elaborati progettuali.
L'eventuale rimozione della segnaletica orizzontale deve essere eseguita con sistemi che prevedono l'impiego di mezzi meccanici, che non modifichino la regolarità della pavimentazione creando solchi (tipo pallinatrice), esplicitamente approvati dalla Direzione Lavori.

32.4.9 - Penali

Qualora i risultati delle certificazioni relativi sia alla qualità che alla posa in opera dei materiali, ottenuti dalle prove predisposte dalla Direzione Lavori, non fossero rispondenti a quanto prescritto dalle presenti Norme Tecniche, dovranno essere applicati i seguenti provvedimenti.

32.4.9.1 - Certificazione di qualità

I materiali forniti da Produttori che non sono in possesso dei requisiti previsti dalla Circolare del Ministero LL.PP. n. 2357 del 16.05.96 e quanto altro espresso nelle presenti Norme, non saranno accettati.

32.4.9.2 - Prodotti non approvati

L'uso di prodotti non approvati dalla Direzione Lavori comporterà il non pagamento dei lavori eseguiti.

32.4.9.3 - Vita utile della segnaletica orizzontale

Durante il periodo della vita utile della segnaletica orizzontale, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, a tutti i ripristini e rifacimenti che si dovessero rendere necessari (anche se non esplicitamente richiesto dalla Direzione Lavori) a causa della carenza, anche di una sola, delle caratteristiche prestazionali richieste, come indicato dalle presenti Norme.

Art. 33 - Barriere antirumore

33.1 – Prequalifica delle barriere antirumore

I sistemi antirumore devono essere caratterizzati sia in termini di proprietà prettamente acustiche, descritte da alcune prestazioni funzionali (caratteristiche acustiche), sia in termini di proprietà meccaniche, di sicurezza, di compatibilità ambientale, ecc. (caratteristiche non acustiche).

L'insieme di queste caratteristiche, acustiche e non acustiche, deve essere opportunamente certificato, secondo le metodologie e le norme di riferimento di seguito esplicitate.

I sistemi antirumore stradali, in quanto rientranti fra i "dispositivi fissi per la circolazione", sono regolamentati dalla Direttiva Europea 89/106 CEE "Prodotti da Costruzione" (CPD) recepita a livello italiano dal DPR 246/93. Fondamento della direttiva è il principio in base al quale i prodotti impiegati nelle costruzioni debbano essere dotati di caratteristiche idonee a garantire la conformità ai seguenti requisiti essenziali: resistenza meccanica e stabilità, sicurezza in caso di incendio, igiene salute e ambiente, sicurezza di utilizzazione, protezione contro il rumore, risparmio energetico e isolamento termico.

Le norme armonizzate europee riguardano le caratteristiche intrinseche dei prodotti utilizzati e costituiscono il riferimento per il rilascio del marchio CE.

I dispositivi per la riduzione del rumore costituiti o da singoli prodotti (per esempio elementi acustici) o da sistemi di prodotti (per esempio elementi acustici + elementi strutturali + guarnizioni etc.) devono possedere i requisiti funzionali minimi dettagliati dalla norma armonizzata UNI EN 14388 ed essere marcati CE secondo quanto indicato nel rapporto tecnico UNI/TR 11338.

Si specifica che nell'ambito di un appalto stradale l'opera antirumore costruito non può essere marcata CE. I singoli componenti dell'opera devono essere marcati CE, perché sono prodotti. Nel progetto, sulla base dei dati degli elementi componenti sono indicate le caratteristiche finali dell'opera (per esempio il potere fonoisolante) e date chiare prescrizioni per la realizzazione. Sarà compito dell'appaltatore realizzare l'opera conformemente al progetto.

La marcatura CE garantisce la conformità di un certo numero di prestazioni "minime" e non è quindi esaustiva di altre funzionalità o requisiti dettagliati dal presente Capitolato Speciale.

La marcatura CE si riferisce pertanto ad un insieme di caratteristiche prestazionali che attestano la prequalifica delle barriere antirumore.
L'attestato di marcatura e relativi certificati di prova rilasciati da laboratorio accreditato devono essere esibiti in fase di approvazione degli elaborati di officina, in ogni caso prima dell'inizio delle attività di cantiere.
La marcatura CE non esime comunque il fornitore dal presentare:
certificati relativi a prove integrative alla prequalifica eventualmente richieste dal progettista;
certificati di conformità di prodotti e materiali richiesti dalla Direzione Lavori in base alle caratteristiche prescrizionali;
certificati di collaudo e verifiche di durabilità richieste dalla Direzione Lavori in base alle indicazioni progettuali.
Pertanto, la fornitura delle barriere fonoassorbenti dovrà essere preventivamente approvata della direzione lavori. L'Appaltatore dovrà quindi fornire in tempo utile alla direzione lavori, tra l'altro, la seguente documentazione:

- marcatura CE dei pannelli acustici (UNI EN 14388) e Dichiarazione di prestazione – DOP (UNI EN 1793 parte 1 e parte 2);
- marcatura CE dei montanti (UNI EN 1090-1);
- il progetto costruttivo della barriera, comprendente i necessari calcoli di verifica strutturale di tutti gli elementi costituenti la barriera, per il corretto dimensionamento della struttura e delle opere di ancoraggio ai cordoli (planimetrie, prospetti, sezioni, ecc.) ai fini della corretta installazione, le relazioni di calcolo statiche, le istruzioni tecniche per il corretto montaggio in opera;
- piano di manutenzione dell'intera barriera, comprese le opere di fondazione e ancoraggio dei montanti ai cordoli di fondazione;

Inoltre, prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore dovrà fornire alla direzione lavori:

a) Certificazione delle caratteristiche acustiche: le barriere ed i materiali devono essere stati sottoposti alle prove indicate nell'art. 33.2 presso un Laboratorio Ufficiale, ed i relativi certificati dovranno essere accompagnati da una dichiarazione del laboratorio che attesti il rispetto delle metodologie standard d'esecuzione stabiliti nelle Norme Tecniche di riferimento e nei successivi articoli.
b) Certificazione delle caratteristiche non acustiche: la certificazione delle barriere e dei materiali deve essere effettuata da un Laboratorio Ufficiale facendo riferimento alle caratteristiche indicate nell'art. 33.3.

I materiali da impiegare nelle lavorazioni dovranno inoltre essere forniti da produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo della qualità della produzione, secondo quanto disposto dalla Circolare del Ministero L.L.P.P. n. 2357 del 16.05.1996 (Gazzetta ufficiale n. 125 del 30.05.1996) e successive modificazioni (art. 21 del Capitolato Speciale d'Appalto – Parte prima – Norme Generali).

33.2 - Caratteristiche acustiche dei pannelli e dei materiali costituenti le barriere

33.2.1 - Modalità d'esecuzione delle prove di laboratorio per la prequalificazione acustica e classificazione delle barriere antirumore in base alle prestazioni acustiche

Le prestazioni acustiche delle barriere antirumore sono classificate secondo la norma UNI EN 1793-1,2 in relazione ai parametri indicati nella seguente tabella:

Caratteristica acustica	*Indice di riferimento*	*Norma di riferimento*
Assorbimento acustico	DLα	UNI 1793-1
Potere fonoisolante	DL_R	UNI 1793-2

I pannelli fonoassorbenti sono classificati in base all'assorbimento acustico espresso dall'Indice di Valutazione dell'Assorbimento Acustico per via aerea DLα come definito dalla norma UNI 1793-1, ovvero calcolato per bande di terzi d'ottava nell'intervallo 100Hz-5kHz ponderate in riferimento allo spettro sonoro normalizzato del rumore da traffico definito nella norma UNI 1793-3. Le classi di prestazione sono riportate nella seguente tabella:

Classe di prestazione	DLα *(dB)*	*Prestazione*
A0	*non determinata*	Nulla
A1	< 4	Molto bassa
A2	4 – 7	Bassa
A3	8 – 11	Media
A4	> 11	Alta

I pannelli fonoisolanti sono classificati in base al potere fonoisolante espresso dall'Indice di Valutazione dell'Isolamento Acustico per via aerea DL_R come definito dalla norma UNI 1793-2, ovvero calcolato per bande di terzi d'ottava nell'intervallo 100Hz-5kHz ponderate in riferimento allo spettro sonoro normalizzato del rumore da traffico definito nella norma UNI 1793-3. Le classi di prestazione dei pannelli sono riportate nella seguente tabella:

Classe di prestazione	DL_R *(dB)*	*Prestazione*
B0	*non determinata*	Nulla
B1	< 15	Bassa
B2	15 – 24	Media
B3	> 24	Alta

I pannelli fonoisolanti e fonoassorbenti sono classificati sulla base della combinazione dei due indici sopra riportati.

Qualora non specificato diversamente negli elaborati progettuali, i pannelli dovranno soddisfare, per la loro accettazione, i requisiti di seguito indicati:

- *Pannelli metallici fonoassorbenti e fonoisolanti*

Per quanto riguarda il fonoassorbimento, dovranno essere rispettati i requisiti previsti dalla norma UNI 1793-1 per la classe **A4**, ovvero l'Indice di Valutazione dell'Assorbimento Acustico DLα dovrà essere superiore a 11dB.

Per quanto riguarda il fonoisolamento, dovranno essere rispettati i requisiti previsti dalla norma UNI 1793-2 per la classe **B3**, ovvero l'Indice di Valutazione dell'Isolamento Acustico DL_R dovrà essere superiore a 24dB.

- *Pannelli in calcestruzzo fonoassorbenti e fonoisolanti*
  Per quanto riguarda il fonoassorbimento, dovranno essere rispettati i requisiti previsti dalla norma UNI 1793-1 per la classe **A3**, ovvero l'Indice di Valutazione dell'Assorbimento Acustico DLα dovrà essere superiore a 8dB.
  Per quanto riguarda il fonoisolamento, dovranno essere rispettati i requisiti previsti dalla norma UNI 1793-2 per la classe **B3**, ovvero l'Indice di Valutazione dell'Isolamento Acustico DL_R dovrà essere superiore a 24dB.
- *Pannelli in legno fonoassorbenti e fonoisolanti*
  Per quanto riguarda il fonoassorbimento, dovranno essere rispettati i requisiti previsti dalla norma UNI 1793-1 per la classe **A3**, ovvero l'Indice di Valutazione dell'Assorbimento Acustico DLα dovrà essere superiore a 8dB.
  Per quanto riguarda il fonoisolamento, dovranno essere rispettati i requisiti previsti dalla norma UNI 1793-2 per la classe **B3**, ovvero l'Indice di Valutazione dell'Isolamento Acustico DL_R dovrà essere superiore a 24dB.
- *Pannelli in materiale plastico fonoassorbenti e fonoisolanti*
  Per quanto riguarda il fonoassorbimento, dovranno essere rispettati i requisiti previsti dalla norma UNI 1793-1 per la classe **A3**, ovvero l'Indice di Valutazione dell'Assorbimento Acustico DLα dovrà essere superiore a 8dB.
  Per quanto riguarda il fonoisolamento, dovranno essere rispettati i requisiti previsti dalla norma UNI 1793-2 per la classe **B3**, ovvero l'Indice di Valutazione dell'Isolamento Acustico DL_R dovrà essere superiore a 24dB.
- *Pannelli trasparenti fonoisolanti*
  Per quanto riguarda il fonoisolamento, dovranno essere rispettati i requisiti previsti dalla norma UNI 1793-2 per la classe **B3**, ovvero l'Indice di Valutazione dell'Isolamento Acustico DL_R dovrà essere superiore a 24dB.

Tipologia di pannello	Cl. Assorbimento acustico	Cl. Isolamento Acustico
metallico	A4	B3
calcestruzzo	A3	B3
legno	A3	B3
Plastica	A3	B3
trasparente	-	B3

33.2.2 - Modalità d'esecuzione delle prove in campo aperto per la prequalificazione acustica

Le caratteristiche acustiche delle barriere devono essere certificate effettuando una prova di attenuazione in campo libero in condizioni standard oppure una misura dell'isolamento sonoro e della riflessione sonora secondo il metodo indicato nella proposta di norma europea Pr ISO EN 1793-5, così come descritto nel seguito del presente paragrafo.

Prova di attenuazione in campo libero su barriera normalizzata (misura di "insertion loss")

La barriera antirumore utilizzata per le prove deve avere un'altezza di 3m ed una lunghezza di 18m, e deve essere realizzata con ogni elemento costitutivo disposto come previsto per i normali impieghi; i pannelli della fila inferiore devono essere posati su un letto di sabbia o sul terreno vegetale livellato al fine di assicurare la necessaria ermeticità acustica nella zona di appoggio.

La prova deve essere effettuata in una zona con superficie piana ed il più possibile riflettente (ad esempio battuto di cemento, asfalto non drenante o simili), privo di ostacoli acustici nel raggio di almeno 50m dal punto intermedio fra sorgenti e punti di misura; su autorizzazione del Stazione appaltante potrà essere effettuata in un prato piano con erba o vegetazione di altezza non superiore a 2cm.

Le misure di attenuazione vanno eseguite in corrispondenza del montante centrale utilizzando una sorgente campione di rumore bianco e rosa e un ricevitore posti nelle posizioni indicate nella seguente figura.

La sorgente di rumore deve essere costituita da un altoparlante con diametro inferiore o uguale a 15cm; nel caso in cui la sorgente sonora sia costituita da più altoparlanti, essi dovranno avere il loro asse alla stessa altezza e il diametro dell'altoparlante maggiore non dovrà essere superiore a 15cm. La sorgente dovrà essere il più possibile omnidirezionale o avere almeno una simmetria rotazionale intorno al proprio asse orizzontale perpendicolare alla barriera. Le caratteristiche di direttività della sorgente alle varie frequenze dovranno essere misurate in loco e riportate nel verbale di misura.

Le misure devono essere condotte in banda d'ottava nel campo 125÷4000 Hz con un fonometro integratore con tempo di integrazione di almeno 10s per ogni banda di ottava, ovvero un analizzatore in tempo reale con tempo di integrazione di almeno 30s. É inoltre richiesta la misura globale utilizzando il filtro di ponderazione A con tempo di integrazione di almeno 30s. La strumentazione dovrà rispondere alle caratteristiche previste dalla IEC 804 per i fonometri integratori. I filtri di banda d'ottava dovranno essere in accordo con la IEC 225.

I risultati ottenuti saranno ritenuti validi solo se il livello misurato è superiore di almeno 10dB al valore del rumore di fondo misurato nello stesso punto, sia per quanto riguarda il livello totale che i livelli per le singole bande; inoltre, durante le misurazioni, dovrà essere garantita l'assenza di altre fonti di rumore significative che potrebbero incidere sul rumore di fondo stesso. La velocità del vento nella zona di prova deve essere inferiore a 5m/s e le precipitazioni atmosferiche assenti.

L'attenuazione sonora in campo libero è calcolata, per ognuna delle bande d'ottava e per il valore globale ponderato A, con la formula:

$\Delta L = L_{p0} - L_p$

dove:

L_{p0} = *livello di pressione sonora nella posizione di misura in assenza di barriera*

L_p = *livello di pressione sonora nella posizione di misura in presenza di barriera*

Il valore dell'attenuazione sonora dovrà essere presentato in forma tabellare in funzione della frequenza. I valori minimi di attenuazione ammissibili, validi sia per il rumore bianco che per il rumore rosa, sono indicati nella seguente tabella.

Distanza ricevitore (m)	*Attenuazione in campo libero (dB)*
3	**22**
10	**18**
25	**16**

Misura in campo libero delle caratteristiche intrinseche di isolamento acustico delle barriere (Pr ISO EN 1793-5)

Le caratteristiche di isolamento acustico delle barriere devo essere valutate secondo il metodo indicato nella proposta di norma europea Pr ISO EN 1793-5 *"Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica – caratteristiche intrinseche in situ di riflessione sonora e isolamento acustico per via aerea".*

Il metodo si contraddistingue per una bassa dipendenza dal livello di rumore di fondo, che consente l'ottenimento di risultati validi anche in presenza di un rapporto segnale/rumore < 0 dB e quindi rende possibile effettuare misure anche in presenza di forte traffico veicolare. Tale risultato è raggiunto grazie ad una tecnica impulsiva basata su un segnale di prova deterministico e quindi ripetibile (MLS) ed una finestra temporale di analisi normalizzata per forma, lunghezza e modalità di posizionamento (Adrienne Window)

La prova deve essere eseguita con una configurazione normalizzata che prevede il posizionamento della sorgente sonora ad 1m di distanza dalla superficie della barriera rivolta verso la carreggiata autostradale e ad un'altezza pari alla metà dell'altezza della barriera stessa ed il microfono collocato a 25cm dalla faccia retrostante in corrispondenza successivamente dei 9 nodi di una griglia di lato pari a 80cm, così come illustrate nella figura seguente.

Attivato l'altoparlante, il microfono capta in successione l'onda sonora trasmessa attraverso la barriera, le onde diffratte dal bordo superiore e le riflessioni disturbanti provenienti da altri oggetti.

Le caratteristiche di isolamento acustico vengono definite calcolando la Perdita di Trasmissione TL del segnale attraverso la barriera. La Perdita di Trasmissione TL si basa sulla media della perdita di energia delle onde trasmesse misurata in corrispondenza dei 9 punti di misura rapportata all'energia dell'onda diretta misurata in assenza di barriera.

La prova deve essere ripetuta sia di fronte ai pannelli fonoisolanti che di fronte ad un montante di sostegno.

Il valore misurato della Perdita di Trasmissione TL dovrà essere presentato in forma tabellare in funzione della frequenza. I valori minimi di attenuazione ammissibili sono indicati nella seguente tabella.

Frequenza (Hz)	*Transmission Loss (dB)*
200	**25**
250	**27**

Frequenza (Hz)	*Transmission Loss (dB)*
1250	**32**
1600	**32**

315	**28**
400	**30**
500	**31**
630	**31**
800	**32**
1000	**31**

2000	**33**
2500	**35**
3150	**40**
4000	**42**
5000	**45**

33.3 - Caratteristiche non acustiche dei pannelli e dei materiali costituenti le barriere

33.3.1 - Pannelli metallici

I pannelli metallici sono costituiti da una struttura metallica scatolare forata, all'interno della quale è inserito materiale fonoassorbente, costituito da complessi porosi (fibre o schiume) che sfruttano i fenomeni di attrito e di risonanza.

Caratteristiche delle parti metalliche

Il pannello deve essere costruito in metallo protetto a tutti gli effetti contro la corrosione.

Il trattamento protettivo delle superfici deve essere eseguito sia all'interno che all'esterno del pannello e, in ogni caso, dopo le varie fasi di lavorazione della lamiera (tranciatura, punzonatura, piegatura, ecc.), a meno che il pannello non sia realizzato in lamiera di alluminio con trattamento protettivo secondo il sistema coil-coating. Il trattamento della superficie deve garantire una forte resistenza meccanica e realizzare una superficie esente da pori sia all'interno sia all'esterno del pannello.

Il fornitore dovrà indicare il numero, lo spessore e la natura degli strati protettivi nonché allegare le schede tecniche relative al trattamento anticorrosivo ed ai prodotti vernicianti impiegati.

Il colore delle protezioni anticorrosive sarà comunicato preventivamente dal Stazione appaltante.

In caso di incendio i materiali impiegati non devono sviluppare gas tossici o fumi opachi.

Caratteristiche specifiche dei pannelli in acciaio zincato e verniciato

Lo spessore della lamiera di acciaio non rivestita deve essere di almeno 1,5mm.

La protezione superficiale deve essere ottenuta con zincatura a caldo (secondo la norma UNI 5744/66), per uno spessore minimo di 60µm, previo ciclo di sabbiatura SA21/2 o trattamento di decapaggio chimico.

Il trattamento di zincatura dovrà essere effettuato dopo tutte le lavorazioni meccaniche.

Successivamente deve essere effettuata una verniciatura a polvere o a smalto, seguita da polimerizzazione a 140°C. Prima della verniciatura, per assicurare una buona e durevole aderenza del prodotto verniciante sulla superficie zincata, è prevista l'applicazione intermedia di uno dei seguenti trattamenti:

- ciclo completo di cataforesi;
- ciclo completo di brugalizzazione;
- applicazione di due mani di fondo con fosfato di zinco, bagnato su bagnato, da applicare dopo accurato sgrassaggio e lavaggio delle superfici zincate.

Lo spessore minimo locale della protezione, compreso lo spessore della zincatura è di 80µm.

Le caratteristiche del rivestimento di zinco devono essere conformi alle norme UNI EN 10142/92, 10143/92, 10147/93. Il rivestimento di zinco deve essere conforme alla Euronorma 147, con granatura del tipo Z 275 come dalle sopraccitate norme. Inoltre la protezione anticorrosiva del pannello deve rispondere ai seguenti requisiti:

Caratteristica	**Requisito**

Aderenza UNICHIM MU 630	sia a secco (dry adesion, a tempo zero), sia dopo immersione in acqua a 40° per 150 ore (wet adesion) = grado 1
Resistenza alla scalfittura ISO 1518/92	da eseguire solo sulla faccia esposta: > 60 N
Resistenza all'impronta UNI 8358	> 70
Resistenza agli urti UNI 8901/86	per caduta di una massa sulla faccia esposta di 1Kg da un'altezza di 30cm la pellicola non deve presentare screpolature o distacchi su entrambe le facce
Resistenza all'umidità UNI 8744/86	dopo 1000 ore di esposizione: assenza di blistering e/o di perdita di aderenza; lungo l'incisione l'arrugginimento e la bollatura non devono penetrare per più di 2mm
Resistenza alla corrosione da nebbia salina UNI ISO 9227/93	dopo 500 ore di esposizione: l'arrugginimento e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2mm; non è ammessa nessuna altra alterazione visibile o perdita di aderenza

Caratteristiche specifiche dei pannelli in alluminio verniciato

Lo spessore della lamiera di alluminio non rivestita deve essere di almeno 1,2mm.

La lamiera d'alluminio deve essere il lega Alluminio–Magnesio–Manganese (Al–Mg–Mn, lega AA 4015 o similari) secondo norma UNI 9003, avente una buona resistenza alla corrosione. L'alluminio non deve essere stabilmente in contatto con rame o leghe di rame.

Lo spessore del film di vernice deve essere non inferiore a 40µm per le facce esposte e 20µm per le facce non esposte.

Prima della verniciatura deve essere eseguito un trattamento della superficie idoneo a garantire un buon ancoraggio del film di vernice; tale pretrattamento deve essere costituito da sgrassaggio e risciacquo deionizzato, seguiti da cromatazione, fosfocromatazione oppure ossidazione anodica. Il film di vernice deve inoltre rispondere ai seguenti requisiti:

Caratteristica	**Requisito**
Aderenza UNICHIM MU 630	sia a secco (dry adesion, a tempo zero), sia dopo immersione in acqua a 40°C per 150 ore (wet adesion) = grado 0
Resistenza alla scalfittura ISO 1518/92	da eseguire solo sulla faccia esposta > 60 N
Resistenza all'impronta UNI 8358	> 70
Resistenza agli urti UNI 8901/86	per caduta di una massa sulla faccia esposta di 1Kg da un'altezza di 30cm la pellicola non deve presentare screpolature o distacchi su entrambe le facce
Resistenza all'umidità UNI 8744/86	dopo 1500 ore di esposizione: la corrosione e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2mm. Non è ammessa nessuna altra alterazione visibile o perdita di aderenza
Resistenza alla corrosion	dopo 1500 ore di esposizione: l'arrugginimento e/o la bollatura

da nebbia salino-acetica UNI ISO 9227/93.	lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2mm; non è ammessa nessuna altra alterazione visibile o perdita di aderenza

Caratteristiche specifiche dei pannelli in alluminio anodizzato

Lo spessore della lamiera di alluminio anodizzato deve essere di almeno 1,5mm.

Il trattamento elettrochimico deve essere eseguito sui pezzi solo dopo aver effettuato tutte le lavorazioni meccaniche (tagli, forature, fresature, ecc.).

Lo strato anodico deve essere di spessore non inferiore a 15µm e deve risultare ben fissato e continuo.

Le superfici anodizzate dovranno avere aspetto privo di venature, inclusioni, cavità, crateri porosi e di altri difetti e non manifestare variazioni di lucentezza e di colore. Il trattamento anodico deve inoltre rispondere ai seguenti requisiti:

Caratteristica	**Requisito**
Spessore della strato anodico UNI 9178/88	> 15 µm su entrambe le facce.
Qualità del fissaggio UNI 9178/88	secondo la classificazione di cui al punto 9 della norma = "buona"
Continuità degli strati anodici	determinata con prova effettuata su cinque punti della superficie scelti a caso, con una goccia di reagente costituito da uguali volumi di acido cloridrico puro e da una soluzione al 6% in peso di bicromato di potassio, preparato al momento dell'impiego: dopo 8 minuti dal deposito del reagente sulla superficie anodizzate non dovrà manifestarsi alcuna colorazione verde

Caratteristiche geometriche della mascherina anteriore (lato fonoassorbente)

La lamiera forata rivolta verso la sorgente di rumore deve presentare una percentuale di foratura non inferiore al 30%; il disegno del forato deve essere in ogni caso preventivamente approvato dalla Direzione Lavori.

Si dovranno prendere in considerazione tutti gli accorgimenti idonei a ridurre l'ingresso di acqua piovana e dovranno essere previste opportune forature per il drenaggio.

Caratteristiche del materiale fonoassorbente

Il materiale fonoassorbente, inserito all'interno dello struttura metallica scatolare è costituito da complessi porosi (di tipo fibroso, generalmente lana minerale, o schiume sintetiche) che sfruttano i fenomeni di attrito e risonanza. Lo spessore minimo del materiale è 5cm.

Per garantire una elevata durabilità delle caratteristiche acustiche del materiale devono essere utilizzati sistemi stagni all'immersione con membrana microporosa, lato sorgente di rumore, così da evitare impregnazioni o ritenzioni di liquidi che ne degradino le caratteristiche meccaniche ed acustiche. Il materiale deve inoltre essere imputrescibile, inerte agli agenti chimici ed atmosferici, ininfiammabile o autoestinguente.

Le caratteristiche di assorbimento acustico devono mantenersi elevate nel tempo con curve di decadimento lente: è tollerata una diminuzione del coefficiente di assorbimento del 10% a 5 anni dall'installazione e del 20% a 10 anni.

Le prove previste per accertare l'idoneità del materiale fonoassorbente sono le seguenti:

Caratteristica	Requisito
Diametro medio delle fibrille UNI 6484/69.	compreso tra 6 e 9 µm
Massa volumica apparente UNI 6485/69.	(lana di roccia) > 85 kg/m^3 (lana di vetro) > 48 kg/m^3
Resistenza al fuoco FEDERAL STANDARD USA STD 302	= ininfiammabile
Grado di igroscopicità UNI 6543/69	con tempo di prova di 1 giorno: <0,2% in volume
Resistenza all'acqua	si pone un provino del campione in esame di dimensioni 100x100x5mm completamente immerso in acqua distillata per 24 ore a temperatura ambiente: al termine della prova non devono essere avvenuti né sfaldamenti del provino né colorazione dell'acqua
Resistenza al calore	si pone un provino del campione in esame di dimensioni 100x100x5 mm in una stufa a 150°C per 24 ore poggiando su una delle due facce quadrate: al termine della prova non devono essere avvenute variazioni delle dimensioni originarie del provino superiori a ±5mm relativamente ai parametri lunghezza e larghezza; la variazione che si verifica sullo spessore deve essere inferiore a ±1mm
Ancoraggio della lana minerale	si sottopone per 24 ore il pannello, disposto in posizione verticale, a vibrazione, anch'essa verticale, a 10 Hz, di ampiezza picco-picco 1mm: al termine della prova l'ancoraggio deve aver resistito alla sollecitazione applicata

33.3.2 - Pannelli in calcestruzzo armato normale o precompresso

Gli elementi che costituiscono la barriera devono essere realizzati con pannelli di calcestruzzo armato di spessore non inferiore a 8 cm. Il cemento deve essere di tipo pozzolanico o di altoforno, con il seguente contenuto minimo di cemento in funzione del diametro massimo dell'aggregato:

Diam. (mm)	30	20	10
Cemento (Kg/m³)	380	400	450

Il calcestruzzo impiegato dovrà inoltre soddisfare i seguenti requisiti:

Caratteristica	Requisito
Classe R_{ck}	> 40 N/mm^2
Rapporto acqua/cemento	< 0,45
Slump	< 0,1%
Barre di armatura	Acciaio FeB 44k controllato
Coefficiente di	con prova a carico costante alla pressione di 1400 kPa su provini di 100 mm di

permeabilità	diametro oppure, preliminarmente ai getti, su provini cubici aventi lo spigolo di 150 mm, dovrà essere inferiore o uguale a 10^{-10} cm·s^{-1}

I pannelli dovranno essere resistenti alle normali condizioni atmosferiche, alla formazione di brina, alla corrosione, ai cloruri, agli alcali ed agli agenti aggressivi presenti nelle acque meteoriche e nell'atmosfera, ai gas di scarico, ai prodotti impiegati contro il ghiaccio, agli oli minerali, ai detergenti, alle radiazioni ultraviolette.
Su richiesta del Stazione appaltante le superfici di calcestruzzo dovranno essere rese completamente idrofobe con opportuni impregnanti, in modo da impedire l'infiltrazione delle acque meteoriche e limitare cosi i rischi del gelo, la naturale formazione di vegetazione o muffe e la proliferazione di microrganismi all'interno del materiale.
Il trattamento potrà essere costituito da una soluzione composta da acqua e silicone spruzzata sulla superficie, oppure da una soluzione a base di silani (in quantitativi dipendenti dalla porosità del supporto), applicata in stabilimento sulle superfici pulite e asciutte tramite irroratori a bassa pressione. Tale trattamento non deve produrre effetti apprezzabili sul coefficiente di assorbimento acustico, non deve sviluppare fumi o gas tossici in caso di incendio e deve consentire l'applicazione di opportuni prodotti vernicianti con funzione estetica.

33.3.3 - Pannelli in calcestruzzo alleggerito con struttura in calcestruzzo armato normale o precompresso
Questa tipologia è costituita da pannelli a due o più strati nei quali la funzione portante è assicurata dallo strato in calcestruzzo armato, che deve avere le caratteristiche riportate all'art. 33.3.2, mentre le caratteristiche di assorbimento acustico richieste sono garantite da uno strato in calcestruzzo alleggerito, rivolto verso la sorgente di rumore, di spessore non inferiore a 4 cm. Lo strato in calcestruzzo alleggerito potrà essere realizzato in argilla espansa, pomice o con fibre di legno trattate chimicamente. Nel caso di pannelli con strato fonoassorbente realizzato con fibre di legno mineralizzate, queste verranno impastate con il cemento.
Per le caratteristiche di tali pannelli e degli inerti si dovrà fare riferimento rispettivamente alle normative UNI 7548 (parti I e II) e UNI 7549 (parti da 1 a 12, esclusa la parte 11).
Lo strato in calcestruzzo di argilla espansa o pomice deve rispondere ai seguenti requisiti:

Caratteristica	**Requisito**
Composizione inerti UNI 7549	100% argilla espansa o pomice con granulometria: passante al crivello 12 mm 100% 10 mm 90-100% 5 mm 5-35% 3 mm 0-10% 2 mm 0-5%
Massa volumica in mucchio degli inerti UNI 7549	preferibilmente compresa tra 350 e 600kg/m^3 e comunque mai superiore a 1100kg/m^3
Tipo di cemento	pozzolanico o altoforno, dosato non oltre i 250kg per m^3 di inerti per non intasare i pori con perdita di efficacia antirumore
Resistenza alla compressione	in media 10N/mm^2, da misurarsi su cubetti stagionati con spigolo di 100mm

Barre di armatura	acciaio FeB44K controllato e fili per la precompressione come al D.M. 27.7.85 s.m.i.

I pannelli dovranno essere resistenti alle normali condizioni atmosferiche, alla formazione di brina, alla corrosione, ai cloruri, agli alcali ed agli agenti aggressivi presenti nelle acque meteoriche e nell'atmosfera, ai gas di scarico, ai prodotti impiegati contro il ghiaccio, agli oli minerali, ai detergenti, alle radiazioni ultraviolette.
Le superfici di entrambi gli strati dovranno essere sottoposte agli stessi trattamenti descritti all'art. 33.3.2.

33.3.4 - Pannelli in legno

I pannelli sono costituiti da una struttura scatolare al cui interno è alloggiato un materassino di ma materiale fonoassorbente rispondente ai requisiti di cui all'art. 33.3.1 che, in combinazione con una eventuale camera d'aria retrostante agisce da dissipatore acustico.
La struttura è formata da:

- griglia anteriore formata da listelli di legno opportunamente sagomati;
- tamponatura posteriore realizzata con tavole in legno di opportuno spessore;
- materiale fonoassorbente;
- eventuali travi in legno disposte orizzontalmente alle estremità del pannello.

Poiché la barriera è direttamente esposta agli agenti atmosferici, i pannelli devono essere realizzati in legno di buona qualità, accuratamente lavorati e trattati in modo ottimale. Il legno deve resistere al deperimento organico e va trattato con prodotti speciali secondo le norme DIN 68.800-3a per evitare la formazione di funghi. In particolare il legno sarà sottoposto all'impregnazione di oli minerali ecologici o sali indilavabili preservanti in autoclavi a vuoto e pressione.
In alternativa possono essere utilizzati pannelli costruiti con specie vegetali appartenenti alla Classe di Resistenza I secondo la normativa DIN 68.364, per le quali non è necessario il trattamento in autoclave ma è sufficiente un trattamento con impregnanti ad azione insetticida e fungicida. Tali pannelli devono avere una certificazione di durabilità non inferiore ai 20 anni rilasciata da un Laboratorio Ufficiale.
I montanti saranno realizzati con profilati metallici, semplici o rivestiti in legno, secondo le esigenze tecnico architettoniche del sito in cui è prevista la barriera.
La bulloneria per l'assemblaggio dei diversi componenti sarà in acciaio inox.
Per la sicurezza della circolazione in caso di incendio, i pannelli (pur essendo infiammabili) devono essere resistenti al fuoco. I pannelli dovranno essere facilmente smontabili e sostituibili in caso di danneggiamenti; a tal fine, su richiesta del Stazione appaltante, le dimensioni del singolo pannello devono essere contenute, per permettere il montaggio dello stesso senza l'impiego di mezzi meccanici che possono arrecare disturbo al flusso veicolare. Particolare cura deve essere posta nello studio delle giunzioni, che devono essere progettate in modo da tenere conto di eventuali movimenti di contrazione e rigonfiamento.
In caso di barriera di lunghezza superiore a metri 150 verranno inserite, a intervalli non superiori a metri 100, tratti di barriera di lunghezza non inferiore a metri 6 realizzati con elementi ininfiammabili.
Per le caratteristiche del materiale fonoassorbente si rimanda a quanto previsto per i pannelli metallici.

33.3.5 – Pannelli in materiale plastico

I pannelli in materiale plastico (poliestere rinforzato con vetroresina) dovranno essere realizzati con materiale avente una resistenza a flessione superiore a 260 N/mm² secondo la norma DIN 16948.
Inoltre l'elemento portante e la piastra forata devono risultare difficilmente infiammabili e il materiale fonoassorbente deve risultare non combustibile secondo la norma ZTV-Lsw81.

33.3.6 - Pannelli trasparenti

I pannelli in materiale trasparente sono costituiti da lastre in polimetilmetacrilato (PMMA) o vetro montate in un telaio avente funzione di irrigidimento e finitura atto ad essere inserito nel montante e garantire l'ermeticità acustica della barriera. La dimensioni massima di ogni singola lastra è 2m x 3m.

La trasmittanza minima delle lastre trasparenti deve essere del 92% secondo la norma DIN 5036. Il fattore di trasmissione totale (diretta + diffusa) dopo prova di invecchiamento accelerato (secondo ASTM G26-83) per 4000 h (2000 h per faccia) non dovrà scendere al di sotto del 95% del valore iniziale (la prova va condotta secondo ASTM 31003-77).

Le caratteristiche del pannello devono essere tali da evitare riflessioni di luce fastidiose per i conducenti. Devono inoltre essere inserite sagome di rapaci locali.

Il telaio deve essere composto da profilati metallici in acciaio zincati a caldo e verniciati con caratteristiche di verniciatura e di protezione alla corrosione analoghe a quelle previste per i montanti della barriera indicate nell'art. 33.3.1. La dimensione dell'incastro dovrà tener conto delle dilatazioni termiche e delle deformazioni ai carichi di vento, in modo che le lastre conservino in ogni condizione la loro planarità, evitando antiestetiche deformazioni.

Il pannello deve essere dotato di idonee guarnizioni con sezione ad U e geometria interna del profilo ad alette tale da consentire la dilatazione ed il ritiro della lastra garantendone la tenuta.

Pannelli in polimetilmetacrilato (PMMA)

I pannelli sono realizzati con lastre in PMMA dello spessore minimo di 20mm ottenuti per estrusione oppure per colata conformi, per quanto riguarda inclusioni e tolleranze di spessore, alla Norma DIN 16957.

Il pannello deve essere dotato di idonee guarnizioni in EPDM compatibile con il PMMA della durezza di 70 shores.

Le prove previste per accertare l'idoneità dei pannelli sono le seguenti:

Caratteristica	**Requisito**
Densità DIN 53479	> 1.19 kg/dm^3
Modulo elastico DIN 53457	> 3300 N/mm^2
Resistenza a flessione DIN 53452	> 100 N/mm^2
Resistenza a trazione a 23°C DIN 53455	> 70 N/mm^2
Temperatura di rammollimento Vicat DIN 53460	> 95°C
Coefficiente di dilatazione termica lineare DIN 53572-A	< 0.08 mm/ml °C

Pannelli in vetro

I pannelli sono realizzati con vetri di sicurezza di tipo float temprato, con strato intermedio di polivinilbutirrale (PVB), con spessore complessivo minimo di 16mm ed una massa non inferiore a 40 kg/m^2.

Lo spessore della lastra, determinato con riferimento alla Norma UNI 7143-72, sarà tale da garantire la resistenza ai carichi previsti in progetto.

I pannelli in vetro devono rispondere, per qualità e caratteristiche fisico-tecniche, a quanto stabilito dalla Norma UNI 7172, e per idoneità applicativa e per grado di sicurezza, a quanto indicato dalla Norma UNI 9186, relativa al vetro stratificato con prestazioni antivandalismo.
In particolare i pannelli in vetro devono essere in grado di resistere all'urto di oggetti contundenti scagliati con forza contro di essi; ovvero resistere, come previsto al punto 3.2 della Norma UNI 9186, ad un energia d'urto di 250 Joule generata dalla caduta libera di una sfera di acciaio del peso di 4,5 kg dall'altezza di 6,22 m. Il pannello dopo la prova d'urto potrà risultare incrinato ma non oltrepassato dalla sfera d'acciaio.
La guarnizione tra pannello e montante dovrà essere in neoprene estruso di durezza 20-30 shores; la guarnizione posta alla base della barriera, a contatto con il piano di posa dovrà essere in neoprene estruso di durezza 50-60 shores.

33.3.7 – Elementi riduttori

L'elemento riduttore è un manufatto metallico scatolare, fonoisolante e fonoassorbente, che, installato sul bordo superiore di una barriera antirumore, ne aumenta le prestazioni, esercitando una specifica azione esercitata sulla propagazione dell'onda sonora nel punto in cui questa viene difratta e attenuando l'energia acustica del fronte d'onda secondario che si propaga al di là della barriera.
Il riduttore è composto da:

- elementi metallici esterni opportunamente sagomati;
- elementi metallici interni aventi funzione irrigidente e/o di supporto del materiale fonoassorbente;
- materiale di riempimento fonoassorbente.

Le caratteristiche dell'elemento metallico esterno e del materiale di riempimento fonoassorbente devono essere le stesse dei pannelli metallici all'art. 33.3.1.
L'elemento metallico interno, se di materiale diverso dall'elemento metallico esterno, sarà in lamiera d'acciaio zincata avente spessore non inferiore a 0,8 mm e con copertura di zinco non inferiore a 250g/m².
Sulla base di specifica documentazione illustrante i risultati di prove in campo aperto effettuate presso un Laboratorio Ufficiale con misure di "insertion loss", dovrà essere garantito che l'utilizzo dell'elemento riduttore dia luogo ad un incremento dell'abbattimento acustico di almeno 2dB.

33.3.8 – Montanti

I montanti metallici devono essere costruiti con profilati metallici HEA 160 o superiore in acciaio Fe430B secondo la norma EURONORM 10025.
La protezione superficiale deve essere ottenuta con zincatura a caldo (secondo la norma UNI 5744/66), per uno spessore minimo di 60µm, previo ciclo di sabbiatura SA21/2 o trattamento di decapaggio chimico.
Successivamente deve essere effettuata una verniciatura a polvere o a smalto, seguita da polimerizzazione a 140°C. Prima della verniciatura, per assicurare una buona e durevole aderenza del prodotto verniciante sulla superficie zincata, è prevista l'applicazione intermedia di uno dei seguenti trattamenti:

- ciclo completo di cataforesi;
- ciclo completo di brugalizzazione;
- applicazione di due mani di fondo con fosfato di zinco, bagnato su bagnato, da applicare dopo accurato sgrassaggio e lavaggio delle superfici zincate.

Sul fosfato di zinco si possono applicare due mani di prodotti catalizzati, bagnato su bagnato.
Lo spessore minimo locale della protezione, compreso lo spessore della zincatura è di 160µm, in modo da realizzare una superficie esente da pori.

L'Impresa deve sempre indicare il sistema del trattamento previsto per la protezione anticorrosiva della superficie dei diversi elementi. Il colore della protezione anticorrosiva sarà preventivamente comunicato dalla Direzione lavori.

33.3.9 – Accessori

Accessori metallici

Tutti gli elementi metallici non descritti in precedenza (viti, dadi, rivetti, rondelle, distanziatori, piastre di base dei montanti, tirafondi ecc.) devono essere in acciaio inossidabile AISI 306. Nel caso di pannelli in lega leggera possono essere usati elementi metallici sia in acciaio inox che in alluminio.

I tirafondi dovranno avere caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle dell'acciaio tipo FeB37K della norma UNI 7356 mentre le piastre di base saranno realizzate in acciaio con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo Fe430B secondo la norma UNI 7070.

I bulloni dovranno appartenere alla classe di resistenza 8.8 dell'UNI 3740 associata nel modo indicato nel prospetto 2-111 della CNR-UNI 10011.

Guarnizioni.

Le guarnizioni devono essere costituite da gomma o elastomeri sottoposti a processo di vulcanizzazione in modo da avere una buona resistenza all'invecchiamento dovuto agli agenti naturali.

Il materiale dovrà soddisfare i seguenti requisiti secondo la Norma DIN 53571:

- allungamento alla rottura a + 20 °C : > 380%
- allungamento alla rottura a - 20 °C : > 350%
- resistenza alla rottura a + 20 °C : > 10 N/mm²

Porte di ispezione / antincendio

Il posizionamento delle porte di ispezione dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione Lavori; dovranno rispettare comunque le seguenti condizioni:

- interasse: < 300 m;
- larghezza libera: < 85 cm;
- altezza libera: < 190 cm;
- apertura dal lato stradale con maniglione antipanico e dall'esterno con apposita chiave in per la manutenzione;
- la segnalazione secondo le norme usuali per uscite di sicurezza;
- facilità di apertura anche in caso di gelo.

Le porte dovranno avere caratteristiche acustiche analoghe a quelle delle barriere. A tal fine le porte dovranno essere realizzate con lo stesso tipo di pannello della barriera in cui sono inserite e le giunzioni dovranno essere tali da non pregiudicare le prestazioni acustiche della barriera nel suo complesso.

33.4 - Caratteristiche costruttive delle barriere antirumore

Geometria

La geometria è indicata negli elaborati grafici di progetto e va assolutamente rispettata, salvo eventuali modifiche approvate dalla Direzione Lavori. L'Impresa dovrà, prima dell'offerta, prendere visione della tratta interessata dai lavori, valutare le interferenze con i manufatti esistenti, con i pali dell'illuminazione e con il guardavia, ed effettuare i saggi e le misure necessarie.

Il bordo superiore della parete si deve mantenere parallelo alla livelletta stradale fino a che questa non superi la pendenza dell'1%.

Per pendenze superiori si ammetterà il montaggio scalettato con passo da stabilire di volta in volta; in questo caso la distanza da terra del bordo superiore dei pannelli deve essere ovunque non inferiore a quella prevista per garantire le caratteristiche di assorbimento acustico di progetto.

Ermeticità acustica

I collegamenti delle barriere ai manufatti, alle porte di emergenza, ai giunti di dilatazione ecc. devono essere realizzati mediante dispositivi stagni a regola d'arte; anche fra i montanti e i pannelli devono essere previste guarnizioni acusticamente ermetiche.

Laddove si crea un interstizio tra pannelli e cordolo, a causa della piastra ai piedi dei montanti o dell'irregolarità della superficie dei cordoli sui quali vengono posizionati i pannelli, l'impresa dovrà proporre un dispositivo acusticamente ermetico che non causi però il ristagno dell'acqua tra calcestruzzo e pannello.

Nel caso dei New Jersey si dovrà realizzare, fra gli elementi, un elemento di chiusura in corrispondenza delle diverse giunzioni ed in particolare fra i fori utilizzati per il collegamento della barra Dywidag.

La costruzione delle barriere deve essere tale da evitare assolutamente che, anche dopo la scadenza del periodo di garanzia, si producano punti non stagni dovuti all'azione di agenti atmosferici, ad alterazione di materiali, a deformazioni, ecc. Il tipo di accoppiamento sigillante a tenuta acustica deve essere descritto negli elaborati di progetto presentati dall'Impresa ed approvati dalla Direzione Lavori.

Intercapedini

Tra il materiale fonoassorbente e la fascia anteriore e posteriore del pannello deve essere previsto, mediante distanziatori, un interstizio (saranno preferiti pannelli con un interstizio 15 mm secondo la norma ZTW-LSW-81) che, oltre ad incrementare la resa acustica del pannello, limiti l'insudiciamento provocato dalla polvere e dai gas di scappamento degli autoveicoli. Il materiale fonoassorbente deve essere opportunamente posizionato e sostenuto in modo tale da evitare spostamenti o piegature sia durante il montaggio che in opera.

Evacuazione delle acque piovane

Le barriere devono essere costruite in modo da evitare in ogni punto il ristagno dell'acqua. In particolare per i pannelli compositi, l'acqua deve fuoriuscire facilmente dai singoli pannelli (fori sul fondo) e non ristagnare fra pannello e pannello, tra il pannello inferiore della parete e la superficie di appoggio.

Elementi provvisti di fori in sommità devono essere chiusi con profili di copertura; questi ultimi devono essere fissati sul montante con possibilità di dilatazione in caso di variazioni di temperatura.

Le intercapedini interne devono facilitare lo scolo delle acque permettendone per aerazione il rapido asciugamento.

Fissaggio dei montanti.

Devono essere, normalmente, ad interasse di 3 m; in caso di necessità l'interdistanza può essere inferiore a quella standard ma non può mai superare la lunghezza di 4 m.

Tutti i montanti dovranno essere fissati tramite piastre di base a T ancorate al calcestruzzo tramite tirafondi in acciaio inox. In alternativa potranno essere inseriti in e tasche precostituite o eseguite dall'Impresa stessa, sui muretti o su dadi di fondazione in cemento armato prefabbricato. I getti di bloccaggio e/o sigillatura delle tasche d'inserimento dei montanti dovranno essere eseguiti con malte cementizie preconfezionate reoplastiche nella parte superiore, mentre la parte inferiore sarà riempita di sabbia fina (D < 2 mm) oppure resina epossidica.

I montanti devono essere allineati con precisione; non sono ammesse distorsioni dei pannelli che rendano difficile il loro inserimento.

Fissaggio dei pannelli

Un disegno dettagliato sul metodo previsto per impedire l'asportazione dei pannelli dovrà essere preventivamente sottoposto all'accettazione della Direzione Lavori.
Nel caso di fissaggio su strutture esistenti (per es. contro muri in calcestruzzo di contenimento), tra quest'ultimo ed il pannello dovrà prevedersi un distacco di alcuni centimetri per evitare condense o accumuli di umidità sul retro del pannello stesso.

Statica dei montanti e dei pannelli.

I pannelli devono essere autoportanti e devono poter resistere al peso dei pannelli sovrastanti. In particolare si prescrive, per gli schermi fonoassorbenti, un sovraccarico pari al 20% del peso a secco, per tener conto del possibile aumento di peso del materiale fonoassorbente dovuto all'assorbimento di acqua piovana o proiettata dalla strada.
Inoltre i pannelli devono resistere al carico orizzontale del vento (valutato secondo i "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" del D.M. 3.10.1978 e successive variazioni), alla pressione indotta dal passaggio di veicoli pesanti considerato come spinta ortogonale alla parete ed uniformemente distribuita, all'accumulo di neve e all'eventuale proiezione di pietrisco.
L'Impresa dovrà presentare i calcoli di verifica di tutti gli elementi costituenti la barriera.

Barriere sui ponti

Sui ponti i cui cordoli sono già provvisti di guard-rail metallico con passo di 3m, i montanti vanno fissati nella mezzeria tra due di essi, mediante piastre e opportuni ancoraggi.
Si ricorda che, prima della fabbricazione, l'Impresa deve rilevare accuratamente la posizione (in planimetria ed in quota) e l'interdistanza dei montanti preesistenti o degli altri punti di vincolo adattando la costruzione alle misure effettive.
Nel caso di ponti a travata continua, data la mobilità del ponte concentrata in questo punto, per dilatazioni > +5cm, dovrà essere prevista una doppia parete fonoassorbente sui due lati degli elementi affiancati, il più possibile ravvicinati. Le due pareti dovranno avere una sovrapposizione pari all'escursione massima del giunto maggiorata di almeno 50cm e dovranno essere vincolate alle strutture in modo che non sia impedito in alcun modo né il movimento di dilatazione né i movimenti minori sotto traffico. Per dilatazioni minori di 5 cm si costruirà un giunto in neoprene tra i due montanti della barriera.

Caratteristiche antincendio

Per ragioni di sicurezza del traffico, tutti i materiali utilizzati devono essere difficilmente infiammabili in modo da escludere ogni pericolo supplementare.
Nei casi in cui le barriere acustiche siano ad una distanza inferiore a 10m da edifici od oggetti dove esiste pericolo d'incendio, esse devono essere costituite da materiale non infiammabile (classe A, secondo DIN 4102).
Per barriere acustiche costituite da elementi difficilmente infiammabili, ma tuttavia combustibili, dovranno essere previsti o montanti non combustibili, per agire da sbarramento antincendio, o dopo ogni tratto di 150 m sarà indispensabile prevedere una zona larga almeno 6m costituita da elementi non infiammabili.
In caso di incendio i materiali non devono produrre gas tossici.

Aspetto superficiale

La barriera antirumore posizionata in prossimità del ciglio della carreggiata dovrà possedere limitata riflessione luminosa per evitare abbagliamenti nelle ore diurne e notturne, per cui il fattore luminoso di riflessione dovrà essere trascurabile (< al 10% con angolo di incidenza 60°).
Su richiesta del Stazione appaltante i pannelli dovranno essere verniciati nei seguenti colori della gamma RAL:

giallo verde beige grigio

1021	6003	1011	7000
	6005	1013	7001
	6029	1015	7030
	6021		7031
	6011		7032
			7036

In assenza di indicazioni i colori standard da utilizzare saranno il RAL 6003 ed il RAL 6021.
La tonalità del colore dovrà variare il meno possibile, ma in nessun caso in modo vistosamente irregolare (nessuna formazione di macchie).
Durante il periodo di garanzia sono accettabili variazioni di colore non superiori a due unità della scala dei grigi per zone adiacenti e variazioni di colore non superiori a 3 unità della scala dei grigi per la barriera nel suo insieme.

Protezione elettrica.

In corrispondenza di sovrappassi ferroviari o dove necessario, i montanti metallici devono essere ancorati al basamento di calcestruzzo proteggendone la parte immersa e, per almeno 10cm, anche la parte che fuoriesce dal basamento mediante un opportuno mezzo isolante (ad esempio resina epossidica) in modo da ostacolare il passaggio di correnti vaganti tra terra e barriera.
Tutti i singoli pannelli antirumore ed i pali metallici devono essere collegati galvanicamente ad un cavo in rame rivestito in guaina isolante giallo-verde che corra lungo tutta la barriera.
Il cavo dovrà essere messo a terra in un solo punto per mezzo di idoneo pozzetto di dispersione.
Se la barriera viene posta in opera su un viadotto di c.a., la continuità metallica, sia della barriera che del cavo in rame, deve essere interrotta in corrispondenza dei giunti di dilatazione delle travate del viadotto ed il cavo dovrà essere collegato elettricamente all'armatura metallica del cemento armato in un solo punto per ogni travata.

Calcestruzzi

Tutti gli elementi in calcestruzzo non esplicitamente descritti in precedenza dovranno essere realizzati con conglomerato avente una resistenza a compressione non inferiore a 30N/mm^2.
L'Impresa durante i getti dovrà tenere a disposizione della Direzione Lavori 2 cubettiere per quattro provini cubici lato 15 cm e un cono di Abrams.
La Direzione Lavori dovrà essere informata dall'approntamento di una tratta significativa almeno 48 ore prima del getto onde permettere la verifica sistematica dei ferri di armatura. I getti potranno essere fatti solo a seguito di autorizzazione della Direzione Lavori, in funzione anche della temperatura ambientale.
I calcestruzzi dovranno essere vibrati con vibratore meccanico adatto al tipo di getto.

33.5 - Controllo sui materiali

Tutti i materiali da impiegare nella costruzione delle barriere saranno sottoposti, prima dell'inizio delle lavorazioni, a collaudo tecnologico, a cura e spese dell'Impresa, per accertare la rispondenza ai requisiti prescritti nel presente capitolato. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori
La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni nell'officina di costruzione per verificare la regolarità e la qualità delle lavorazioni e per prelevare campioni di materiale da sottoporre alle prove previste nel presente capitolato presso laboratori di sua scelta.

Qualora la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista perché ritenuta non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute. I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.
Ciò stante, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dai materiali stessi.

33.6 - Manutenzione

Tutta la costruzione della parete deve essere tale da garantire che durante i primi 6 anni non si debbano eseguire lavori di manutenzione, escludendo i lavori dovuti a cause accidentali.
Se dovesse essere necessaria la pulizia dei pannelli, questa dovrà potersi eseguire con mezzi semplici (ad es. con acqua o aria compressa), senza pregiudicare il traffico e senza causare danni alle opere autostradali; nella relazione tecnica l'Impresa deve indicare i metodi con cui è possibile effettuare tale pulizia.
E' inoltre richiesto di fornire una relazione sulle norme di manutenzione a cui l'opera dovrà essere assoggettata per un periodo di almeno 10 anni. Una relazione dovrà esporre in forma chiara e schematica le operazioni di manutenzione nonché le operazioni occorrenti per la sostituzione facile e rapida dei pannelli o di altri componenti della barriera.
Il ciclo di manutenzione previsto, così come l'eventuale sostituzione di pannelli danneggiati da incidenti o atti vandalici, devono poter essere effettuati con mezzi semplici senza pregiudicare la statica della struttura, il traffico stradale e senza causare danni a persone o cose. La sostituzione dei pannelli di pareti sui ponti deve poter essere effettuata dalla carreggiata autostradale.

33.7 – Fornitura di materiali di riserva

L'Impresa fornitrice potrà essere chiamata a fornire materiali di riserva per sostituire elementi danneggiati anche dopo il collaudo dei lavori eseguiti; pertanto l'Impresa stessa si impegna a fornire, per un periodo di tempo non inferiore a 6 anni, elementi del tutto uguali a quelli messi in opera.
Alla relazione tecnica di cui al punto precedente deve essere allegata una lista degli elementi che l'Impresa fornitrice si impegna a fornire con indicazione dei prezzi di fornitura e le indicazioni per la loro revisione nel tempo.

33.8 – Collaudo

A lavori ultimati la fornitura verrà collaudata in opera da un Collaudatore appositamente incaricato da parte della Società, entro 90 giorni dall'ultimazione dei i lavori in caso sia previsto il rilascio di Certificato di Regolare Esecuzione ovvero entro 180 giorni in caso Certificato di Collaudo.
Al Collaudatore compete anche l'onere di verificare la rispondenza dell'opera intera e delle sue parti a quanto previsto dal progetto acustico e dalle sue eventuali modifiche.
Gli oneri di tutte le prove di collaudo saranno a completa cura e spese dell'Impresa, ivi compreso il costo dei materiali prelevati per prove distruttive, con la sola esclusione dell'onorario del Collaudatore, che sarà a spese della Società.
Il collaudo in opera delle barriere acustiche prevede l'effettuazione di due verifiche:

1. Misurazione dei valori di Transmission Loss secondo il metodo indicato nella proposta di norma europea Pr ISO EN 1793-5 *"Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica – caratteristiche intrinseche in situ di riflessione sonora e isolamento acustico per via aerea"*, con le stesse modalità e gli stessi valori minimi accettabili indicati all'art. 64.2.2 del presente capitolato ai fini della prequalificazione.

2. Rilievo contemporaneo dei livelli sonori continui equivalenti per una periodo non inferiore a 10 minuti in due punti distanti entrambi 1m dalla linea della barriera ed a 1,5 m di quota rispetto al piano della stessa, collocati rispettivamente in un tratto di strada con barriera ed in un tratto di strada senza barriera; i valori di attenuazione del livello sonoro per banda di un terzo d'ottava propri della barriera, calcolati come differenza tra i livelli misurati nei due punti, devono risultare non inferiori a quelli indicati nella tabella seguente ai fini dell'accettazione dell'opera.

Frequenza (Hz)	*Attenuazione* ΔL *(dB)*
200	**10**
250	**15**
315	**18**
400	**18**
500	**17**
630	**19**
800	**20**
1000	**23**
1250	**22**
1600	**24**
2000	**27**
2500	**34**
3150	**38**
4000	**43**
5000	**43**

UNITÀ DI MISURA SECONDO IL SISTEMA INTERNAZIONALE (SI)

I valori corrispondenti alle unità di misura riportati nel fascicolo possono essere convertiti nel sistema internazionale SI (Norma CNR-UNI 10003-74) mediante la seguente tabella:

Grandezza	**Norme**	**Simbolo**
Lunghezza	Metro	m
Massa	Chilogrammo	kg
Forza	Newton	N
Pressione, Tensione	Pascal	Pa
Energia	Joule	J
Potenza	Watt	W
Tensione	Volt	V

FATTORI DI CONVERSIONE

Forza		**Pressione, Tensione**	
1N	=0,10197 kgf	1 Pa (N/m^2)	=0,1 mbar
1 daN	=1,0197 kgf	$1daN/cm^2$	=1,0197 kgf /cm^2
1 Kn	=1000 N	1 kPa (KN/ m^2)	=0,01 kgf /cm^2
	=101,971 kgf		=10 mbar
	=224,809 lbf		=20,885 lbf /ft^2
	=0,101971 t		=0,2953 in Hg
1 kgf	=9,80665 N	1 MPa	=10,2 kgf /cm^2
	=2,20462 l bf	1 lbf / in^2 (psi)	=0,07031 kgf /cm^2
Massa	=0,01968 cwt		=6,89476 kPa
1 kg	=0,102968 cwt	1 lbf / ft^2	=47,8803 Pa
	=2,20462 lb	1 tf / ft^2	=1,094 Kgf / cm^2
1g	=0,03527 oz		=107,252 kPa
1t	=1000 kg	1 bar	=100 kPa
	=0,98420 ton (inglesi)		=14,5038 lbf / in^2
1 cwt	=50,8023 kg	1 mbar	=100 Pa
1 lb	=0,45359 kg		=2,0885 lbf / in^2
1 oz	=38,349 g	1 atm	=101,325 kPa
Capacità, Volume			=14,6959 lbf/in^2
$1m^3$	=1,30795 yd^3	1 mm Hg (torr)	=133,322 Pa
1 dm^3 (litro)	=0,3531 ft^3		=0,01934 lbf / in^2
	=1,7605 pint	1 mm H_2O	=9,80665 Pa
	=0,21997 imp gal	**Densità**	
	=0,2642 US gal	1 kg / m^3	=1,686 lb / yd^3
1 cm^3 (ml)	=0,06102 in^3	1 g / cm^3	=62,4280 lb / ft^3
	=0,0352 fl oz	1 t / yd^3	=1328,94 kg / m^3
1 yd3	=0,76455 m^3	1 lb / yd^3	=0,593 kg / m^3

1 ft3	=28,3168 dm^3	1 lbf/ in^3	=27,6799 g / cm^3
1 in3	=16,3871 cm^3	**Energia**	
1 imp gal	=4,54609 dm^3	1 Mj	=0,277778 kWh
1 US gal	=3,78541 dm^3	1 J	=0,737562 ft lbf
1 pint	=0,56826 dm^3	1 kgf m	=9,80665 J
1 fl oz	=28,4131 cm^3	1 Btu	=1,05506 kJ

Art. 34 – Difese spondali

34.1 - Materiali

Gli elementi lapidei dovranno essere privi di discontinuità significative quali fratture, venature, stiloliti, laminazioni, piani di foliazione, piani di sfaldabilità, cambiamenti di "facies" o altri difetti analoghi che potrebbero causare rottura durante il carico, lo scarico o la posa in opera.

I requisiti granulometrici saranno conformi ai prospetti 4 e 5 della UNI EN 13383-1 (classi HMA1000-3000 e HMA3000-6000).

Per quanto riguarda la forma, il materiale dovrà rientrare nella categoria LTA della UNI EN 13383-1.

Per quanto riguarda la resistenza a rottura il materiale dovrà rientrare nella categoria CS80 della UNI EN 13383-1.

Per quanto riguarda la resistenza all'usura il materiale dovrà rientrare nella categoria MDE10 della UNI EN 13383-1.

Per quanto riguarda la resistenza al gelo, il materiale dovrà soddisfare i requisiti della categoria FTA della UNI EN 13383-1.

34.2 – Posa in opera

Prima di iniziare le operazioni di posa l'Appaltatore dovrà in contraddittorio con la Direzione Lavori, procedere al picchettamento della difesa riportando fedelmente sul terreno il tracciato indicato in Progetto.

Il piano di posa dovrà essere convenientemente regolarizzato, livellato e compattato, e le scarpate di appoggio dovranno essere convenientemente profilate secondo le sagome di Progetto.

Terminate le operazioni di tracciamento e di preparazione della fondazione l'Appaltatore potrà provvedere alla realizzazione della difesa procedendo nelle operazioni di posa degli elementi da monte verso valle.

I massi saranno messi in opera singolarmente, in modo tale da realizzare almeno tre punti di contatto e il massimo grado di incastro con quelli posizionati in precedenza; non saranno pertanto consentiti l'impiego di scaglie od elementi di piccole dimensioni per realizzare l'appoggio sugli strati sottostanti né la posa mediante scarico alla rinfusa dai mezzi di trasporto e movimentazione.

Gli elementi saranno disposti con il lato più lungo in direzione parallela alla direzione della corrente.

Successivamente al completamento della scogliera i vuoti tra i massi saranno riempiti con scaglie di

materiale roccioso della stessa natura di quella dei massi in modo che non si formino vortici che possano dar luogo all'asportazione di materiale fine.

In casi speciali (scogliere rinverdite) al materiale grossolano sarà associata una componente fine destinata ad intasare i vuoti degli elementi lapidei ed a consentire l'attecchimento delle essenze vegetali.

34.3 - Documentazione

Ciascuna fornitura di materiale da scogliera dovrà essere accompagnata da una bolla numerata riportante:

- riferimento alla norma UNI EN 13383;
- fornitore, con nome ed ubicazione della cava, o stabilimento di produzione e, laddove appropriato, deposito;
- designazione del materiale, con indicazione petrografica semplificata;
- classe granulometrica.

nonché le informazioni sulle caratteristiche regolamentate dalla UNI EN 13383-1 (marcatura CE).

34.4 - Prove di accettazione

Il campionamento del materiale da scogliera da assoggettare alle prove dovrà essere effettuato secondo le specifiche della norma UNI EN 13383-2, e sulla base di un piano di campionamento da effettuarsi preliminarmente, che tenga conto del tipo di granulometria, della natura e delle dimensioni del lotto, del tipo di prove e delle circostanze locali. La granulometria verrà determinata conformemente alla norma UNI EN 13383-2. La percentuale di pezzi di aggregati grossi con un rapporto lunghezza-spessore maggiore di 3 verrà determinata in conformità alla UNI EN 13383-2. La resistenza a rottura verrà determinata secondo la UNI EN 1926. L'integrità dei blocchi verrà determinata secondo la specifica di cui all'appendice B della norma UNI 13383-1. La resistenza all'usura verrà determinata secondo la UNI EN 1097-1. La resistenza al gelo e al disgelo verrà determinata conformemente alla norma UNI EN 13383-2.

Art. 35 – Gabbioni metallici

35.1 - Campo di applicazione

Le presenti specifiche riguardano gabbioni a scatola e materassi da impiegare per difese idrauliche ed opere di sostegno a gravità, consistenti in strutture di forma parallelepipeda od a prisma trapezio fabbricate in rete metallica a maglia esagonale a doppia torsione con riempimento in pietrame.

Per tutti gli aspetti non specificatamente trattati si farà riferimento alle linee guida per la redazione di capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione del 12.05.2006.

35.2 - Filo metallico

Il filo metallico utilizzato per la costruzione della rete sia per le legature sarà a basso tenore di carbonio costituito da vergella utilizzata nei processi di trafilatura a freddo di cui alla UNI EN 10016-2.

La resistenza a trazione sarà conforme alla UNI EN 10223-3 (valori compresi tra 350 e 550 MPa, allungamento a rottura non inferiore al 10%).

Le tolleranze dimensionali saranno quelle stabilite dalla UNI EN 10218-2 classe T1; per i diametri standard esse risultano:

- diametri 2,2, 2,4 e 2,7 mm: ±0,06 mm
- diametri 3,0, 3,4 e 3,9 mm: ±0,07 mm

35.3 - Rivestimento protettivo

Per gli impieghi descritti al par. 16.1 sono previsti:

a) rivestimento in lega eutettica zinco-alluminio (95%-5%) - cerio – lantanio;

b) rivestimento polimerico estruso o sinterizzato in PVC, aggiuntivo rispetto a quello del p.to a).

Il rivestimento in lega eutettica sarà conforme alla UNI EN 10244-2 classe A.

Il ricoprimento minimo in funzione del diametro nominale del filo sarà definito come dal seguente prospetto:

Diametro (mm)	Ricoprimento minimo (g/m^2)
2,0	215
2,2	230
2,4	230
2,7	245
3,0	255
3,4	265
3,9	275

Il rivestimento in PVC sarà conforme alla UNI EN 10245-2 ed avrà spessore nominale 0,5 mm (minimo 0,38 mm).

Saranno ammessi anche altri polimeri, purché ne siano accertate e certificate:

- la conformità ai requisiti generali stabiliti dalla UNI 10245, per quanto applicabili;
- una buona aderenza sul filo;
- una soddisfacente resistenza agli agenti atmosferici (raggi UV e temperatura).

Il materiale base del rivestimento in PVC avrà le seguenti caratteristiche:

- peso specifico compreso tra 1300 e 1350 kg/m3 ASTM D 792;
- durezza Shore (ISO 868) tra 50 e 60;
- resistenza a trazione superiore a 20,6 MPa ISO 1183 (ASTM D 412) per il PVC estruso ed a 15,7 MPa ISO 527 (ASTM D 638) per il PVC sinterizzato;
- modulo elastico al 100% di deformazione superiore a 18,6 MPa ISO 1183 (ASTM D 412) per il PVC estruso ed a 13,7 MPa ISO 527 (ASTM D 638) per il PVC sinterizzato;
- resistenza all'abrasione: perdita in peso inferiore al 12% al test ASTM D 1242, metodo B, a 200 cicli di abrasione con nastro CSI-A grana 80;
- temperatura di fragilità, Cold Bend Temperature (determinata secondo la norma BS 2782-metodo 104

A) inferiore a -30°C, e Cold Flex Temperature (determinata secondo la norma BS 2782-metodo 150 B) inferiore a +15°C,;

- perdita in peso per volatilità a 105°C: non superiore al 2% ed al 6% (rispettivamente a 24 ore ed a 240 ore), in accordo con la ASTM D 1203 (EN ISO 176) e la ASTM D 2287.

35.4 - Rete

La rete presenterà caratteristiche dimensionali (apertura e tolleranze) conformi alla UNI EN 10223-3.Per le dimensioni standard delle maglie disponibili in commercio (6x8, 8x10) le tolleranze risultano –4% / +16%.

Per gli impieghi descritti al par. 16, le combinazioni tipiche tra le dimensioni della maglia ed il diametro del filo sono:

struttura	maglia tipo	diametro del filo (mm)
gabbioni	6x8	2,7
gabbioni	8x10	2,7 (con riv. polimerico) e 3,0
materassi	6x8	2,2 (con riv. polimerico)

Il diametro del filo di bordatura avrà un diametro maggiore di quello costituente la rete, secondo le seguenti combinazioni:

diametro filo rete (mm)	diametro filo bordatura (mm)
2,2	2,7
2,7	3,4
3,0	3,9

Per gli impieghi descritti al par. 16.0 i valori caratteristici di resistenza della rete metallica dovranno essere i seguenti:

		GABBIONI	MATERASSI
Resistenza a trazione			
parallela alla torsione	(kN/m)	50	37
perpendicolare alla torsione	(kN/m)	26	13
legature di bordo	(kN/m)	20	10
Resistenza a punzonamento	(kN)	27	18

35.5 - Indicazioni sulla vita utile dei prodotti e delle opere

A ciascuna applicazione deve essere associato un tempo di vita utile, inteso, in accordo con la definizione data nel Cp.4 del D.M. 17/01/2018, come il periodo di tempo durante il quale l'opera mantiene, con interventi di manutenzione programmata, prestazioni compatibili con i requisiti essenziali richiesti.

Alla vita utile così definita devono essere adattati i criteri di progetto con particolare riferimento a quelli della rete e dei sistemi di protezione dalla corrosione dei fili metallici.

In generale la vita utile di un'opera dovrà essere riferita anche alla possibilità che per essa siano consentiti o

meno sostituzioni di componenti o ripristini con operazioni di manutenzione ordinaria, nonché alle condizioni di aggressività ambientali. Uno schema di riferimento per il rispetto della prima condizione può essere ricavato dal seguente prospetto.

	Tipo di opera	vita utile (minima)
1 -	Opere caratterizzate da media difficoltà di manutenzione (es. reti paramassi)	25 anni
2 -	Opere caratterizzate da componenti difficilmente sostituibili senza rifacimento totale (es.opere di sostegno, idrauliche),	50 anni
3 -	Elementi non ispezionabili nè sostituibili (es. muri in terra rinforzata)	50 anni

Per opere temporanee la durata di vita utile e' indicativamente fissata in 10 anni.

La scelta del materiale da adottare e della sua protezione dovrà derivare dalla combinazione tra i requisiti di vita utile richiesti dal tipo di opera come indicato nel precedente prospetto e dalle condizione di aggressività degli ambienti nella quale l'opera verrà inserita così come definiti nel Cap. 4 del D.M. 17.1.2018, secondo i criteri di seguito indicati:

Condizioni ambientali	tipo di opera	tipo di rivestimento
ordinarie	1	Forte zincatura
aggressive	1 e 2	Forte lega ZN – al 5%
molto aggressive	1 e 2	Forte lega ZN – al 5% e rivestimento plastico
qualsiasi	3	Forte lega ZN – al 5% e rivestimento plastico

Valutazioni diverse potranno eventualmente essere fatte in relazione alla specifica applicazione della rete, purché si ottengano prestazioni e durabilità equivalenti.

In ambienti dove è potenzialmente prevista la presenza di correnti vaganti, ad esempio in prossimità di impianti, linee ferroviarie e/o di campi di dispersione elettrica, e' opportuno adottare un livello di protezione massima, anche mediante uso di rivestimento polimerico, a meno di specifiche verifiche di dettaglio della particolare situazione in esame.

Per la definizione della vita utile di opere di difesa idraulica si dovrà tener specificatamente conto del possibile danneggiamento della rete per abrasione da parte del trasporto solido e della maggiore o minore facilità di eseguire eventuali ripristini e quindi prevedere in fase di progetto accorgimenti tecnici opportuni.

35.6 - Riempimento

Il materiale lapideo da impiegarsi sarà di granulometria tale da non determinare la fuoriuscita degli elementi lapidei dalla maglia e da non ostacolare (per la presenza di elementi di dimensioni eccessive, superiori ai 2/3 dello spessore) un buon addensamento del materiale:

- gabbioni maglia 6x8: granulometria 90-200
- gabbioni maglia 8x10: granulometria 120-220
- materassi: granulometria 90-130

In casi speciali (gabbioni rinverditi) al materiale grossolano sarà associata una componente fine destinata ad intasare i vuoti degli elementi lapidei ed a consentire l'attecchimento delle essenze vegetali.

Per quanto riguarda la resistenza a rottura il materiale dovrà rientrare nella categoria CS80 della UNI EN 13383-1.

I requisiti di resistenza all'usura saranno:

- categoria $M_{DE}10$ UNI EN 13383-1: per l'impiego in opere di difesa idraulica in presenza di trasporto solido grossolano (torrenti);
- categoria $M_{DE}20$ UNI EN 13383-1: per l'impiego in opere di difesa costiera;
- categoria $M_{DE}30$ UNI EN 13383-1: per l'impiego in opere di difesa idraulica in presenza di trasporto solido fine (fiumi) o in opere di sostegno.

Per quanto riguarda la resistenza al gelo, il materiale dovrà soddisfare i requisiti della categoria FT_A della UNI EN 13383-1.

35.7 - Graffe metalliche

Per le legature, in alternativa al filo si potrà ricorrere a graffatura pneumatica con graffe metalliche 45x24x3 mm, aventi resistenza a trazione non inferiore a 17000 MPa.

35.8 - Posa in opera

Il piano di posa dovrà essere convenientemente regolarizzato, livellato e compattato.

Le operazioni di posa e riempimento non potranno aver luogo se la temperatura ambiente non sarà superiore di almeno 8 °C rispetto alla temperatura di fragilità (v. par. 16.2.2).

Le gabbie ripiegate saranno stese su una superficie piana e non cedevole, ed in seguito verranno aperte alzando:

- per i gabbioni: la faccia anteriore, i fianchi e quindi la faccia posteriore
- per i materassi: le facce di estremità e quindi quelle longitudinali.

I bordi delle diverse facce saranno legati prima alle estremità e poi nel mezzo (lo stesso avverrà per i diaframmi intermedi) con filo metallico (v. par. 16.2.3) o con graffe metalliche (v. par. 16.2.5) applicate con dispositivo pneumatico.

Le gabbie potranno essere tagliate o sagomate in funzione della geometria dell'opera da realizzare; tutti i bordi e le facce ottenuti in questa maniera dovranno essere aggiustati in modo da presentare un aspetto

rifinito.

Una volta terminato il montaggio di un certo numero di gabbie, queste verranno collocate sul piano di posa e legate tra loro; si curerà di rispettare gli allineamenti verticali ed orizzontali per mezzo di tondini di ferro sistemati provvisoriamente sugli spigoli superiori, o – preferibilmente - mediante modine di guida a cui far aderire le facce delle gabbie dal lato in vista.

Il riempimento sarà eseguito con pala meccanica con l'ausilio di manodopera per la sistemazione manuale del materiale al fine di ottenere una massa compatta con il minimo indice dei vuoti.

In corrispondenza del paramento in vista, per ottenere un aspetto più rifinito ed evitare sfiancamenti, il materiale di riempimento sarà sistemato a mano.

Si avrà cura di limitare l'altezza di caduta del materiale di riempimento (ad un massimo di 1 m) e comunque di evitare il danneggiamento delle gabbie e del loro rivestimento.

Eventuali deformazioni o sfiancamenti delle gabbie dovranno essere corretti prima di procedere ad un ulteriore riempimento.

In ogni caso si manterrà vuota l'ultima cella, al fine di facilitare la legatura della gabbia successiva.

Per i materassi in pendenza, il riempimento procederà dal basso verso l'alto.

Il riempimento avverrà a due strati per i gabbioni di altezza 0,50 m ed a tre strati per quelli di altezza 1,00 m, con l'interposizione di tiranti di collegamento (prefabbricati o realizzati a mano) tra le facce anteriore e posteriore, in ragione di 4 tiranti per m2 di paramento.

Per i materassi il riempimento avverrà in un unico strato e non saranno necessari tiranti.

Si controllerà che le celle siano riempite uniformemente, particolarmente in corrispondenza degli spigoli e che il bordo superiore dei diaframmi sia accessibile per la legatura.

A riempimento ultimato si procederà alla posa dei coperchi, che verranno fissati alle facce, ai diaframmi e tra di loro; per realizzare una miglior resistenza potrà essere conveniente sfalsare i coperchi rispetto alle basi.

I capi dei fili di legatura eventualmente sporgenti verso l'esterno dovranno essere ripiegati verso l'interno delle gabbie, così da evitare il pericolo di ferimenti.

35.9 - Controlli ed accettazione

IL materiali da impiegare dovranno essere prodotti secondo un sistema di gestione della qualità aderente alle norme UNI EN 9001.2000, certificato da un organismo certificatore operante in conformità con le norme UNI EN 45012.

L'accettazione dei materiali sarà subordinata alla verifica della documentazione di cui al successivo par. 16.4.2 ed all'accertamento dei requisiti attraverso le prove di accettazione indicate nei seguenti par. 16.4.3-16.4.7.

Le prove dovranno essere eseguite e certificate da laboratori di cui all'art.5 del D.P.R. 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo.

35.10 Documentazione

Ciascuna fornitura di rete dovrà essere accompagnata da un certificato, in copia originale, riportante:

- azienda produttrice;
- ente certificatore;
- numero del certificato di controllo della produzione di fabbrica;
- condizioni e periodo di validità del certificato;
- destinatario del prodotto, con ubicazione del cantiere;
- quantità fornite;
- descrizione del prodotto: identificazione (con tipo e nome commerciale), impiego previsto e condizioni particolari per l'impiego, ecc.;
- caratteristiche dimensionali e tecniche (dimensioni, maglia tipo, diametro e caratteristiche meccaniche del filo, composizione e quantità del rivestimento, resistenza nominale della rete).

La fornitura dovrà chiaramente essere riconoscibile mediante idonea etichettatura dalla quale risultino azienda produttrice, stabilimento di produzione, lotto di produzione, caratteristiche tecniche.

35.11 - Prove sul filo metallico

Le prove di resistenza a trazione del filo metallico (prima della tessitura della rete) saranno eseguite secondo la norma UNI EN 10218-1.

35.12 - Prove sul rivestimento in lega eutettica

La quantità del ricoprimento sarà verificata secondo la UNI EN 10244-2.

L'uniformità del rivestimento sarà verificata secondo le norme UNI EN 10244-2 e UNI EN 10223-3.

La verifica dell'aderenza del rivestimento al filo avverrà conformemente alla UNI EN 10244-2; l'aderenza dovrà essere tale che, in seguito all'avvolgimento del filo per 6 volte attorno ad un mandrino di diametro 4 volte maggiore di quello del filo stesso, lo sfregamento con le dita non produca sfaldamento o fessurazione del rivestimento.

Il rivestimento dovrà superare un test d'invecchiamento accelerato in ambiente saturo di anidride solforosa (SO_2) secondo la norma UNI ISO EN 6988 (Kesternich test) per un minimo di 28 cicli.

35.13 - Prove sul rivestimento in PVC

All'ispezione visiva il rivestimento delle maglie dovrà risultare privo di intaccature, tagli o abrasioni; imperfezioni secondarie dovute al processo di fabbricazione saranno ammesse in corrispondenza delle torsioni. Non sarà invece richiesto che il rivestimento copra le estremità del filo tagliate durante il processo di fabbricazione.

Quando assoggettato alla prova di aderenza secondo ASTM A-974 Section 13.3 il rivestimento non dovrà separarsi dal filo (piuttosto potrà rompersi).

Alla prova di avvolgimento di 360° attorno ad un mandrino di diametro 10 volte superiore a quello del filo, nel rivestimento non dovranno verificarsi incrinature o strappi; la prova sarà condotta ad una temperatura ambiente di -18 °C.

Dopo le seguenti prove di invecchiamento accelerato:

- esposizione ai raggi U.V. per almeno 3000 ore con apparato tipo E a 63 °C (ASTM G 23)
- test in nebbia salina per almeno 3000 ore (ASTM B 117)

non dovranno manifestarsi incrinature, bolle, strappi, né sensibili variazioni di colore nel rivestimento, e neppure intrusioni di umidità tra rivestimento e filo. Dopo tali prove, inoltre, non dovranno risultare variazioni rispetto ai valori iniziali superiori al 6% per il peso specifico, al 25% per la resistenza a trazione ed al 10% per la durezza e per la resistenza all'abrasione.

La massima penetrazione della corrosione da una estremità del filo tagliato dovrà risultare inferiore a 25 mm quando il campione sia immerso per 2000 ore in una soluzione al 50% di acido cloridrico concentrato.

35.14 - Prove sulla rete metallica

Per la determinazione della resistenza a trazione della rete metallica (secondo la norma ASTM A 975 Section 13.1) i campioni da assoggettare a prova avranno una larghezza minima pari a 8 volte la larghezza della maglia ed una lunghezza minima tra i dispositivi di immorsatura della rete pari ad una lunghezza di maglia intera (definendo come lunghezza di maglia intera una porzione di rete contenente due doppie torsioni successive complete).

35.15 - Prove sul materiale di riempimento

Il campionamento del materiale di riempimento da assoggettare alle prove dovrà essere effettuato secondo le specifiche della norma UNI EN 13383-2, e sulla base di un piano di campionamento da effettuarsi preliminarmente, che tenga conto del tipo di granulometria, della natura e delle dimensioni del lotto, del tipo di prove e delle circostanze locali.

La granulometria verrà determinata conformemente alla norma UNI EN 13383-2.

La resistenza a rottura verrà determinata secondo la UNI EN 1926.

La resistenza all'usura verrà determinata secondo la UNI EN 1097-1.

La resistenza al gelo e al disgelo verrà determinata conformemente alla norma UNI EN 13383-2.

Art. 36 - Separatore di idrocarburi

36.1 - Definizione

Impianto per la separazione delle sostanze leggere non emulsionate presenti nei reflui, in particolar modo, acque meteoriche di dilavamento ed acque di processo.

36.2 - Conformità

L'impianto è marcato CE in conformità alle norme EN 858-1 Classe di scarico I (5 mg/l). La marcatura CE dichiara la conformità alle prescrizioni dell'allegato ZA alla norma EN 858-1 e in particolare che l'impianto , se sottoposto al test di prestazione nelle condizioni previste dalla norma, rispetta i limiti di scarico richiesti. Per la conformità dell'installazione, viene richiesta anche la presenza di una sonda di allarme per eccessivo accumulo delle sostanze separate.

36.3 - Descrizione del sistema

La separazione delle sostanze leggere, viene ottenuta, facendo aggregare le particelle più piccole, rendendole di dimensioni tali da rendere estremamente rapida la loro flottazione.

Il refluo passa attraverso i pacchi alveolari in condizioni di moto laminare, le particelle, nella fase di risalita, vengono intercettate dalla parte superiore dei canaletti e scorrendo verso l'alto si aggregano ad altre particelle.

Le particelle di maggiori dimensioni, flottano rapidamente in superficie dove si accumulano progressivamente e da cui dovranno essere periodicamente rimosse.

36.4 - Componenti

Decantazione:

- Volume: 100 l x TN

Equipaggiamenti:

- Deflettore in ingresso

Separazione degli idrocarburi:

- Sistema coalescente: blocchi lamellari alveolari in polipropilene
- Otturatore a galleggiante
- Capacità minima di stoccaggio idrocarburi: 100 x TN (l)

Taratura standard dell'otturatore:

- Densità 0,85

By-pass a umido dimensionato per accettare le portate in ingresso superiori alla TN del separatore fino ad una portata totale di 5 x TN.

Pozzetto di raccolta di valle e pozzetto sfioratore di monte.

36.5 - Caratteristiche costruttive

Manufatto prefabbricato in C.A.V. ad alta resistenza, garantito a tenuta stagna, realizzato in conglomerato cementizio avente resistenza a compressione C35/45, conforme alle prescrizioni previste nella norma UNI EN 206-1:2006. Tutti i materiali sono verificati secondo le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 17/01/2018 e circolare esplicativa correlata).

Le solette di copertura prefabbricate in c.a.v. sono carrabili e verificate per carichi stradali di I categoria, dotate di chiusini di ispezione in ghisa classe D400 luce netta minima 600 mm.

L'impianto di trattamento, nel rispetto di quanto indicato nel D.Lgs n.152 del 03/04/2006 art. 113 parte III, è realizzato secondo le UNI EN 858-1 e UNI EN 858-2, dotato di marcatura CE, e scarica le acque nel rispetto dei limiti relativi al D.Lgs 152/06 per scarico in rete fognaria o in acque superficiali. L'impianto è costruito da azienda in possesso di certificazione di Sistema di Qualità Aziqndale UNI EN ISO 9001:2008.

36.6 - Criteri di dimensionamento

Tempo di transito minimo di 190 s

Rapporto portata massima ammessa/portata trattata: 5

36.7 - Caratteristiche idrauliche

Taglia TN 250

Portata di punta ammessa l/s 1250 (5TN)

Volume utile totale l 48081

Volume di decantazione l 25000

Volume stoccaggio idrocarburi l 2500

36.8 - Ricezione del manufatto

Al momento della ricezione verificare la conformità di quanto consegnato con il documento di trasporto e con l'ordine corrispondente.

36.9 - Movimentazione e stoccaggio del manufatto

I manufatti sono consegnati in cantiere su camion. In funzione delle dimensioni, i camion potranno essere scaricabili superiormente o lateralmente o dalla parte posteriore. In funzione delle dimensioni e del peso l'Impresa dovrà munirsi di adeguate attrezzature per lo scarico seguendo le regole di sicurezza. La movimentazione dall'alto avverrà con gru dotata di funi da agganciare agli anelli superiori utilizzando un dispositivo per la ripartizione in verticale dei carichi. La movimentazione laterale avverrà con muletto dotato di forche di adeguate dimensioni. Occorrerà sollevare esclusivamente manufatti vuoti e non passare al disotto dei carichi. Movimentare e posare i manufatti con delicatezza non facendoli scivolare sul suolo. Fare particolare attenzione ai manicotti ed al rivestimento degli apparecchi. I manufatti devono essere stoccati al di fuori delle zone di circolazione, protetti dalla pioggia e posati a terra, in piano, non soggetti all'azione del vento.

36.10 - Modalità di posa in opera

I manufatti devono essere strutturalmente dimensionati e costruiti per resistere ad un carico corrispondente a rinterro orizzontale uniformemente ripartito di 50 cm. Non è previsto il transito di veicoli o lo stoccaggio di carichi pesanti al di sopra dei serbatoi.

Lo scavo sarà sufficientemente ampio per accogliere il serbatoio lasciando tutto attorno almeno 50 cm in modo da evitare che il manufatto sfreghi contro le pareti. Questo spazio permetterà di eseguire in modo agevole e corretto la compattazione e che il materiale sia sufficientemente omogeneo.

Occorre regolarizzare il fondo dello scavo con un getto di calcestruzzo magro, realizzare una platea in c.a. di spessore minimo pari a 30 cm armata come da indicazioni progettuali al fine di evitare cedimenti, posare un doppio telo di geotessile non tessuto per evitare il contatto diretto della base del manufatto con la struttura in calcestruzzo.

Una volta posato il manufatto, riempire lo scavo attorno al manufatto secondo la procedura seguente:

- il riempimento deve essere effettuato per strati di 20 – 30 cm con della sabbia compattata;
- contemporaneamente il serbatoio deve essere riempito con acqua chiara in egual misura per compensare le spinte dovute al compattamento ed evitare la deformazione del serbatoio stesso.

Lo strato di riempimento sopra il serbatoio può essere fatto secondo la seguente procedura:

- il materiale deve essere posato e compattato per strati di 20 – 30 cm;
- la compattazione può essere fatta tramite bagnatura del terreno;
- il materiale deve contenere una limitata percentuale di elementi fini o grossolani.

Preferire materiale con un ridotto indice di frantumazione la cui messa in opera richiede un limitato livello di energia.

Il raccordo con la fognatura in ingresso ed uscita deve essere a tenuta stagna.

36.11 - Messa in funzione

Accertarsi che tutti gli equipaggiamenti interni siano al loro posto e che nessun attrezzo o altro materiale sia stato dimenticato all'interno del separatore.

Riempire tutti gli scomparti del separatore con acqua pulita fino al tubo di uscita, facendo attenzione che l'otturatore nella camera di separazione degli oli sia libero di galleggiare.

Verificare che l'otturatore automatico galleggiante segua il livello dell'acqua.

Art. 37 – Fondazioni stradali a legante idraulico

37.1 - Fondazione (sottobase) in misto cementato confezionato in centrale

37.1.1 - Descrizione

Il misto cementato per fondazione (sottobase) deve essere costituito da una miscela di inerti lapidei, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in un unico strato dello spessore indicato in progetto.

37.1.2 - Caratteristiche dei materiali da impiegare

37.1.2.1 - Inerti

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30 ed il 60% in peso sul totale degli inerti.
A discrezione della Direzione Lavori potranno essere impiegate quantità di materiale frantumato superiori al limite stabilito; in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a 7 d prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante allo 0,075 mm.
Per le granulometrie possibili, detti materiali potranno anche essere integrati con ceneri volanti.
Gli inerti dovranno soddisfare i requisiti delle norme : UNI EN 14227-1 – 2 :2013 Miscele legate con leganti idraulici - Specifiche - Parte 1: Miscele granulari legate con cemento per fondi e sottofondi stradali.

34.1.2.2 - Legante

Deve essere impiegato cemento normale 32,5 o 32,5R (di tipo I, II, III, IV, V).
A titolo indicativo la percentuale di cemento deve essere compresa tra il 2,5% e il 3,5% sul peso degli inerti asciutti. È possibile sostituire parzialmente questa percentuale con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione. Orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento.
La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche, scaturirà da apposite prove di Laboratorio da effettuare, a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori.
Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

37.1.2.3 - Acqua

Deve essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

La quantità di acqua nella miscela deve essere quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro ± 2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

37.1.3 - Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.
La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.
La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm^3).
Per il confezionamento dei provini, gli stampi saranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.
Tale eccedenza deve essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78. La miscela di studio sarà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.
Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.
I campioni da confezionare in Laboratorio devono essere protetti in sacchi di plastica per evitare l'evaporazione dell'acqua. Saranno confezionati almeno tre campioni ogni 250 m di lavorazione.
La miscela sarà costipata su 5 strati con il pestello, l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificato, 85 colpi per strato, in modo da ottenere un'energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51 ± 0,5 mm, peso pestello 4,535 ± 0,005 daN, altezza di caduta 45,7 cm).
I provini devono essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 d in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20 °C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.
Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.
I provini devono avere resistenze a compressione a 7 d non minori di 25 daN/cm^2 e non superiori a 45 daN/cm^2, ed a trazione secondo la prova "brasiliana" non inferiori a 2,5 daN/cm^2. Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 75 daN/cm^2 (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di ± 15%, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).
Da questi dati di Laboratorio devono essere scelti la curva e la densità al fine di confrontare le resistenze ottenute con quelle di progetto da usarsi come riferimento nelle prove di controllo.

37.1.4 - Formazione e confezione delle miscele

Le miscele saranno confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.
Gli impianti devono comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.
La zona destinata all'ammannimento degli inerti dovranno essere 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 devono essere nettamente separati tra 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.

37.1.5 - Posa in opera - tempo di maturazione

La miscela sarà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accettata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa sarà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Le operazioni di addensamento dello strato devono essere realizzate in ordine con le seguenti attrezzature:

Rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t.

Rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 18 t.

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla Direzione Lavori, delle stesse caratteristiche sopra riportate.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 273 K e superiori a 298 K e mai sotto la pioggia. Tuttavia, a discrezione della Direzione Lavori, potrà essere consentita la stesa a temperature tra i 298 K e i 303 K. In questo caso però deve essere necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); deve essere inoltre necessario provvedere ad un'abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa devono essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 288 K e 291 K ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente un'eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa; se non si fa uso della tavola deve essere necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale.

Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate vanno correlate alle resistenze raggiunte dal misto. Comunque il tempo di maturazione non potrà essere mai inferiore a 48 h.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

37.1.6 - Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dello strato, dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1-2 daN/m^2, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposta la fondazione e successivo spargimento di sabbia.

37.1.7 - Norme di controllo delle lavorazioni-prestazioni

Con esami giornalieri dovrà essere verificata la rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele. Sarà ammessa una tolleranza di ± 5 punti % fino al passante al crivello n. 5 e di ± 2 punti % per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non siano superati i limiti del fuso.

A compattazione ultimata la densità in sito deve essere non inferiore al 100% nelle prove AASHTO modificato di cui al punto 34.1.3 nel 98% delle misure effettuate.

Il valore del modulo di deformazione Md al 1º ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 1,5 e 2,5 daN/cm^2, rilevato in un tempo compreso fra 3 e 12 h dalla compattazione non deve mai essere inferiore a 1500 daN/cm^2.
Il riferimento prestazionale sarà costituito dal modulo elastico reale è calcolato tramite programma BACAN della Società con i valori rilevati in opera (anche a strato ricoperto) con il F.W.D. in un periodo compreso tra 7 e 90 d dalla stesa.
La media dei valori di modulo sui tronchi omogenei dovrà essere quella compresa nell'area A del diagramma che segue.
Se i valori ricadono nell'area B lo strato (ed il pacchetto che la ricopre) saranno penalizzati del 10% del prezzo per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce.
I valori ricadenti nell'area C e D comporteranno una penale del 20%.

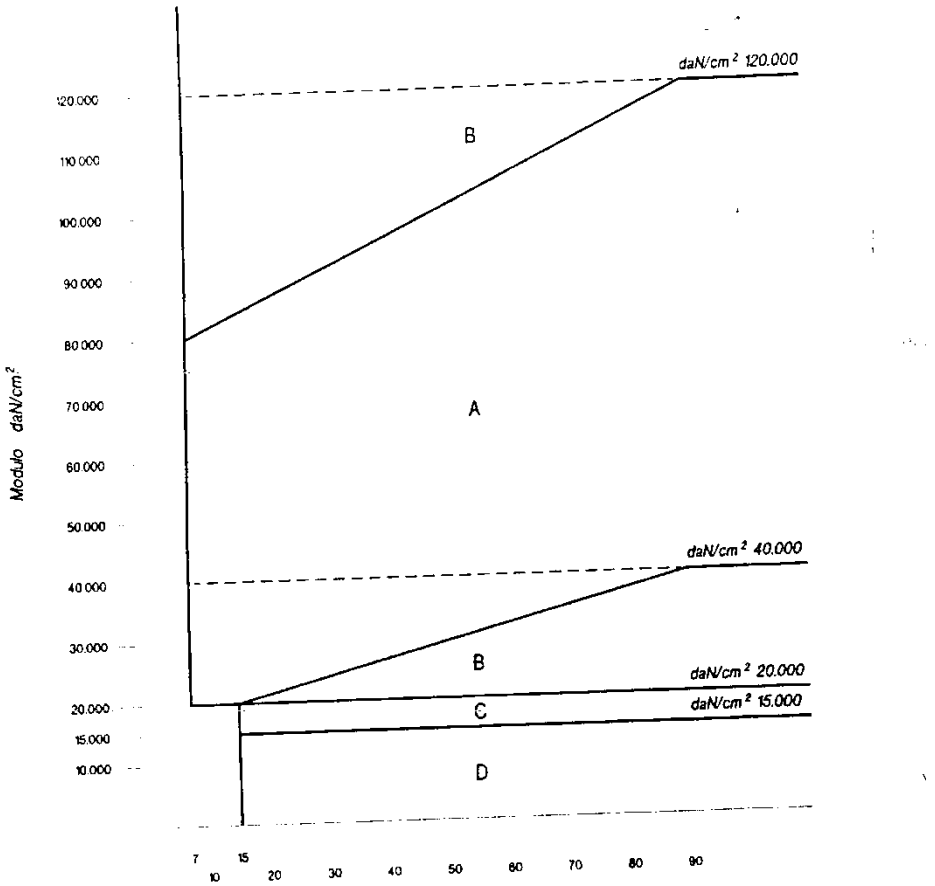

Figura n. 1

37.2 - Riciclaggio in sito del misto cementato e/o granulare con aggiunta di cemento e acqua

37.2.1 - Descrizione

La rigenerazione in sito a freddo è realizzata mediante idonee attrezzature che consentono di miscelare in sito, anche in cassonetti ricavati da pavimentazioni preesistenti, il misto cementato per fondazione o il misto granulare costituenti la preesistente fondazione, con cemento ed eventuali inerti freschi ed acqua, omogeneizzare, stendere per tutta la larghezza e profondità prevista e compattare la miscela ottenuta per uno spessore massimo di 25 cm. In alternativa si potranno usare materiali fresati di pavimentazioni bituminose; in questo caso si possono accettare resistenze minori di quelle indicate nel seguito, ma con conseguente aumento degli spessori legati, in modo da ottenere comunque i moduli di cui al punto 37.1.7.
Altri spessori potranno essere richiesti purché non inferiori ai 20 cm e superiori ai 30 cm.
Macchine che non operano nel modo sopraddetto potranno essere allontanate dal cantiere a insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

37.2.2 - Caratteristiche dei materiali

37.2.2.1 - Inerti

Nel caso di impiego della preesistente fondazione in misto granulare occorrerà verificare l'assenza di sostanze plastiche (limi, argille) e la rispondenza alle prescrizioni granulometriche della UNI EN 14227-15 (Terreno stabilizzato con legante idraulico).

Qualora le caratteristiche del misto non rispondessero a tali indicazioni la Direzione Lavori ne prescriverà la correzione mediante l'aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto.

Gli inerti di integrazione dovranno provenire esclusivamente da frantumati di cava (frantumazione 100%).

37.2.2.2 - Cemento

Dovrà essere impiegato cemento 32,5 o 32,5R (tipo I, III o IV).

34.2.2.3 - Acqua

Dovrà essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.

34.2.3 - Studio della miscela di laboratorio

Le percentuali di cemento e di acqua ottimali e dell'eventuale integrazione di inerti saranno stabilite in relazione alle seguenti prove di laboratorio:

a. Eseguire sulla tratta interessata dai lavori prelievi di materiale sciolto fresato in sito e determinare in laboratorio la curva granulometrica di progetto del misto cementato o granulare da trattare.
   Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente le determinazioni sopra riportate dovranno essere eseguite sulla tratta interessata dai lavori almeno ogni 500 m ed in caso di disomogeneità della miscela, intensificate.
b. Determinazione dell'umidità ottimale di costipamento e relativa densità massima secca della miscela di progetto mediante studio Proctor modificato (CNR B.U. n. 69/78).
   La miscela granulometrica sottoposta a prova Proctor dovrà contenere una percentuale di cemento pari all'incirca della metà di quella ottimale.
c. La percentuale di cemento ottimale dovrà essere determinata compattando la miscela, privata del trattenuto al crivello UNI 30 mm, entro stampi CBR (CNR-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore all'umidità ottimale Proctor. La miscela dovrà essere compattata su 5 strati secondo la norma AASHTO modificato (diametro pestello 51 ± 0.5 mm, peso pestello 4.535 ± 0.005 daN, altezza di caduta 45.7 cm) incrementando di volta la percentuale di cemento (indicativamente dell'1%) riferita al peso secco della miscela degli inerti. Per ogni percentuale di cemento dovranno essere confezionati 18 provini. I provini così confezionati dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 2 e 6 d in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20 °C). Da ogni provino, appena confezionato, deve essere immediatamente determinata la densità secca espressa in gr/cm^3. (CNR B.U. n. 29/72).

37.2.4 - Posa in opera

La posa in opera della miscela deve essere effettuata mediante sistemi che consentano di ottenere uno strato perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti alla segregazione degli elementi litoidi più grossi.

La miscela appena stesa dovrà essere immediatamente compattata mediante un rullo statico metallico e/o combinato di almeno 35000 daN di peso.

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla Direzione Lavori, delle stesse caratteristiche sopra riportate.

Al termine della compattazione lo strato finito dovrà avere una densità secca uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 98% di quella Proctor.

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione acida al 55% in ragione di 1÷2 daN/m² ed un successivo spargimento di sabbia.
Con temperatura dell'aria inferiore ai 5 °C la lavorazione della miscela dovrà essere sospesa e comunque sempre in caso di pioggia.
Le lavorazioni successive e l'apertura al traffico dipenderà dalle resistenze raggiunte, comunque saranno decise di volta in volta.

37.2.5 - Norme di controllo delle lavorazioni - prestazioni
Vale quanto indicato all'art. 34.1.7.

37.3 - Fondazione in misto cementato realizzato in "situ" con impiego di prodotti stabilizzanti
37.3.1 - Descrizione
I materiali della fondazione in misto granulare anche se inquinati da sostanze argillose od altro possono essere reimpiegati, quando non è possibile o conveniente provvedere alla loro integrale sostituzione (tratti autostradali con grande volume di traffico, irreperibilità di materiali idonei, urgenza di riaprire al traffico i tratti bonificati ecc.) miscelando in sito con il cemento, sostanze chimiche inorganiche definite "stabilizzanti".
Questi prodotti costituiti da una miscela di sali alcalino terrosi (sodio, potassio, alluminio, calcio, ferro ecc.) da applicarsi diluiti in acqua nello strato da trattare unitamente al cemento producono un'azione di coesione dei limi e delle argille presenti nel materiale in sito e permettono le normali reazioni di idratazione e presa per la miscela terra-cemento contenendo anche gli effetti del ritiro durante la presa.

37.3.1.1 - Materiali
Prodotto stabilizzante in ragione di 1 daN in polvere per metro cubo di materiale da trattare diluito in acqua in funzione dell'umidità presente nel misto;
- legante: cemento Portland, pozzolanico o d'alto forno di classe 32,5;
- acqua: deve essere esente da impurità dannose al cemento, oli, acidi, alcali.

37.3.1.2 - Studio della miscela
Verificata preventivamente la presenza di sostanze limose o argillose, nello strato di misto granulare di un lungo tratto di autostrade da risanare, deve essere effettuato uno studio di Laboratorio per definire le percentuali di aggiunta del cemento ed acqua in funzione dei valori di resistenza da ottenere come prescritto al punto 34.1.3, tenendo conto della correzione con i prodotti stabilizzanti, che è assunta costante come detto in precedenza.

37.3.1.3 - Modalità esecutive
La rimozione della parte di strato da trattare deve essere effettuata per le profondità indicate dalla Direzione Lavori con idonee attrezzature e comunque non inferiori ai 25 cm.
Il legante cementizio nelle quantità definite nella fase progettuale deve essere distribuito in maniera uniforme mediante idonei spargitori su tutta la superficie rimossa e miscelato con Pulvimixer in grado di rimuovere e mescolare uniformemente uno spessore minimo di 25 cm. Macchine ritenute come non idonee potranno essere allontanate dal cantiere.
Al termine della miscelazione dovrà essere aggiunta la soluzione acquosa contenente il prodotto stabilizzante e quantità di acqua più o meno elevate in funzione della quantità di materiale da trattare e della sua umidità.
Seguirà una seconda e più accurata miscelazione ad opera degli stessi mezzi già impiegati.
Quando le argille sono presenti solo in zone circoscritte rispetto all'intera superficie interessata dai normali lavori di risanamento, questa lavorazione dovrà essere naturalmente limitata solo a queste zone. La miscelazione dovrà interessare tutta la superficie in modo uniforme comprese le fasce adiacenti alle pareti verticali dello scavo. La miscelazione non dovrà mai essere eseguita in condizioni ambientali ed atmosferiche avverse quali: pioggia o temperatura ambiente non comprese tra 5 °C e 35 °C.

Le condizioni ambientali ottimali si verificano con temperature intorno a 18 °C e con tasso di umidità di circa il 50%; con temperature superiori l'umidità deve risultare anch'essa crescente. Con temperature inferiori il tasso di umidità non deve essere inferiore al 15%.
Completata l'operazione di miscelazione si dovrà provvedere al regolare ripristino dei piani livellando il materiale con idonea attrezzatura secondo le quote e le disposizioni della Direzione Lavori. Il materiale dovrà presentare in ogni suo punto uniformità granulometrica e giusto dosaggio di cemento.
Le operazioni di addensamento dello strato devono essere realizzate in ordine con le seguenti attrezzature:
- Rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t.
- Rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 18 t.

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla Direzione Lavori, delle stesse caratteristiche sopra riportate.

37.3.2 - Norme di controllo delle lavorazioni
Valgono le stesse prescrizioni indicate all'art. 37.1.7.

Art. 38 – *Strutture di sostegno a paramento verde*

Costituite da strati di materiali idonei, dello spessore non superiore a 50 cm, alternati con armature in teli di geotessile.
Il paramento in vista delle strutture, inclinato di 50°÷70° rispetto all'orizzontale, sarà formato da una griglia metallica di contenimento e da uno speciale geotessile strutturato in modo tale da trattenere il terreno e la semina e permettere la germinazione del seme attraverso le sue maglie per avere il paramento completamente inerbito.
Il paramento sarà costituito dai seguenti componenti:
- geotessile d'armatura del rilevato, costituito da poliestere o polipropilene a filamento continuo agotrattato delle seguenti caratteristiche:

Categoria dei teli	kN 40	kN 80	kN 100	kN 120
Peso	350 gr/mq	700 gr/mq	900 gr/mq	1050 gr/mq
Spessore	2,5 mm	4,0 mm	5,0 mm	6,0 mm
Resistenze: longitudinale trasversale	 40 kN/m 19 kN/m	 80 kN/m 36 kN/m	 100 kN/m 47 kN/m	 120 kN/m 54 kN/m
Allungamento a rottura: longitudinale trasversale	 48% 53%	 45% 43%	 47% 45%	 43% 51%
CREEP nel senso di massima resistenza al 25% del carico di esercizio	nullo	nullo	nullo	nullo
Permeabilità sotto carico di 0,20 MPa	$0,7x10^{-3}$m/s	$0,5x10^{-3}$m/s	$0,4x10^{-3}$m/s	$0,4x10^{-3}$m/s
Trasmissività	$3,0x10^{-5}m^2/s$	$5,0x10^{-5}m^2/s$	$6,0x10^{-5}m^2/s$	$7,0x10^{-5}m^2/s$

- rete metallica elettrosaldata con fili del diametro 6÷10 mm in maglie differenziate di 15x15 e 15x30 cm oppure 12,5x15 e 15x30 cm, rispondenti alle caratteristiche riportate nelle presenti Norme;
- distanziatori e puntoni fissatori del diametro 8÷10 mm, rispondenti alle caratteristiche riportate nelle presenti Norme;
- geotessile composito per il contenimento del paramento di scarpata, costituito da un telo in poliestere o polipropilene a filo continuo, strutturato in maglie di 2x4 mm di contenimento del terreno e di base d'appoggio della vegetazione.

  Tale geotessile dovrà risultare di peso non inferiore a 200 g/m^2, avere resistenza allo strappo non inferiore a 15 kN/m e presentare caratteristiche di stabilità ai raggi U.V., di ininfiammabilità e di imputrescibilità;

- la sistemazione in opera dei materiali, la cui stesa e compattazione dovranno essere eseguite per strati di spessore non superiore a 25 cm, fino ad ottenere una densità non inferiore al 95% della densità individuata mediante la prova AASHTO mod;
- la semina a spruzzo del paramento in vista con una miscela avente la seguente composizione:
  - miscuglio di semi di specie erbacee e foraggere in ragione di 50-60 g/m^2;
  - composto costituente il supporto del seme, con funzione agglomerante, fertilizzante ecc., comprendente tra l'altro:
    . materiale portante su base organica formato da terreno vegetale, silicati, sostanze concimanti organiche, fibre vegetali, bentonite;
    . materiale ad elevato assorbimento e ritenzione idrica;
    . materiale agglomerante a base di colloidi organici;
    . fibre vegetali biodegradabili;
    . fertilizzanti complessi granulati ad azione ritardata; in ragione di complessivi 5,2 kg/m²
  - acqua in ragione di 15÷20 Kg/m².

La Direzione Lavori provvederà a fare eseguire le sottoelencate prove e controlli:

a) per il geotessile d'armatura (per ogni 2.000 m^2 o frazione):
   - n. 1 prova per la determinazione del peso unitario;
   - n. 1 prova per la determinazione della resistenza allo strappo;
   - n. 1 prova per la determinazione dell'allungamento;
   - n. 1 prova per la determinazione della permeabilità;
   - n. 1 prova per la determinazione della trasmissività;
   - n. 1 prova per attestare le proprietà a lungo termine (CREEP test, secondo BS 6906 parte V, 1991) o prova equivalente approvata dalla Direzione Lavori;

b) per il geotessile di contenimento della scarpata (per ogni 2.000 m² o frazione):
   - n. 1 prova per la determinazione del peso unitario;
   - n. 1 prova per la determinazione della resistenza allo strappo;
   - n. 1 prova di stabilità ai raggi U.V.;
   - n. 1 prova di ininfiammabilità;
   - n. 1 prova di imputrescibilità;

c) per la sistemazione in opera delle terre (per ogni 1.000 m^3 o frazione):
   - secondo le prescrizioni delle Norme Tecniche d'Appalto per le terre armate.

In caso di rilevamento di valori inferiori a quelli prescritti, l'Impresa dovrà a sua cura e spese smantellare l'opera costruita, sostituire i materiali non idonei e provvedere alla successiva ricostruzione.

Art. 39 – Opere in verde

Caratteristiche dei vari materiali

a) Terreno vegetale

Il terreno da fornire per il ricarico, la livellazione e le riprese d'aree destinate agli impianti, per il riempimento dell'aiuola centrale spartitraffico tradizionale od allestita con doppio N.J., dovrà essere a reazione neutra e quindi possedere un pH dell'estratto acquoso compreso fra 6,8 e 7,2.

Solo per questo parametro possono valere delle specificazioni diverse in ordine a particolari esigenze di pH per alcune specie vegetali.

Le caratteristiche tessiturali dovranno essere quelle di un terreno di "medio impasto" o "franco" o "terra a tessitura equilibrata" che si compone, in via indicativa, di:

	Diametro	(%)
sabbia	2 - 0,02 mm	35 - 55
limo	0,02 - 0,002 mm	25 - 45
argilla	< 0,002 mm	10 - 25

e di una frazione trascurabile d'elementi con diametro compreso fra i 2 e i 20 mm (scheletro).

I parametri chimici che devono essere sempre analizzati, dovranno invece possedere i "valori normali" che vengono di seguito indicati.

Analisi chimica	
	Valori "normali"
reazione	pH = 6,8 - 7,3
calcare totale	-
calcare attivo (%)	-
sostanza organica	2 %
azoto totale	N = 1,5 - 2 %
fosforo assimilabile	P2O5 = 50 - 80 ppm *
potassio scambiabile	K2O = 100 - 200 ppm *
magnesio scambiabile	50 - 100 ppm
ferro assimilabile	2,5 ppm
manganese assimilabile	1,0 ppm
zinco assimilabile	0,5 ppm
rame assimilabile	0,2 ppm
* Per il fosforo e il potassio alcuni laboratori esprimono i risultati in termini di P e K Tali risultati possono essere trasformati nei corrispondenti P2O5 e K2O moltiplicandoli rispettivamente per 2,3 e 1,2	

I "valori normali" della sostanza organica, del fosforo e del potassio definiscono le "sufficienze" per le colture arboree, ma possono anche variare per delle specifiche esigenze. Il calcare va considerato sia nel totale che come calcare attivo (in soluzione) in quanto influisce negativamente sull'assorbimento del ferro e dei fertilizzanti fosfatici (per retrogradazione).

Le deficienze riscontrate fra i dati dell'analisi ed i "valori normali", dovranno essere corrette con la somministrazione d'ammendanti e/o concimi secondo la risultanza d'appropriati calcoli.

La concimazione organica di base può essere effettuata in alternativa con letame maturo, con humus o con sottoprodotti organici come lettiere sfruttate nella coltivazione artificiale dei funghi, da scarti di lavorazione animale (cuoiattoli, cornunghia, ecc.), dell'industria tessile (cascami di lana), di vinacce esauste, alghe, compost, ecc..

Per avere un quadro completo delle caratteristiche pedologiche sarà necessario sottoporre ad analisi, in numero adeguato, campioni di suolo che siano rappresentativi. È opportuno pertanto raccogliere campioni in punti diversi e per ciascun punto procedere al prelievo in:

- un solo orizzonte (0-200 mm) nel caso di rivestimenti erbacei;
- due diversi orizzonti (0-200 mm; 500-800 mm) nel caso d'impianti arbustivi e/o arborei.

I campioni prelevati ad una stessa quota ma in punti diversi devono essere mescolati in modo da ottenere un unico campione del peso indicativo di circa 2 kg. I campioni prelevati ed etichettati dovranno venire inviati a Laboratori Ufficiali per l'analisi fisico e chimica.

Si precisa inoltre che nel terreno vegetale non è ammessa la presenza di radici, d'altre parti legnose o di qualunque altro materiale o sostanza fitotossica.

b) Concimi minerali ed organici

I concimi sono utilizzati:

- per costruire nel terreno da fornire o sul quale si vuole effettuare un impianto, un'adeguata ed omogenea dotazione d'elementi nutritivi dimostratisi carenti alle analisi di Laboratorio; nel tal caso si parlerà di concimazione di fondo;
- per mantenere la funzione nutritiva del terreno proporzionalmente alle asportazioni, nel qual caso si parla di concimazione di copertura.

Gli elementi che risultano indispensabili sono N, P, K, Ca, MG, S: questi sono denominati macroelementi perché assorbiti in gran quantità.

Gli elementi richiesti in quantità minima sono invece chiamati microelementi e sono: Mn, B, Zn, Mo, Fe.

I concimi sono classificati in base a:

- lo stato fisico: si hanno concimi polverulenti, granulari e liquidi;
- il titolo: indica la percentuale in peso di sostanza attiva rispetto al prodotto commerciale;
- la reazione chimica e fisiologica: ci sono concimi acidi (es. perfosfato), alcalini (es. calciocianammide, scorie Thomas), o neutri che possono comportarsi come fisiologicamente acidi (es. solfato ammonico, cloruro di potassio) o fisiologicamente alcalini (es. nitrato di calcio o di sodio);
- il numero degli elementi apportati: quelli "semplici" portano al terreno un solo elemento (azotati, fosfatici e potassici); quelli "complessi" due o tre elementi (binari o ternari) in forma di granuli;
- la rapidità d'azione: possono essere differenziati in concimi a pronto effetto (es. nitrati) e a lento effetto (es. perfosfato, scorie Thomas). Ultimamente sono andati diffondendosi i concimi "azotati a lenta cessione" o "ritardati".

Questi concimi fissano l'azoto in modo graduale grazie a particolari accorgimenti presi in fase produttiva quali:

- impiego di sostanze a bassa solubilità;
- rivestimento dei granuli con materiali poco permeabili;
- incorporamento di paraffine, gelatine, argille, ecc.;
- aggiunta d'inibitori della microflora (es. ureasi).

I concimi da usare dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato e in caso di concimi complessi avere un rapporto, azoto - fosforo - potassio, precisato. Dovranno inoltre essere consegnati negli involucri originali di fabbrica.

I fertilizzanti organici (letame, residui organici vari, ecc.) dovranno essere forniti o raccolti solo presso fornitori o luoghi approvati dalla Direzione Lavori che si riserva comunque la facoltà di richiedere le opportune analisi, prima e durante la posa in opera.

Anche nel caso di fornitura di concimi organici industriali, questi dovranno essere consegnati negli involucri originali di fabbrica. La scelta e le condizioni d'impiego dei prodotti deve comunque essere approvata dalla Direzione Lavori.

c) Prodotti fitosanitari

La scelta e le condizioni d'impiego dei prodotti fitosanitari sono subordinate alle disposizioni legislative vigenti in materia e all'approvazione della Direzione Lavori. Tutti i prodotti dovranno comunque essere consegnati negli involucri originali di fabbrica.

Nel comparto della lotta antiparassitaria, a fronte dei problemi ambientali connessi ad un largo uso, o abuso, di prodotti antiparassitari, sono da preferirsi quei metodi d'intervento che sono denominati "lotta guidata" o "vigilata".

d) Materiale vivaistico

Con il termine materiale vivaistico s'individua tutto il complesso delle piante (alberi, arbusti, tappezzanti, ecc.) e delle sementi occorrenti per impieghi paesaggistici, inclusa la siepe centrale spartitraffico, per interventi biotecnici anti-inquinamento acustico.

Il materiale da fornire dovrà rispondere per genere, specie, compresa l'eventuale entità sottospecifica (varietà e/o cultivar) e dimensioni a quanto indicato nel progetto.

Il materiale dovrà provenire da strutture vivaistiche dislocate in zone limitrofe o comunque assimilabili, da un punto di vista fitoclimatico, a quelle d'impianto al fine di garantire la piena adattabilità del materiale alle caratteristiche pedo-climatiche del luogo d'impiego.

Dette strutture vivaistiche devono essere dotate d'idonee organizzazioni di produzione nonché di collaudati centri di ricerca e sperimentazione nel settore forestale e nell'arboricoltura e di un ampio patrimonio di conoscenze ed esperienze tecnico-scientifiche. Ciò al fine di garantire:

- un'opportuna e mirata sperimentazione, per individuare, nell'ambito dei vari lavori, le caratteristiche genetiche (provenienza, varietà, cultivar, cloni brevettati, ecc.) ottimali, in funzione delle utilizzazioni specifiche;
- l'ottimizzazione delle tecniche di moltiplicazione e d'allevamento, finalizzate sempre al soddisfacimento degli scopi prefissi.

Tutto il materiale vivaistico dovrà essere esente da attacchi parassitari (in corso o passati) d'insetti, malattie crittogamiche, virus, altri patogeni, deformazioni e/o alterazioni di qualsiasi natura che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie, varietà e cultivar.

Il materiale vivaistico dovrà essere sempre fornito di dichiarazione, da effettuarsi su apposite Schede di Valutazione del Materiale Vivaistico, dalle quali risulti:

- vivaio di provenienza;
- genere, specie, eventuali entità sottospecifiche;
- origine;
- identità clonale per il materiale da moltiplicazione vegetativa;
- regione di provenienza per il materiale di produzione sessuale;
- luogo ed altitudine di provenienza per il materiale non proveniente dal materiale di base ammesso dalla normativa vigente;
- applicazione, nella fase di coltivazione in vivaio, di particolari tecniche d'allevamento che limitino e/o eliminino l'incidenza degli oneri manutentori.

L'apparato radicale di tutto il materiale vivaistico dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane e, secondo quanto disposto nei documenti d'appalto, dovrà essere o a radice nuda, o racchiuso in contenitore (vaso, cassa, mastello di legno o in plastica) con relativa terra di coltura, o in zolla rivestita (paglia, plant plast, juta, rete metallica, fitocella). L'apparato radicale dovrà comunque avere uno spiccato geotropismo positivo.

d1) Alberi

Devono avere la parte aerea a portamento e forma regolari, simile agli esemplari cresciuti spontaneamente, sviluppo robusto, non filato e che non dimostri una crescita troppo rapida o stentata per eccessiva densità di coltivazione in vivaio, per terreno troppo irrigato, per sovrabbondante concimazione ecc..

Dovranno rispondere alle specifiche indicate nei documenti d'appalto per quanto riguarda le seguenti caratteristiche:

- circonferenza del tronco misurata ad un metro da terra;
- altezza totale;
- altezza d'impalcatura misurata dal colletto al ramo più basso;
- diametro della chioma misurato in corrispondenza delle prime ramificazioni per le conifere, a due terzi dell'altezza per le latifoglie, in corrispondenza alla proiezione a terra della chioma per i cespugli.

Gli alberi dovranno essere trapiantati un numero di volte sufficiente secondo le buone regole vivaistiche, con l'ultima lavorazione delle radici risalente a non più di tre anni.

Le forniture in contenitore costituiranno comunque titolo preferenziale anche per quelle per le quali è espressamente richiesta una fornitura in zolla o a radice nuda.

Le dimensioni dei contenitori e/o delle zolle, nel caso in cui sia espressamente richiesta la fornitura in tale forma, dovranno essere proporzionate alle dimensioni delle singole piante.

d2) Piante esemplari

Con il termine "esemplari" s'intende far riferimento ad alberi ed arbusti di grandi dimensioni che somigliano, per forma e portamento, agli individui delle stesse specie cresciuti liberamente e quindi con particolare valore ornamentale.

Queste piante devono essere state opportunamente preparate per la messa a dimora; devono cioè essere state zollate secondo le necessità e l'ultimo trapianto o zollatura deve essere avvenuto da non più di due anni. La zolla deve essere stata imballata a perfetta regola d'arte (juta, rete metallica, doghe, casse, plant plast, ecc.) al fine di garantire un corretto e armonico sviluppo della pianta; tali involucri di protezione dovranno essere imprescindibilmente rinforzati, qualora le singole piante superino altezze di 3,50 m, con rete metallica, con pellicola di plastica porosa o altro materiale equivalente.

Le piante esemplari sono evidenziate a parte nei documenti contrattuali.

d3) Arbusti, tappezzanti, rampicanti

Devono avere una massa fogliare ben formata e regolare a densità costante a decorrere dalla base; devono possedere un minimo di tre fusti a partire dal colletto e rispondere alle specifiche indicate nei documenti d'appalto per quanto riguarda altezza e/o diametro della chioma.

d4) Sementi

Devono essere conformi al genere e specie richiesti nei documenti d'appalto.

Devono essere fornite nelle confezioni originali, sigillate e munite di certificato d'identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza, di germinabilità e della data di scadenza stabilita dalle leggi vigenti.

La mescolanza delle sementi di specie diverse da quelle indicate nei documenti d'appalto, qualora non disponibili in commercio, dovrà essere effettuata alla presenza della Direzione Lavori.

e) Pacciamatura

È la tecnica agronomica che consiste nel ricoprire la superficie del suolo con materiali di varia natura, in modo da impedire o limitare lo sviluppo della vegetazione infestante e ottenere altri vantaggi.

I materiali utilizzabili per mettere in atto questa tecnica possono essere:

- incoerenti degradabili: corteccia di piante arboree resinose uniformemente sfibrata e sminuzzata in spezzoni di dimensioni comprese fra 30x10 mm e 70x30 mm, con un tasso d'umidità inferiore al 20%, libera da insetti e preventivamente trattata con prodotti antimicotici;
- incoerenti non degradabili: materiale lapideo tipo argilla espansa con granuli di dimensioni da 4 mm a 10 mm, inerte sia chimicamente che fisicamente, in grado di creare un campo isolante che mantenga stabile la temperature e il tenore d'umidità del terreno.

La Direzione Lavori, su richiesta dell'Impresa, potrà autorizzare l'impiego di pacciame approvvigionato sfuso su autocarri a condizione che i campioni prelevati e sottoposti ad analisi di laboratorio risultino idonei all'impiego specifico.

f) Torba

Questo materiale, sia di provenienza estera che nazionale, dovrà avere reazione acida con pH non inferiore a 3,5. Deve inoltre presentarsi non eccessivamente umidificata, libera da erbe infestanti, formata in prevalenza da Sphagnum ed Eriophorum ed essere confezionata in balle compresse e sigillate.

g) Acqua

L'acqua per l'irrigazione d'impianto e per tutti gli altri usi manutentori deve essere assolutamente esente da fattori inquinanti che possono derivare da attività industriali e/o da scarichi urbani o essere costituiti da acque salmastre che per la presenza di sali in concentrazione eccessiva (salinità), o per loro natura (alcalinità), possono provocare danni alla vegetazione.

L'Impresa provvederà a far valutare le caratteristiche chimiche dell'acqua e a fornire i risultati alla Direzione Lavori.

h) Tappeti erbosi in strisce e zolle

Nel caso in cui fosse necessario il rapido inerbimento delle superfici, l'Impresa dovrà fornire zolle e/o strisce erbose costituite con le specie prative richieste nei documenti d'appalto (es. cotico naturale, miscuglio di graminacee e leguminose, prato monospecifico, ecc.). Prima del trasporto a piè d'opera l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori campioni del materiale che intende utilizzare; analogamente, nel caso che fosse richiesto del cotico naturale, l'Impresa dovrà prelevare le zolle soltanto in luoghi approvati dalla Direzione Lavori.

Le zolle erbose, a seconda delle esigenze, delle richieste e delle specie che costituiscono il prato, dovranno essere fornite in forme regolari rettangolari, quadrate o a strisce. Al fine di non pregiudicarne la compattezza, le strisce dovranno essere consegnate arrotolate e le zolle in pallet; in ogni caso dovranno essere evitati danni dovuti alla fermentazione e alla mancata esposizione alla luce del materiale; in tal senso il materiale non dovrà essere lasciato accatastato o arrotolato.

Il materiale dovrà presentarsi completamente rivestito dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità. La larghezza del materiale dovrà essere di circa 50 cm con uno spessore di 2-4 cm per raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale.

i) Pali tutori e legature

Per fissare al suolo le piante arboree con altezza superiore o uguale ad 1 m l'Impresa dovrà fornire pali di sostegno (tutori) adeguati per numero, diametro ed altezza alle dimensioni delle piante. I pali tutori devono essere di legno, diritti, scortecciati, appuntiti dalla parte dell'estremità di maggior diametro. La parte

appuntita dovrà essere resa imputrescibile per un'altezza di 100 cm circa. In alternativa, su autorizzazione della Direzione Lavori, si potrà fare uso di pali di legno industrialmente preimpregnati di sostanze imputrescibili. Analoghe caratteristiche d'imputrescibilità dovranno avere anche i picchetti di legno per l'eventuale bloccaggio a terra dei tutori. Le legature in filo di ferro nudo non possono essere utilizzate; dovranno invece essere impiegati speciali collari in adatto materiale elastico (cinture di gomma, nastri di plastica, ecc.), oppure corda di canapa.

Esecuzione dei lavori

Prescrizioni generali

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte secondo il miglior magistero.

Tutte le opere non eseguite a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni impartite, dovranno essere demolite e ricostruite a cura e spese dell'Impresa.

Di qualsiasi operazione si tratti, ogni residuo prodotto deve essere debitamente smaltito all'esterno delle pertinenze autostradali in aree autorizzate, fatte salve le vigenti Norme di Legge, a meno di diverse disposizioni contrattuali o di un diverso impiego in loco dei soli residui vegetali (interramento, pacciamatura), privo di controindicazioni e comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.

È fatto assoluto divieto di bruciare i residui delle lavorazioni in conformità alle Leggi e ai Regolamenti vigenti in materia.

In ogni caso al termine di qualsiasi operazione il piano viabile e la segnaletica orizzontale devono risultare ripuliti da ogni residuo vegetale o di terra.

Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà:

- rispettare tutti i picchetti posti in opera, compresi quelli che sono serviti da capisaldi nella costruzione del corpo autostradale; curarne la conservazione ricollocando quelli che eventualmente possano essere manomessi durante il corso dei lavori previsti;
- provvedere ad eseguire tutti gli interventi necessari per il regolare smaltimento delle acque di pioggia e/o d'irrigazione onde evitare erosioni superficiali e/o ristagni che possano danneggiare gli impianti.

All'atto della consegna dei lavori ed in conformità a quanto previsto dai documenti d'appalto sarà effettuata la delimitazione delle aree da sistemare a verde e dell'aiuola centrale spartitraffico da impiantare, prendendo come riferimento le progressive chilometriche dell'autostrada.

Preparazione delle zone d'impianto

Prima di effettuare gli impianti l'Impresa è tenuta ad eseguire le operazioni preliminari di seguito specificate.

Solo per gli impianti di cui ai successivi artt. le operazioni necessarie alla preparazione delle zone d'impianto appresso indicate, sono comunque a carico dell'Impresa.

a) Pulizia generale del terreno

Qualora nell'area oggetto dell'intervento sia presente della vegetazione indesiderata e/o materiali di risulta (laterizi, pietre, calcinacci, materiali estranei, ecc.) l'Impresa provvederà ad eliminare completamente tali elementi di disturbo alle operazioni d'impianto.

In particolare gli interventi sulla vegetazione indesiderata, sia essa arborea od arbustiva, saranno eseguiti nel rispetto delle "prescrizioni di massima e di Polizia Forestale territorialmente competente".

Per il taglio delle sole piante arboree latifoglie, è richiesto anche la rimozione della ceppaia.

Questa avverrà con impiego di trivella trituratrice avente diametro minimo di 0,50 m, per una profondità di 0,70 m, allo scopo di evitare l'assoluto ricaccio di polloni; l'Impresa dovrà provvedere, successivamente, al ripristino del profilo naturale del terreno.

Nel corso della pulizia generale del sito d'impianto, ove i documenti contrattuali lo prevedano, l'Impresa dovrà provvedere a recuperare e/o conservare, anche con interventi di dendrochirurgia, eventuali piante di particolare valore estetico esistenti nell'area da sistemare.

Contemporaneamente allo sgombero del materiale legnoso di risulta, si dovrà effettuare anche lo sgombero delle ramaglie, delle frasche e del materiale estraneo presente.

L'Impresa, per il trasporto e il successivo conferimento a discarica dovrà attenersi a quanto disposto dalle norme vigenti in materia di Smaltimento dei Rifiuti.

b) Lavorazione del terreno

Qualora le condizioni dell'area e/o la valenza ed il tipo d'impianto lo richiedano, il progetto prevederà interventi di preparazione agraria del terreno dove andrà eseguito l'impianto.

Si dovrà provvedere a lavorare il terreno fino ad una profondità massima di 30-40 cm. La lavorazione dovrà di norma essere eseguita con mezzi meccanici e potrà essere una semplice fresatura o un intervento d'areazione o decompattamento con "ripper". Nel corso di quest'operazione l'Impresa dovrà rimuovere gli eventuali ostacoli sotterranei (sassi, pietre, radici, ecc.) che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori, provvedendo anche ad accantonare e conservare, su ordine della Direzione Lavori, eventuali preesistenze naturali con particolare valore estetico (rocce, massi, ecc.) e tutti gli altri materiali che possano essere utilizzati nella sistemazione.

L'esecuzione delle lavorazioni avverrà in periodo d'andamento climatico favorevole, in funzione anche della natura del terreno il quale si deve trovare in tempera (40-50% della capacità totale per l'acqua).

c) Correzione, Ammendamento, Concimazione di fondo e impiego di Fitofarmaci

In occasione della lavorazione l'Impresa dovrà incorporare nel terreno, a mezzo d'interventi leggeri (30-40 cm di profondità), le sostanze (correttivi, ammendanti, concimi per concimazioni di fondo, fitofarmaci) necessarie.

Le sostanze usate dovranno essere trasportate in cantiere nella confezione originale della fabbrica e risultare comunque a titolo o principio attivo ben definito e in caso di concimi complessi, avere il rapporto azoto-fosforo-potassio chiaramente indicato.

Prima dell'esecuzione degli interventi l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori affinché questa possa disporre per eventuali controlli in merito ai prodotti e alle modalità di lavoro.

Tracciamenti

Dopo aver eseguito le operazioni di preparazione e comunque prima della messa a dimora delle piante, l'Impresa sulla scorta dei disegni di progetto, predisporrà, a sua cura e spese, la picchettatura delle aree d'impianto segnando con picchetti la posizione nella quale dovranno essere eseguite le piantagioni singole quali alberi, arbusti ed altre piante e tracciando sul terreno il perimetro delle piantagioni omogenee (tappezzanti, siepi, macchie d'arbusti rimboschimenti, ecc.).

Prima di procedere alle operazioni di piantagione, dovrà comunque ottenere il benestare della Direzione dei Lavori.

Esecuzione degli impianti

a) Trasporto del materiale vivaistico

Il trasporto del materiale vivaistico deve essere effettuato con tutte le precauzioni necessarie, affinché giunga sul luogo d'impiego nelle migliori condizioni.

Il tempo intercorrente fra il prelievo in vivaio e la messa a dimora deve essere il più breve possibile e anche in questo caso devono comunque essere prese tutte le precauzioni necessarie per la conservazione delle piante e per evitare traumi o disseccamenti, nonché danni da gelo.

b) Preparazione del materiale vivaistico prima della messa a dimora

Prima della messa a dimora le eventuali piccole e limitate lesioni del tronco dovranno essere curate nei modi più opportuni.

Per il materiale da fornirsi a radice nuda occorre sottoporre le radici ad una moderata potatura, in modo tale da eliminare quelle lesionate, disseccate, morte o contorte, rinnovare e migliorare i tagli eseguiti in vivaio e asportare il fittone (se presente) eseguendo in tutti i casi tagli netti su tessuti sani. Nel caso che il materiale sia fornito in contenitori o in zolla, è necessario rimuovere i contenitori o gli eventuali involucri della zolla, eliminare le radici danneggiate o malformate e rimuovere parte del suolo periferico del pane di terra per consentire un miglior contatto fra lo stesso ed il terreno di riempimento della buca.

c) Messa a dimora del materiale vivaistico

Le buche per l'impianto del materiale vivaistico devono essere predisposte prima dell'arrivo del materiale stesso ed avere le dimensioni indicate nel progetto.

Nelle buche predisposte per la messa a dimora di piante arboree con altezza superiore o uguale a 1,00 m, e prima del loro posizionamento, andranno collocati i tutori. Il tutore deve affondare di almeno 0,30 m oltre il fondo della buca. In rapporto alla pianta il tutore deve essere posto in direzione opposta al vento dominante. Per piante arboree con altezza superiore o uguale a 3,00 m, in funzione del volume della chioma, può rendersi necessaria un'armatura formata da più paletti, opportunamente controventati alla base con ulteriori paletti infissi saldamente nel terreno e sporgenti circa 0,20 m dal livello del terreno.

Qualora si dovessero presentare problemi di natura particolare (mancanza di spazio, esigenze estetiche, ecc.) i pali di sostegno, su autorizzazione della Direzione Lavori, potranno essere sostituiti con ancoraggi in corda d'acciaio muniti di tendifilo.

Sul fondo della buca aperta per la messa a dimora di ciascuna delle categorie di cui si compone il materiale vivaistico, dovrà quindi essere posto del terreno vegetale, con l'esclusione di ciottoli e/o di materiali comunque impropri per la vegetazione, sul quale sarà sistemato l'apparato vegetale. Tutte le categorie di materiale vivaistico devono essere collocate nella buca in modo tale che il colletto si trovi a livello del fondo della conca d'irrigazione. Il terreno da utilizzare per il definitivo riempimento della buca, dovrà essere mescolato con un adeguato quantitativo di concimi minerali complessi, del tipo azotati a lenta cessione o ritardati e concime organico, o torba nei quantitativi necessari.

La compattazione del terreno di riempimento dovrà essere eseguita con cura e per strati successivi in modo da non danneggiare le radici, non squilibrare la pianta, che deve restare dritta e non creare sacche d'aria. La terra al piede della pianta va inoltre sistemata in modo tale da formare intorno al colletto una piccola conca (formella) d'irrigazione. Per favorire il compattamento del terreno di riempimento ed il perfetto assestamento dello stesso attorno alle radici, si dovrà irrigare abbondantemente la pianta messa a dimora attraverso l'apposita conca. Come indicazioni di massima, la quantità d'acqua necessaria alle diverse categorie di soggetti vegetali, per questo tipo d'irrigazione, sono le seguenti:

Tipologia vegetale	altezza del materiale	volume di acqua / individuo
alberi	oltre i 3,00 m	35 - 50 l
alberi	fino a 3,00 m	10 - 15 l
piantine forestali, arbusti	-	5 - 8 l

Le legature fra la pianta arborea e il tutore dovranno essere disposte in modo che attraverso la loro azione, il tutore serva d'appoggio alle piante. La legatura più alta va quindi disposta di norma a circa 0,20 m al di sotto delle prime ramificazioni, la più bassa ad un metro dal suolo. Per evitare danni alla corteccia è indispensabile interporre, fra tutore e fusto, un idoneo cuscinetto antifrizione in materiale adatto.

A livello della chioma dovranno essere eliminati i rametti danneggiati, troppo deboli, molto vicini, avendo cura di stabilire un equilibrio tra la porzione aerea e quella radicale ed eseguendo un taglio di formazione della chioma, in modo da conferire la forma desiderata rispettando l'habitus naturale della specie.

Dopo il trapianto, la pianta deve risultare ben ferma così da poter radicare regolarmente senza il pericolo di rottura delle radici sottili di nuova formazione.

Impianto di tappeti erbosi e/o zolle

Prima della messa a dimora dei tappeti erbosi l'Impresa deve preparare un adeguato letto di posa per il tappeto stesso.

Il terreno dovrà essere lavorato per una profondità di almeno 15 cm, debitamente liberato da qualsiasi materiale di rifiuto (pietrame, cocci, radici, ecc.) e dovrà risultare finemente sminuzzato ed opportunamente livellato.

Contemporaneamente a tali lavorazioni l'Impresa dovrà effettuare la somministrazione di almeno 5 q/ha di concime ternario (N - P - K) a titolo 10 - 10 - 15.

Il materiale, sia esso in strisce che in zolle, dovrà essere disposto a file, con giunti sfalsati tra fila e fila, in modo da non presentare soluzioni di continuità fra striscia e striscia o fra zolla e zolla; in tal senso l'Impresa dovrà provvedere allo spandimento di un'opportuna quantità di terriccio (composto con terra di coltivo, sabbia e torba) al fine di sigillare il tappeto erboso nei punti di giunzione, compattando il tutto con battitura o rullatura così da risultare perfettamente assestato.

Inoltre l'Impresa, a seconda dell'epoca d'impianto e a prescindere dall'andamento stagionale, dovrà provvedere ad un'abbondante irrigazione d'impianto, assicurando un minimo di 20-25 l/m2 così da ottenere un completo assestamento del tappeto posto in opera.

Semine di prati

La realizzazione del manto erboso potrà essere eseguita con metodo secco (semina manuale o meccanica) o con metodo umido (idrosemina con attrezzature a pressione).

- Metodo secco: l'Impresa è tenuta a provvedere alla preparazione del terreno su cui sarà eseguita la semina; questo dovrà risultare debitamente liberato da qualsiasi materiale di rifiuto (pietrame, cocci, radici, ecc.) e finemente sminuzzato.

Contemporaneamente a tali lavorazioni l'Impresa dovrà somministrare almeno 5 q/ha di concime binario (P - K) a titolo 18-20 e procedere alla semina del miscuglio, opportunamente mescolato, nel quantitativo e nelle specie previste dai documenti contrattuali. Successivamente il terreno dovrà essere sottoposto a leggera rastrellatura manuale o meccanica per favorire l'interramento del concime e del miscuglio, seguita da un'opportuna rullatura per la perfetta adesione dei materiali con il terreno.

Su pendii leggeri o superfici pianeggianti si può ricorrere alla semina meccanizzata.

A germinazione avvenuta, l'Impresa è tenuta a somministrare almeno 2 q/ha di concime azotato con titolo 15/16.

L'Impresa è tenuta a dare tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare l'eventuale prelevamento di campioni e possa verificare la qualità e la quantità prescritta, restando comunque a suo carico le eventuali operazioni di risemina, nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.

- Metodo umido o idrosemina: in tutte le situazioni che per giacitura, per le insufficienti caratteristiche fisico-chimiche dei terreni e per la scarsa accessibilità, nelle quali è difficoltoso o sconsigliabile l'impiego del metodo secco, i documenti contrattuali prescriveranno l'idrosemina.

L'Impresa procederà al rivestimento di tali superfici mediante lo spargimento meccanico a mezzo d'idroseminatrice a pressione, in grado di effettuare l'irrorazione a distanza, con diametro degli ugelli tale da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali.

Con l'idrosemina s'irrora una miscela in soluzione acquosa costituita da:

- acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- miscela di sementi nel quantitativo e specie previsti nel progetto;
- collante in quantità idonea al fissaggio dei semi e alla creazione di una pellicola antierosiva sulla superficie del terreno, senza inibire la crescita e favorendo il trattenimento dell'acqua nel terreno nelle fasi iniziali di sviluppo;
- concime organico e/o inorganico nella quantità e qualità prevista nei documenti contrattuali;
- altri ammendanti e inoculi nella quantità e qualità prevista nei documenti contrattuali.

La miscelazione dei componenti dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna, alla presenza della Direzione Lavori.

Anche per questo metodo, l'Impresa è tenuta a dare tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare il prelevamento di campioni e possa verificarne la qualità e la quantità prescritta, restando in ogni modo a suo carico le eventuali operazioni di risemina, nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.

Rimboschimento con specie arboree giovani e a pronto effetto
Sulle superfici preparate e concimate come ai precedenti punti, l'Impresa procederà all'impianto specie arboree a pronto effetto e giovani, secondo le previsioni di progetto e/o le prescrizioni della Direzione Lavori.

L'Impresa è libera di effettuare l'impianto nel periodo che riterrà più opportuno, tenuto conto naturalmente del tempo previsto per l'ultimazione dei lavori, restando comunque a suo carico l'onere della sostituzione delle fallanze.

L'impianto potrà essere fatto a mano od a macchina, comunque in modo tale da poter garantire l'attecchimento ed il successivo sviluppo regolare e rapido. Prima della messa a dimora delle piantine a radice nuda, l'Impresa avrà cura di regolare l'apparato radicale, rinfrescando il taglio delle radici ed eliminando le ramificazioni che si presentassero appassite, perite o eccessivamente sviluppate, impiegando forbici a doppio taglio ben affilate.

Sarà inoltre cura dell'Impresa trattare l'apparato radicale con una miscela di terra argillosa e letame bovino diluita in acqua.

L'Impresa avrà cura di approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato, in maniera da evitare fermentazioni e disseccamenti durante il trasporto. Le piantine o talee dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessarie al buon attecchimento.

Qualora i materiali non rispondessero alle caratteristiche di cui sopra la Direzione Lavori n'ordinerà l'allontanamento dal cantiere.

Protezione di scarpate in trincea mediante stuoie biodegradabili paglia e fibre vegetali
Su scarpate in trincea, precedentemente preparate (asportazione di pietre, radici e vegetazione infestante, regolarizzazione del terreno) e seminate, l'Impresa stenderà le stuoie, srotolandole lungo le linee di massima pendenza, sovrapponendole sui bordi longitudinali per almeno 10-15 cm ed interrandole sui bordi

superiore ed inferiore in trincee della profondità di almeno 20 cm. Le stuoie, costituite da una stuoia di paglia e fibre vegetali contenuta fra due reti di polipropilene del peso di 1,00 Kg per metro quadrato, dovranno essere ancorate al terreno mediante picchetti in ferro tondo Ø 8 mm, sagomati ad U, della lunghezza di 50 cm, disposti lungo le linee di sovrapposizioni delle stuoie, in ragione di due picchetti per metro quadrato.

Protezione di scarpate in trincea mediante stuoie in materiale termoplastico.
Preliminarmente l'Impresa dovrà regolarizzare le scarpate asportando pietre, radici e vegetazione infestante, colmando le buche e spianando i rilievi.

Procederà quindi alla stesa della stuoia costituita da monofilamenti in poliammide resistente ai raggi UV, aggrovigliati e termosaldati.

La stuoia è strutturata in due strati tra loro termosaldati nei punti di contatto: lo strato superiore a maglia tridimensionale e quello inferiore a maglia piatta, per uno spessore complessivo non inferiore a 18 mm e peso a metro quadrato di 0,40-0,45 Kg.

Le stuoie dovranno essere srotolate lungo le linee di massima pendenza, sovrapponendole sui bordi longitudinali per almeno 10 - 15 cm ed interrandole sui bordi superiore ed inferiore in trincee della profondità di almeno 20 cm.

Dovranno aderire perfettamente al terreno di posa ed esservi ancorate con picchetti in ferro tondo del diametro di 8 mm, sagomati ad U, della lunghezza di 50 cm, disposti lungo le linee di sovrapposizione delle stuoie, in ragione di due picchetti per metro quadrato.

Completata la posa in opera, le stuoie dovranno essere interrate con uno strato di terra vegetale dello spessore medio di 5 cm che dovrà intasare completamente gli alveoli della struttura.

Manutenzione degli impianti e cure colturali

Dopo aver eseguito i lavori previsti nei documenti d'appalto, l'Impresa dovrà eseguire a sua cura e spese, tutta una serie di lavori di manutenzione e di pratiche colturali, atte a garantire la piena efficienza degli impianti per un periodo non inferiore a 2 stagioni vegetative dall'ultimazione dei lavori, compresivi anche degli oneri per la sostituzione delle eventuali fallanze.

In particolare si precisa che le specie prescelte per la sistemazione in argomento sono adatte alla specifica zona fitoclimatica attraversata dal tronco autostradale e pertanto dovranno essere allevate e governate rispettando la forma naturale delle specie stesse, senza ricorrere a particolari forme di potatura ed allevamento a meno che non sia stato espressamente richiesto dai documenti d'appalto.

Durante il periodo di manutenzione, l'Impresa dovrà offrire tutta la propria esperienza professionale, al fine di ottenere un impianto per quanto possibile perfetto, effettuando tutte le cure colturali e di manutenzione, senza che la Direzione dei Lavori debba sollecitare di volta in volta i diversi interventi che si rendessero necessari.

Per questo motivo l'Impresa dovrà attenersi, nel modo più scrupoloso, alla migliore tecnica che consenta di garantire appieno, l'attecchimento ed il rapido sviluppo delle piante collocate a dimora e la buona riuscita di tutti i lavori eseguiti.

Le pratiche colturali che dovranno essere eseguite dall'Impresa, con la tecnica più razionale e con la più sollecita tempestività, sono le seguenti:

A - per la manutenzione di piante arboree, arbustive, rampicanti, tappezzanti e degli "esemplari"

1 - Sostituzione fallanze;

2 - Ripristino conche d'irrigazione, rincalzi delle piante e ripristino tutorazioni e ancoraggi;

3 - Potature e spollonature;

4 - Scerbature e sarchiature.

B - per la manutenzione dei prati seminati e dei tappeti erbosi a strisce e/o zolle

5 - Taglio delle erbe nelle zone seminate e tosatura dei tappeti erbosi;

6 - Rinnovo parti difettose nelle zone seminate e nei tappeti erbosi.

C - per la manutenzione sia delle piante arboree, arbustive, rampicanti, tappezzanti e degli "esemplari" sia dei prati seminati dei tappeti erbosi a strisce e/o zolle e delle relative zone d'impianto

7 - Concimazioni chimiche;

8 - Trattamenti anticrittogamici e insetticidi;

9 - Adacquamenti;

10 - Assolcature e ripristino danni causati da erosione.

1) Sostituzione delle fallanze

Le piante che per qualsiasi ragione non avessero attecchito dovranno essere sostituite, a cura e spese dell'Impresa, con soggetti della stessa specie e/o entità sottospecifica. Le dimensioni delle piante impiegate per le sostituzioni delle fallanze dovranno essere superiori a quelle previste in progetto e poste in opera al momento dell'impianto e comunque tali da ottenere, con le piante non fallite e aventi un diverso sviluppo di quello che avevano inizialmente, un insieme omogeneo, identico come struttura, a quello previsto in progetto. La sostituzione delle fallanze dovrà avvenire alla prima stagione favorevole all'impianto, dopo che si saranno verificate le fallanze stesse.

A tale fine la Direzione dei Lavori, prima del riposo invernale, provvederà in contraddittorio con l'Impresa all'accertamento delle piante morte e alla definizione delle altezze d'impiego. L'Impresa stessa avrà cura di effettuare immediatamente lo sgombero delle piante fallite per evitare dubbi sulle sostituzioni da eseguire.

2) Ripristino conche d'irrigazione, rincalzi delle piante e ripristino tutorazioni e ancoraggi

Le conche d'irrigazione, realizzate al piede delle piante all'atto della messa a dimora, devono essere tenute costantemente efficienti e pulite e se necessario ripristinate.

Anche i tutori, che per qualsiasi ragione venissero ad essere manomessi o resi inservibili, dovranno essere sostituiti. Parimenti dovranno essere controllati i sistemi di legatura agli ancoraggi, garantendo la costante efficienza dei pali tutori e l'incolumità delle piante dal rischio di ferite e sgraffiature. L'Impresa deve inoltre provvedere al rincalzo delle piante e al ripristino della loro verticalità.

3) Potature e spollonature

Oltre alle normali potature da effettuarsi al momento dell'impianto per equilibrare la parte aerea con quella radicale, l'Impresa avrà cura di effettuare nei momenti opportuni gli interventi di potatura di formazione, di taglio di rami secchi e rimonda di parti ammalate e di spollonatura dei succhioni, il tutto al fine di equilibrare lo sviluppo delle piante.

4) Scerbature e sarchiature

Il terreno attorno alle piante poste a dimora dovrà risultare costantemente libero da erbe infestanti per una superficie media di 1 m2 per ogni pianta arbustiva, tappezzante e rampicante e di 2 m2 per ognuna di quelle a portamento arboreo.

Per le sole piante poste a dimora a semplice o doppio filare nell'aiuola centrale spartitraffico, la fascia di terreno sgombra da erbe infestanti non dovrà mai risultare inferiore a 1 m2 per metro lineare di siepe.

a) - Le operazioni saranno di scerbatura nel caso d'impianti di siepe spartitraffico allestita in doppio New Jersey e comunque d'impianti in cui sia stata realizzata una pacciamatura. Le scerbature dovranno essere eseguite ogni volta che sarà necessario per mantenere le zone sopracitate prive d'erbe infestanti.

b) - Le operazioni saranno di sarchiatura in tutti gli impianti diversi da quelli citati al precedente punto a). Le sarchiature dovranno essere eseguite ogni qualvolta il terreno di coltura si presenta costipato, riarso, poco aerato e/o coperto di vegetazione infestante.

5) Taglio delle erbe nelle zone seminate e tosatura dei tappeti erbosi

L'Impresa è obbligata ad effettuare:

- lo sfalcio nelle zone in cui è stata eseguita la semina dei prati;
- la tosatura nelle zone in cui è stato impiantato un tappeto erboso in strisce e/o zolle.

Le operazioni di sfalcio delle zone in cui è stata effettuata la semina dei prati dovranno essere eseguite per mantenere l'erba ad un'altezza media non superiore a 25 cm. Il taglio deve essere eseguito a raso del terreno, ossia a pochi centimetri sopra il colletto delle piante.

Per l'esecuzione degli sfalci, l'Impresa dovrà impiegare attrezzature con testate a martelletti che triturino l'erba in spezzoni della lunghezza massima di 50 mm e la distribuiscano uniformemente sulla superficie d'intervento.

Il tappeto erboso dovrà essere mantenuto costantemente libero da erbe infestanti e l'altezza dell'erba mantenuta entro un minimo di 5 cm e un massimo di 10 cm con le opportune tosature.

Subito dopo ciascuna tosatura l'Impresa avrà cura di effettuare una passata di rullo leggero da prato.

Almeno per ogni tre tosature o con maggior frequenza, se necessario, l'Impresa dovrà altresì effettuare spandimenti di concime minerale ternario complesso nel quantitativo di almeno 0,50 q/ha.

Sia nel caso di sfalci che di tosature la Direzione dei Lavori potrà prescrivere all'Impresa di effettuare gli interventi, atti a mantenere gli standard fissati, anche a tratti discontinui senza che questo possa costituire motivo di richiesta d'indennizzi particolari da parte dell'Impresa stessa.

6) Rinnovo parti difettose prati seminati e dei tappeti erbosi

Le superfici seminate o impiantate con tappeto erboso che per qualsiasi ragione presentino delle fallanze, una crescita irregolare, difettosa o comunque insufficiente, dovranno essere riseminate o impiantate di nuovo dall'Impresa, nel periodo e nelle condizioni climatiche più opportune.

7) Concimazioni chimiche

Oltre alle concimazioni minerali ed organiche previste negli articoli inerenti la concimazione di fondo e messa a dimora del materiale vivaistico, l'Impresa avrà cura di somministrare concimi a pronto effetto, preferibilmente ad assorbimento fogliare, qualora lo stato vegetativo delle piante messe a dimora possa pregiudicare l'attecchimento delle singole piante e comunque la riuscita dell'impianto.

8) Trattamenti anticrittogamici ed insetticidi

L'Impresa è tenuta ad eseguire con tempestività i trattamenti anticrittogamici ed insetticidi, sia profilattici che terapeutici, non appena ci siano i sintomi di una qualsiasi patologia e/o di danni dovuti ad insetti. Qualora se ne presenti la necessità l'Impresa dovrà inoltre provvedere alla disinfestazione ed all'allontanamento d'insetti ed animali anche rifugiati nel terreno.

Le attrezzature impiegate per queste operazioni dovranno essere del tutto compatibili con la sicurezza della viabilità autostradale e conformi alle Leggi vigenti in materia.

L'Impresa assume ogni responsabilità per il mancato intervento, per l'adozione di fitofarmaci non adatti, per il cattivo uso dei prodotti dovuto alla negligenza degli operatori o comunque per l'impiego di fitofarmaci senza una giustificazione tecnica profilattica.

9) Adacquamenti

Anche se le piante previste sono state scelte per la particolare zona fitoclimatica attraversata dall'autostrada, quindi adatte all'ambiente e da allevare senza particolari artifici, non è escluso che, specialmente nelle prime fasi d’impianto, sia necessario ricorrere a adacquamenti di soccorso. Questi saranno fatti nel modo più tempestivo, in abbondanza e senza che la Direzione dei Lavori sia costretta ad emanare particolari disposizioni al riguardo. Sarà a carico dell'Impresa il reperimento, il trasporto dell'acqua d’irrigazione e tutto quanto occorre per la somministrazione e distribuzione.

10) Assolcature e Ripristino danni causati da erosione

Affinché le acque piovane o d’irrigazione possano agevolmente defluire o penetrare nel terreno uniformemente senza provocare danni per erosioni, ruscellamenti, smottamenti ecc., l'Impresa è tenuta ad eseguire delle opportune assolcature. L'Impresa è comunque tenuta a ripristinare e conguagliare le aree oggetto di sistemazione a verde nel caso in cui si verifichino danni per erosioni, ruscellamenti, smottamenti ecc..

CAPO 3 – NORME PER LA MISURAZIONE DEI LAVORI

Art. 34 - Norme generali

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, numerici o a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.
I lavori a misura saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se, dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati, dovessero risultare spessori, lunghezze, larghezze, superfici e cubature effettivamente superiori.
Soltanto nel caso in cui la Direzione Lavori abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni, se ne terrà conto nella contabilizzazione.
Per la quota delle lavorazioni affidate a corpo, le corrispondenti misurazioni saranno utilizzate per verificare la rispondenza delle opere eseguite a quelle progettate e la loro liquidazione sarà effettuata a percentuale d'avanzamento d'opere compiute secondo lo schema prestabilito contrattualmente.
Nel caso, invece, che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori rispetto a quelle indicate in progetto o prescritte dalla Direzione Lavori, sarà in facoltà insindacabile della Direzione Lavori ordinare la demolizione delle opere e la loro ricostruzione a cura ed a spese dell'Impresa; soltanto se le minori dimensioni, sentito il Progettista, risultassero compatibili con la funzionalità e la stabilità delle opere, la Direzione Lavori potrà ammettere in contabilità le quantità effettivamente eseguite.
Le misure saranno prese in contraddittorio a mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione Lavori e dell'Impresa.
Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.
Si precisa inoltre, per maggiore completezza e chiarimento, che tutte le prove di campionatura, di verifica delle caratteristiche meccaniche dei terreni, d'accettazione e qualificazione dei materiali, di controllo delle lavorazioni eseguite, i campi di prova con le relative verifiche, le prove di carico, l'assistenza ai collaudi e in genere qualsiasi verifica e prova atta a dimostrare la qualità della lavorazione, saranno svolte a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori; pertanto l'Impresa dovrà tenere conto nella sua offerta di tali oneri.

Art. 35 - Lavori in economia

Le prestazioni in economia dovranno essere assolutamente eccezionali e potranno adottarsi solo per lavori del tutto marginali.
In ogni caso saranno contabilizzate soltanto se riconosciute oggetto di un preventivo ordine ed autorizzazione scritti della Direzione Lavori.

Art. 36 - Scavi - demolizioni - rilevati

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 Direzione Lavori, 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.
Con riferimento al trasporto dei materiali (a discarica o da cava), per «lotto» deve intendersi: il lotto autostradale, le singole strade di servizio, gli eventuali campi e cantieri; le quantità dei materiali movimentati faranno riferimento a tali tratte.

36.1 - Scavi

36.1.1 - Scavi in genere

Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà della Società; l'Impresa potrà usufruire dei materiali stessi, sempre che siano riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori, limitatamente ai quantitativi necessari all'esecuzione delle opere appaltate e per quelle categorie di lavoro di cui è previsto l'impiego nel progetto. È fatta salva la facoltà riservata alla Direzione Lavori di cederli all'Impresa, addebbitandoglieli a norma del Capitolato Generale dello Stato approvato con D.P.R. 16.7.1962 n. 1063. Qualora però di detti materiali non esistesse la voce di reimpiego, questo potrà eventualmente essere desunto dai prezzi offerti dall'Impresa per le forniture di materiali a piè d'opera, diviso per il coefficiente 1,10.
Gli articoli dell'Elenco prezzi relativi agli scavi in genere comprendono tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme ed inoltre:

- la perfetta sagomatura dei fossi, la sistemazione di banchine e cassonetti anche in roccia, la configurazione delle scarpate e dei cigli;
- il rinterro intorno alle murature e sopra le condotte, le fognature e i drenaggi;
- gli esaurimenti d'acqua (che saranno contabilizzati solo per gli scavi di fondazione considerati subacquei) compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge;
- le prove in laboratorio ed in sito per la verifica dell'idoneità dei materiali da reimpiegare.

Negli scavi in terra è compreso il disfacimento d'eventuali drenaggi in pietrame o in misto granulare, rinvenuti durante i lavori.
Saranno contabilizzati a parte soltanto i trovanti rocciosi, se frantumati, o le fondazioni in muratura, aventi singolo volume superiore a 1,00 m^3, applicando a tali quantità gli articoli previsti dall'Elenco prezzi per gli scavi in roccia o per le demolizioni di murature, avendole detratte dagli scavi in terra.

36.1.2 - Scavi di sbancamento

Tali s'intendono quelli definiti dall'art. 6.4 Si precisa che nel caso degli scavi di sbancamento per impianto d'opere d'arte, non sarà computato il riempimento a ridosso della muratura, gli eventuali drenaggi a tergo della stessa, che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese sino a raggiungere la quota del preesistente terreno naturale.

36.1.3 - Scavo di fondazione

Tali s'intendono quelli definiti dall'art. 6.5 o ad essi assimilabili.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle murature di fondazione per la loro profondità, misurata a partire dal piano dello scavo di sbancamento o del terreno naturale quando detto scavo di sbancamento non è effettuato.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata ma, in tal caso, non sarà computato il maggior volume, né degli scavi di fondazione né di quelli di sbancamento.

Solo nel caso che le pareti a scarpata siano ordinate dalla Direzione Lavori, saranno computati i maggiori volumi corrispondenti.

In ogni caso non sarà computato il riempimento a ridosso delle murature o degli eventuali drenaggi a tergo delle stesse, che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese, sino a raggiungere la quota dei piani di sbancamento o del preesistente terreno naturale. Saranno individuati inoltre i volumi relativi alle classi di profondità indicate negli articoli d'Elenco prezzi ed a questi saranno applicate le maggiorazioni previste.

Gli scavi di fondazione saranno considerati subacquei, e come tali contabilizzati, solo se eseguiti a profondità maggiori di 20 cm dal livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Qualora la Direzione Lavori ritenesse opportuno provvedere direttamente all'esaurimento delle acque mediante opere di deviazione o pompaggio, lo scavo sarà contabilizzato com'eseguito all'asciutto.

Si ribadisce quanto stabilito all'art. 4 delle presenti Norme in ordine alle competenze degli oneri per l'espletamento delle pratiche d'autorizzazione allo scarico nonché per i provvedimenti necessari all'eventuale trattamento delle acque.

36.2 - Demolizioni

La demolizione di murature di qualsiasi genere e di strutture in conglomerato cementizio semplice od armato, normale o precompresso, sarà computata a metro cubo del loro effettivo volume. La demolizione di gabbionate o di materassi in filo di ferro e pietrame sarà computata, sulla base degli effettivi volumi, utilizzando l'articolo d'Elenco prezzi relativo alla demolizione di murature di qualsiasi genere. Tali articoli, che comprendono il trasporto a rifiuto presso discariche idonee alla ricezione dei materiali, si applicano anche per la demolizione entro terra fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

La demolizione di fabbricati, di qualsiasi specie e genere, sarà invece computata a metro cubo vuoto per pieno, limitando la misura in altezza dal piano di campagna al livello della gronda del tetto; dovranno essere demoliti, oltre ai pavimenti del piano terreno, anche le fondazioni di qualsiasi tipo fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori delle pertinenze autostradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

La demolizione integrale d'impalcati d'opere d'arte in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso sarà computato a metro cubo del loro effettivo volume.

Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori delle pertinenze autostradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

La demolizione integrale d'impalcati di cavalcavia in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso, o a struttura mista in acciaio e conglomerato cementizio armato, su autostrada in esercizio, sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva, misurata in proiezione orizzontale.

Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori delle pertinenze autostradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.
L'asportazione di strati di conglomerato cementizio ammalorato, sia mediante scalpellatura sia con l'impiego di macchine idrodemolitrici, sarà computato misurando lo spessore medio mediante rilievo su un reticolo di lato metri uno.
L'articolo dell'Elenco prezzi per le idrodemolizioni comprende anche gli oneri per l'approvvigionamento dell'acqua occorrente, per l'asportazione del materiale fresato e per la pulizia della superficie risultante.
La demolizione di fondazioni stradali e di pavimentazioni di conglomerato bituminoso sarà contabilizzata con i relativi articoli d'Elenco prezzi.
Nel caso di demolizione parziale di strati di conglomerato bituminoso con impiego di macchina scarificatrice, dovrà essere computata la superficie effettiva per lo spessore medio ottenuto misurando la profondità di fresatura in corrispondenza dei bordi e del centro del cavo.
La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.
Le demolizioni di pavimentazioni, rivestimenti e tramezzi saranno computate a metro quadrato per la loro effettiva superficie.
Lo smontaggio di manti di copertura, compresa la rimozione dell'orditura portante, il trasporto a rifiuto del materiale non riutilizzabile e l'accatastamento di quello riutilizzabile nei depositi della Società, sarà computato a metro quadrato di proiezione orizzontale delle falde, qualunque sia la loro pendenza.
La rimozione di serramenti di porte e finestre sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva.
L'apertura di vani di porte sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva, misurata nella luce del vano ultimato.
La spicconatura d'intonaci sarà computata a metro quadrato di superficie misurato vuoto per pieno, salvo la detrazione dei vani di superficie superiore a 4,00 m².

36.3 - Preparazione del piano di posa

36.3.1 - Rilevati

Gli articoli dell'Elenco prezzi per la preparazione del piano di posa dei rilevati comprendono tutte le lavorazioni ivi previste ed inoltre tutti gli oneri per controlli e prove indicati nelle Norme Tecniche.
Nel caso d'eventuale bonifica del piano di posa, il maggiore scavo, oltre lo spessore di 20 cm, per la rimozione del terreno vegetale, sarà contabilizzato a parte con il relativo articolo d'Elenco prezzi. In questo caso il compattamento del fondo scavo di scotico sarà eseguito sul fondo dallo scavo di bonifica.

36.3.2 - Sovrastruttura stradale in trincea

Con l'articolo d'Elenco prezzi, relativo al compattamento del piano di posa della fondazione stradale nei tratti in trincea, applicato alla superficie del fondo di cassonetto, si intendono esauriti tutti gli oneri, le lavorazioni, i controlli e le prove delle presenti Norme Tecniche.

36.3.3 - Telo di tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene

Computato a metro quadrato senza tenere conto delle sovrapposizioni longitudinali e trasversali fra i teli; tra gli oneri del relativo articolo d'Elenco prezzi è compresa anche la graffatura.

36.4 - Formazione di rilevati, riempimenti di cavi e rilevati di precarico

La computazione del volume della fornitura dei materiali idonei per la formazione di rilevati, provenienti da cave di prestito, risulterà dalla differenza fra:

- il volume totale dei rilevati;
- la somma dei volumi degli scavi contabilizzati e ritenuti idonei al reimpiego dalla Direzione Lavori e dei volumi di materiali di proprietà della Società prelevati da depositi e misurati in opera. Qualora il prelievo dei materiali di proprietà della Società avvenisse da parte dell'Impresa in ambito esterno ai confini di lotto, sarà riconosciuto alla stessa tramite l'applicazione del prezzo corrispondente, l'onere del carico, trasporto e scarico del materiale altrove prelevato. Detto materiale sarà computato dopo la messa in opera tra sezioni note.

Gli articoli, relativi alla formazione di rilevati, di riempimenti, di cavi e di rilevati di precarico comprendono tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme ed in particolare:

- prove e sondaggi in laboratorio ed in sito per l'accertamento della idoneità dei materiali;
- l'ottenimento dei benestare da parte degli Enti competenti per l'apertura e la coltivazione delle cave, relativamente alla normativa emanata dalle singole Regioni;
- le indennità e/o i canoni relativi al prelievo dei materiali da aree appartenenti a privati, Enti Pubblici, Demanio, ecc.;
- l'apertura di nuove cave e la loro coltivazione, compresa la sistemazione a cavatura ultimata, sulla base dei progetti che la Società e/o la stessa Impresa dovranno redigere, anche in relazione alla normativa emanata dalle singole Regioni.

Nel caso che il progetto debba essere redatto dall'Impresa, dovrà essere sottoposto anche al preventivo benestare della Direzione Lavori.

Nel volume degli scavi da considerarsi agli effetti del bilancio delle terre, dovranno essere tenuti in evidenza anche i materiali provenienti dallo scoticamento del piano di posa dei rilevati, in quanto ritenuti idonei dalla Direzione Lavori e utilizzati in tutto o in parte per la formazione della coltre vegetativa sulle scarpate.

I volumi relativi saranno determinati moltiplicando per 0,20 i metri quadrati contabilizzati con l'articolo relativo alla preparazione del piano di posa dei rilevati.

Nel caso si rendessero necessari volumi di terra vegetale per il rivestimento delle scarpate, eccedenti quelli provenienti dallo scotico del piano di posa dei rilevati, dagli scavi in genere e/o da depositi di materiali di proprietà della Società, la fornitura sarà garantita tramite l'utilizzo di materiale idoneo proveniente da cave di prestito, che sarà contabilizzata con l'articolo d'Elenco prezzi relativo alla fornitura di materiali idonei per la formazione di rilevati.

La computazione per la sistemazione in rilevato di materiali provenienti da cave, da scavi o da depositi, avverrà misurando il totale volume dei rilevati eseguiti secondo le norme indicate nelle presenti Norme per la formazione della sede dell'autostrada e delle deviazioni di strade statali, provinciali e comunali, nonché degli altri eventuali rilevati per i quali fossero ordinate operazioni analoghe.

Gli articoli dell'Elenco prezzi relativi alle sistemazioni sopracitate prevedono le operazioni, i controlli e le prove tutte prescritte nelle presenti Norme Tecniche.

Si precisa inoltre che nel computo dei volumi dei movimenti di materie, eseguito con il metodo delle sezioni ragguagliate, la sagoma nera è quella del terreno naturale riscontrata all'atto del rilievo, ciò perché lo scavo dello scotico ed il ripristino del piano di campagna saranno contabilizzati con l'articolo per la preparazione del piano di posa dei rilevati.

Nel caso, invece, di scavo di scotico avente una profondità maggiore dei 20 cm previsti dal relativo articolo, le quantità eccedenti saranno contabilizzate con gli articoli per scavi di bonifica e per riempimento dei medesimi mediante i materiali opportuni.

Le gradonature, da eseguirsi al di sotto del piano di scotico per la preparazione del piano di posa dei rilevati, sui terreni con pendenza maggiore del 20% (come prescritto dalle presenti Norme), saranno contabilizzate con l'articolo d'Elenco prezzi relativo allo scavo di sbancamento per gli scavi necessari alla realizzazione dei gradoni e con gli articoli relativi alla fornitura e sistemazione in rilevato per il riempimento dei medesimi.
Nel caso di rilevati misti, a ciascun strato si applicheranno i relativi articoli d'Elenco prezzi, sia per la fornitura sia per la sistemazione in rilevato, secondo il gruppo d'appartenenza delle terre.
La sistemazione in rilevato delle terre costituenti la coltre vegetale di rivestimento delle scarpate sarà contabilizzata con lo stesso articolo dell'Elenco prezzi applicato per il nucleo del rilevato.
L'articolo dell'Elenco prezzi per la sistemazione in rilevato si applicherà anche agli strati di sottofondazione posti in trincea; la preparazione del loro piano di posa, qualora ordinata, sarà contabilizzata con il relativo articolo di Elenco prezzi.
Dal computo dei volumi dei rilevati si detrarranno i volumi delle opere d'arte e dei materiali altrimenti contabilizzati.
Non saranno considerati i cedimenti del piano di posa dei rilevati inferiori a 15 cm, essendosi valutati i corrispondenti oneri nel formulare il relativo articolo.
Quando siano prevedibili cedimenti del piano di posa dei rilevati eccedenti i 15 cm, l'Impresa sottoporrà all'approvazione della Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestimetriche.
La posa in opera delle piastre e la rilevazione degli eventuali cedimenti saranno fatte a cura e spese dell'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori.
Saranno computati gli eventuali maggiori volumi di rilevato, fatta eccezione per quelli derivanti dai primi 15 cm di cedimento.
La sistemazione a riempimento di cavi e la formazione di rilevati di precarico saranno misurati in opera e contabilizzati con i relativi articoli di Elenco prezzi; analogamente la eventuale fornitura di materiali idonei provenienti da cave di prestito per il riempimento di cavi e per i rilevati di precarico, sarà misurata in opera dopo l'addensamento.
Il volume dei materiali, di proprietà della Società, prelevati da depositi, caricati, trasportati e scaricati a rilevato, sarà computato sul materiale misurato in opera dopo la compattazione.
Gli oneri per l'esecuzione dei rilevati di prova, eventualmente richiesti dalla Direzione Lavori, sono a carico dell'Impresa.
L'onere per la stabilizzazione a cemento del rilevato a tergo delle murature e la relativa fornitura del cemento troveranno applicazione nei relativi articoli di Elenco prezzi.

Art. 37 - Pali di fondazione

Le caratteristiche strutturali e geometriche dei pali e dei singoli componenti dovranno essere conformi alle caratteristiche progettuali entro le tolleranze previste dalle presenti Norme.
Maggiorazioni volumetriche o migliori caratteristiche meccaniche dei materiali, non richieste dalla Direzione Lavori, saranno computate e contabilizzate per le caratteristiche previste in progetto.
L'esecuzione di pali inclinati sino a 15° rispetto alla verticale non darà luogo a maggiorazione alcuna.
La lunghezza dei pali prefabbricati, ai fini della computazione, comprende anche la parte appuntita. Quando il palo abbia raggiunto la capacità portante prima che la punta sia stata infissa fino alla profondità prevista dal progetto, il palo sarà reciso a cura e spese dell'Impresa, ma nel computo sarà tenuto conto della lunghezza di progetto.

La lunghezza per tutti i pali costruiti in opera (pali battuti, micropali e pali trivellati a medio e a grande diametro) sarà quella accertata mediante misurazione dalla quota di sottoplinto fino alla massima profondità misurata, in contraddittorio tra Direzione Lavori e Impresa e con stesura di un verbale di misurazione immediatamente prima del getto; tale lunghezza dovrà risultare conforme al progetto con tolleranza di ± 20 cm.
Nei relativi articoli di Elenco prezzi si intendono comprese tutte le prestazioni, forniture ed oneri per dare i pali completi in opera secondo le previsioni di progetto e le prescrizioni delle presenti Norme.
Sono compresi tra gli altri:

- la preparazione del piano di lavoro ed i tracciamenti;
- l'eventuale scavo a vuoto;
- il carico e trasporto a rifiuto dei materiali di risulta, compreso il trattamento dei fanghi secondo le leggi vigenti;
- tutte le prove (di carico, vibrazionali, geofisiche, sulle caratteristiche dei fanghi bentonitici, sui pali prova, di carico sul palo, a rottura sui cubetti di conglomerato cementizio, carotaggi, ultrasuoni, scavi attorno al fusto del palo, ecc.), i controlli e la documentazione dei lavori, secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche.

Sono esclusi:

- ad eccezione dei micropali per i quali l'onere della perforazione è compensata direttamente nel relativo prezzo e dei pali battuti, l'eventuale impiego di speciali attrezzature, anche fresanti, per l'attraversamento di trovanti in roccia dura non estraibili con i normali metodi di scavo e per l'immorsatura del palo nel substrato di base in roccia dura, oltre la profondità eccedente il diametro del palo stesso;
- l'eventuale fornitura della controcamicia in lamierino per i pali a grande diametro;
- la fornitura e posa in opera dell'armatura metallica;
- la preparazione per il piano di lavoro in alveo;

che saranno contabilizzati con i relativi articoli dell'Elenco prezzi.
Qualora dovesse sorgere la necessità di sostituire un palo per ovviare ad inconvenienti o ad errori, non sarà corrisposto all'Impresa alcun compenso per il palo abbandonato, mentre dei pali che lo sostituiscono ne sarà computato uno soltanto.

Art. 38 - Conglomerati cementizi

I conglomerati cementizi, siano essi di fondazione od in elevazione, semplici od armati, normali o precompressi, saranno computati a volume con metodi geometrici, secondo i corrispondenti tipi e classi, in base alle prescrizioni di cui alle precedenti Norme Tecniche, effettuando le misurazioni di controllo sul vivo, esclusi gli intonaci ove prescritti e dedotti i vani od i materiali di differente natura in essi compenetrati che dovranno essere contabilizzati con i relativi articoli previsti dall'Elenco prezzi. In ogni caso non si dedurranno i volumi del ferro d'armatura, dei cavi per la precompressione ed i vani di volume minore od uguale a 0,20 m^3 ciascuno, intendendosi con ciò compreso l'eventuale maggiore magistero richiesto, anche per la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte.
Le strutture d'impalcato alleggerite con vuoti saranno computate per il volume effettivo di calcestruzzo con la deduzione dei vuoti e le casseforme, in qualsiasi modo realizzate, saranno contabilizzate con i relativi articoli d'Elenco prezzi applicati all'intera superficie bagnata.

Gli articoli d'Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri descritti nelle presenti Norme Tecniche ed in particolare:

- la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali occorrenti (aggregati, leganti, acqua, aggiunte minerali, additivi aeranti, fluidificanti, superfluidificanti, iperfluidificanti, acceleranti, ritardanti, ecc.); la mano d'opera, i ponteggi e le impalcature, le attrezzature e macchinari per la confezione, l'eventuale esaurimento dell'acqua nei casseri, la sistemazione della carpenteria e delle armature metalliche, l'esecuzione dei getti da effettuare senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa impiegando anche manodopera su più turni ed in giornate festive; la vibrazione, la predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature ecc.; la necessità di coordinare le attività qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate; il taglio di filo, chiodi, reggette con funzione di legatura di collegamento casseri con la sigillatura degli incavi e la regolarizzazione delle superfici di getto; le prove e i controlli, con la frequenza indicata nelle presenti Norme o prescritta dalla Direzione Lavori e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Non sono compresi negli articoli di cui sopra gli oneri per:

- le casseforme, salvo quelle occorrenti per murature in conglomerato cementizio con paramento in pietrame, magrone, conglomerato cementizio per opere di fondazione;
- le centinature ed armature di sostegno delle casseforme, salvo quelle per getti di luce retta inferiore a quanto indicato nei relativi articoli di Elenco Prezzi;
- gli acciai di armatura;

che verranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco Prezzi.

È previsto inoltre che nel caso di sospensione dei getti per effetto di un abbassamento della temperatura atmosferica al di sotto dei 273 K, l'Impresa non abbia diritto a nessun risarcimento, come pure non possa richiedere alcun compenso per particolari accorgimenti da adottarsi nel caso di esecuzione di getti a basse temperature.

In merito alla valutazione della penale prevista, nel caso che la resistenza caratteristica riscontrata risultasse minore di non più del 10% rispetto a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma il lotto non soddisfacente i requisiti, verrà decurtato del 15% del suo valore.

Qualora la resistenza caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista.

Nessun indennizzo sarà dovuto all'Impresa se la classe di resistenza risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Le stesse modalità verranno applicate ai manufatti prefabbricati.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione o giunti speciali aperti a cuneo, secondo i tipi approvati dalla Direzione Lavori, l'onere relativo all'esecuzione della sede del giunto compreso quello di eventuali casseforme, s'intende compreso negli articoli di Elenco per le murature in genere ed i conglomerati cementizi.

Quando sia prevista in progetto o venga prescritta dalla Direzione Lavori la solidarizzazione in opera di travi prefabbricate di ponti e viadotti per la costituzione di impalcati continui, il relativo onere deve intendersi compreso nei prezzi di elenco delle singole lavorazioni relative alla costruzione degli impalcati stessi.
Nel caso di ripristino di elementi strutturali, la Direzione Lavori eseguirà in corso d'opera con la frequenza che riterrà opportuna le prove di controllo dei requisiti.
Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli indicati nelle presenti Norme Tecniche o previsti in progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una verifica della sicurezza statica dell'elemento strutturale soggetto a ripristino/adeguamento.
Nel caso che tale verifica dia esito positivo il materiale verrà accettato ma il valore della lavorazione verrà decurtata del 25% per tutte le superfici ed i volumi su cui si è operato e per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stata compensata.
Qualora i valori risultassero minori di oltre il 10% rispetto a quelli richiesti e nel caso in cui sussistano contemporaneamente più difetti, qualunque siano i valori di scostamento riscontrati rispetto alle previsioni progettuali, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera ed al loro ripristino.
In caso si evidenziassero microfessure, se l'incidenza dell'area fessurata risulterà inferiore al 20% dell'area totale di intervento, verrà applicata su tali superfici o volumi, la penale del 25% per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stato compensato il lavoro risultato non idoneo. Se l'incidenza dell'area fessurata sarà superiore al suddetto 20%, l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura e alla protezione della superficie con filmogeni, di tipologia da concordare con la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista.
Le superfici risonanti a vuoto con il controllo al martello verranno verificate in contraddittorio e su di esse verrà applicata la penale del 25% per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui é stato compensato il lavoro risultato non idoneo, salvo richiesta della Direzione Lavori di far effettuare, a cura e spese dell'Impresa, le asportazioni ed il rifacimento del ripristino delle superfici risonanti.
Nel caso di sistemi protettivi filmogeni, qualora dalle prove eseguite, risultassero valori inferiori rispetto a quelli richiesti, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla sostituzione dei materiali già posti in opera.
In corso d'opera la Direzione Lavori effettuerà controlli dello spessore sul film umido[9] della singola mano applicata con le seguenti modalità:

- misura dello spessore mediante "pettine" d'idonea graduazione secondo le specifiche dell'ASTM D 4414 (o D 1212);
- per superfici globali da proteggere inferiori a 2000 m^2 almeno una serie di 20 misure;
- per superfici globali da proteggere superiori a 2000 m^2 almeno una serie di 40 misure;
- la serie di misure sarà, se possibile, omogeneamente distribuita sulla superficie da verificare ed il suo valore medio non dovrà essere minore di quello di progetto. Nel caso risulti un valore medio inferiore allo spessore di progetto, l'Impresa, a sua cura e spese, provvederà ad integrare lo spessore mancante mettendo in atto tutti gli accorgimenti necessari per la buona riuscita dell'integrazione.

9 Lo spessore di film umido, corrispondente allo spessore di film secco previsto in progetto, si ottiene moltiplicando lo spessore di film secco per 100 e dividendo per il valore dei solidi in volume del prodotto da applicare (derivato dalla scheda tecnica del prodotto), il valore ottenuto verrà arrotondato alla decina.

Art. 39 - Casseforme - Armature - Centinature - Varo travi prefabbricate

Casseforme, armature di sostegno, centinature e varo di travi prefabbricate saranno contabilizzate a parte, solo per quanto sia esplicitamente indicato negli articoli d’Elenco prezzi. Tali articoli d’Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni relative a materiali, mano d'opera, noli, armo, disarmo, sfrido, trasporti, disarmanti ecc..

39.1 - Casseforme

Le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita.

39.2 - Armature

Gli oneri per le armature di sostegno delle casseforme per getti in opera di conglomerato cementizio semplice od armato, normale o precompresso, per impalcati, piattabande e travate e quelle di sostegno delle centine per archi o volte, di luce retta fino a 2,00 m, misurata al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, sono compresi negli articoli dell'Elenco Prezzi relativi ai conglomerati cementizi.
Le armature di luce retta superiore a 2,00 m saranno computate per classi di luci, secondo le indicazioni contenute nei relativi articoli dell'Elenco prezzi.
La superficie dell'armatura di ciascuna luce sarà determinata in proiezione orizzontale misurandola in lunghezza, al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, fra i fili interni dei sostegni ed in larghezza, normalmente all'asse mediano dell'opera, fra i fili esterni dell'impalcato.
Quando l'altezza media di ciascuna luce, misurata fra l'intradosso dell'opera (impalcato, piattabanda, travata, sostegno di centine d’archi o volte) ed il piano di campagna in corrispondenza dell'asse mediano dell'opera stessa superi l'altezza di 10 m, si determinerà l'incremento, previsto dagli articoli d’Elenco prezzi per le armature, applicando la maggiorazione in percentuale, per altezze medie delle armature superiori ai 10 m, tante volte quante sono le zone di 5 m eccedenti i primi 10 metri.
Saranno computate anche le armature di sostegno delle casseforme per il getto in opera di conglomerato cementizio di parti aggettanti dalle strutture in elevazione, quali ad esempio le orecchie delle spalle d’opere d'arte e gli sbalzi laterali delle pile.
In questi casi gli articoli saranno contabilizzati applicando quelli corrispondenti a luci convenzionali, uguali a due volte la lunghezza dello sbalzo (misurata lungo il suo asse mediano tra il filo d'incastro ed il filo esterno dello sbalzo stesso) e la superficie alla quale detto articolo dovrà essere applicato sarà quella determinata, in proiezione orizzontale, dalla lunghezza dello sbalzo, misurata come sopra e dalla larghezza misurata normalmente all'asse mediano dello sbalzo.

39.3 - Varo di travi prefabbricate in c.a. o c.a.p. - Armatura di sostegno per getto di solette e traversi su travi varate

Quando nell'esecuzione d’impalcati sono impiegate travi costruite fuori opera in c.a. o in c.a.p., di luce superiore a 2,0 m, il loro sollevamento, trasporto e collegamento in opera a qualsiasi altezza, sarà contabilizzato con i relativi articoli dell'Elenco prezzi.
Se in una stessa opera d'arte sono impiegate travi di luci diverse, gli aumenti o le detrazioni per variazioni del numero delle travi, saranno applicate separatamente per gruppi di travi rientranti nella stessa classe di luci.
Per luci inferiori a 2,0 m, l'onere di sollevamento, trasporto e collocamento in opera è compreso negli articoli dell'Elenco prezzi relativi ai conglomerati cementizi.

L'armatura di sostegno di casseforme per getti in opera, a qualsiasi altezza, di solette su travi varate in c.a., c.a.p. o acciaio, anche per le parti a sbalzo, sarà computata in base alla superficie determinata misurando in larghezza, normalmente all'asse delle travi, la distanza tra i bordi delle travi o tra il bordo della trave ed il filo esterno dello sbalzo ed in lunghezza la distanza fra le testate della soletta misurata parallelamente all'asse delle travi; l'articolo di cui sopra comprende anche l'onere per la fornitura e messa in opera dell'armatura di sostegno delle casseforme per il getto dei traversi.
L'armatura di sostegno per le dalle impiegate come casseforme a perdere sarà contabilizzata con l'articolo dell'Elenco prezzi relativo alle armature di sostegno di casseforme per getto in opera di solette e traversi su travi varate.

Art. 40 - Acciaio per c.a. e c.a.p.

L'acciaio in barre per armatura di conglomerati cementizi sarà computato in base al peso teorico dei vari diametri nominali indicati nei progetti esecutivi, trascurando le quantità superiori alle indicazioni di progetto, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie, intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale.
Il peso degli acciai sarà determinato con metodo analitico misurando lo sviluppo teorico di progetto d'ogni barra e moltiplicandolo per la corrispondente massa lineica nominale indicata nel prospetto IV della Norma UNI 6407/88.
Essendo equivalenti i diametri e le aree delle sezioni nominali delle barre nervate a quelli delle barre lisce, per la computazione sarà adottata per entrambi la medesima massa lineica nominale.
Per le barre d'acciaio zincato che non soddisfano i requisiti relativi alla prova di Preece per la determinazione dell'uniformità dello spessore dello zinco, sarà applicata una penale di 55 L/Kg (lire cinquantacinque a chilogrammo).
Nel caso che il materiale non risulti idoneo, sarà allontanato dal cantiere, a cura e spese dell'Impresa.
Il peso dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con il sistema a cavi scorrevoli sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto dei cavi, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il numero dei fili componenti il cavo e per il peso unitario dei fili stessi, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dm³.
Il peso dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con il sistema a fili aderenti sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto dei fili, compreso tra le facce esterne delle testate della struttura, per il peso unitario dei fili, calcolato in funzione del loro diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dm³.
Il peso di trefoli o trecce di acciaio per strutture in c.a.p. sarà determinato moltiplicando il loro sviluppo teorico, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il peso dell'unità di misura determinato mediante pesatura.
Il peso dell'acciaio in barre per calcestruzzi precompressi sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto delle barre, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di ancoraggio, per il peso unitario della barra, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dm³.
L'articolo di Elenco prezzi dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso comprende la fornitura dell'acciaio, tutti gli oneri necessari per dare l'acciaio in opera a perfetta regola d'arte ed inoltre:

a) per il sistema a cavi scorrevoli:

la fornitura e posa in opera delle guaine, comprese le relative giunzioni con legature per mezzo di nastro adesivo; la fornitura e posa in opera dei ferri distanziatori dei cavi e di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80÷100 cm; le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo con nastro adesivo ad intervalli di 70 cm; le iniezioni di boiacca di cemento a ritiro compensato nelle guaine dei cavi; le teste e le piastre di ancoraggio; la mano d'opera, i mezzi ed i materiali per la messa in tensione di cavi e per il bloccaggio dei dispositivi;

b) per il sistema a fili aderenti:
   la fornitura e posa in opera dei dispositivi di posizionamento dei fili all'interno della struttura, degli annessi metallici ed accessori di ogni tipo; la mano d'opera, i mezzi ed i materiali necessari per la messa in tensione dei fili, per il bloccaggio degli stessi e per il taglio a stagionatura avvenuta della struttura, delle estremità dei fili non annegate nel conglomerato cementizio; la perfetta sigillatura con malta dosata a 300 kg di cemento per metro cubo di sabbia, delle sbrecciature nell'intorno dei fili tagliati sulla superficie delle testate della struttura;
c) per il sistema a barre:
   eventuali diritti doganali e di brevetto; il trasporto; la fornitura e posa in opera di guaine, ancoraggi, manicotti ed accessori di ogni genere; la mano d'opera, i mezzi ed i materiali per la messa in tensione delle barre nonché per il bloccaggio dei dispositivi; le iniezioni di boiacca di cemento a ritiro compensato nelle guaine; ecc..

Art. 41 - Intonaco - Impermeabilizzazioni - Trattamento impregnante di superfici in conglomerato cementizio - Conglomerato cementizio spruzzato per rivestimento di pareti

Intonaci verticali, orizzontali, piani o curvi, saranno computati a metro quadrato di superficie effettiva, misurata al civile, detraendo soltanto i vani di superficie superiore a 1,00 m².
I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche l'onere della esecuzione in più strati; della fornitura e posa in opera di paraspigoli; della chiusura e rifinitura di tracce; della ripresa in corrispondenza di pavimenti, zoccolature, rivestimenti, serramenti, ecc.; della eventuale esecuzione di gusci di raccordo tra pareti e soffitti, se richiesta; della eventuale fornitura di additivi.
L'intonaco ed il trattamento impregnante di superfici in conglomerato cementizio saranno computati per la loro superficie effettiva, piana o curva, senza effettuare detrazioni per vani di superficie inferiore a 1,00 m² e senza tenere conto di rientranze o sporgenze dal vivo inferiore a 10 cm.
Il conglomerato cementizio spruzzato per il rivestimento di pareti di pozzi di fondazione, di scavi in genere o di pendici, sarà computato per i volumi convenzionalmente risultanti dalle superfici effettivamente da rivestire per gli spessori teorici previsti.
La rilevazione per il controllo degli spessori medi dovrà essere fatta su un reticolo di un metro di lato.
I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri ivi richiamati ed inoltre quelli relativi agli eventuali ponteggi ed impalcature occorrenti.
Solo escluso eventuali armature metalliche da contabilizzare a parte con i relativi articoli di Elenco.

41.1 - Impermeabilizzazioni in cartonfeltro bitumato e in mastice d'asfalto sintetico e manti impermeabili costituiti da membrane a base bituminosa

Saranno computati in superficie effettiva, piana o curva, orizzontale, verticale o comunque inclinata, senza tenere conto delle sovrapposizioni e degli sfridi.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche tutte le forniture, prestazioni ed oneri, in essi compresi la preparazione dei piani di posa, la fornitura e stesa di primer, la formazione di risvolti e colli di raccordo.

41.2 - Manti impermeabili di copertura costituiti da fogli in PVC o in gomma sintetica

Saranno computati in proiezione orizzontale della superficie netta coperta.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche i risvolti perimetrali, il fissaggio alle strutture sottostanti con coprifilo in profilato estruso di alluminio, i pezzi speciali saldati al manto per il convogliamento dell'acqua ai pluviali, eventuali griglie parafoglie, i collari per il raccordo con le strutture emergenti, la prova di tenuta dei giunti, le sovrapposizioni e quant'altro occorrente per dare i manti finiti.

41.3 - Impermeabilizzazione di impalcati e gallerie artificiali

Le impermeabilizzazioni di impalcati e di gallerie artificiali saranno computate per la loro superficie effettiva, che dovrà essere conforme alle previsioni di progetto.

Art. 42 - Manufatti metallici

I manufatti d'acciaio, di qualsiasi genere e per ogni utilizzo, composti da lamiere, lamiere ondulate, profilati, tubi, barre, getti di fusione, ecc., saranno contabilizzati secondo i relativi articoli d'Elenco prezzi e computati in base al loro peso, che dovrà essere determinato prima della posa in opera mediante pesatura in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Impresa, con stesura d'apposito verbale controfirmato dalle parti.

Rispetto al peso teorico, determinato sulla base delle distinte dei materiali riportate nei disegni di progetto, è ammesso una tolleranza in più o in meno del 4% (quattro per cento); detta tolleranza non si applica nel caso d'appalti a corpo.

Se il peso effettivo sarà inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura.

Se il peso effettivo sarà invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, sarà computato solo il peso teorico aumentato del valore di tolleranza.

Ogni operazione di pesatura dovrà riferirsi a parti di uno stesso manufatto.

È pertanto esclusa la pesatura cumulativa d'elementi appartenenti a manufatti diversi, anche quando si tratta di controventi, piastrame, bullonerie, rosette, ecc..

I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono: la fornitura di tutti i materiali; la lavorazione secondo i disegni costruttivi; la posa ed il fissaggio in opera; la sabbiatura e la sua eventuale ripetizione in caso di formazione di ruggine; la verniciatura secondo i cicli previsti; ogni altra fornitura, prestazione ed onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte.

Nel caso di manufatti di ponti e viadotti costituiti da acciai di tipo diverso, si determineranno preventivamente, sulla base delle distinte dei materiali sopracitate, le incidenze di ciascun tipo d'acciaio, da contabilizzare con i corrispondenti articoli d'Elenco.

Per i manufatti d'acciaio, sui materiali presenti in cantiere a piè d'opera, già verificati tecnologicamente, come dimensione e pesati a cura della Direzione Lavori, potrà essere corrisposto un acconto pari al 50% dell'importo determinato sulla base dei prezzi offerti dall'Impresa.

Le dimensioni e gli spessori dei manufatti da computare in metri quadrati di superficie effettiva dovranno essere corrispondenti ai disegni di progetto.

Se la superficie effettiva risulterà inferiore a quella teorica di progetto, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura; se invece la superficie effettiva risulterà superiore a quella teorica di progetto sarà computata solo quella teorica ferma restando la facoltà della Direzione Lavori di chiedere il rispetto dimensionale dei manufatti.
S'intendono comunque compresi nei relativi articoli d'Elenco prezzi gli oneri per: le lavorazioni quali, le forature, le saldature, le bullonerie, le piastre, i relativi sfridi, le opere murarie compresi i collegamenti strutturali e gli ancoraggi, anche con l'impiego di malta reoplastiche, le finiture con sabbiature di grado SA 2½ della SVENSK STANDARD SIS, la sgrassatura, la zincatura, la verniciatura secondo i cicli previsti.
Nel caso di manufatti di ferro per cancelli, cancellate e parapetti, sono compresi negli oneri le serrature e le ferramenta di manovra per i cancelli, i corrimano rivestiti di plastica per i parapetti.

Art. 43 - Fondazioni stradali

Le fondazioni stradali saranno computate a volume, in opera dopo il compattamento. Il calcolo del volume sarà fatto assumendo la larghezza teorica di progetto, senza tenere conto d'eventuali eccedenze, misurando la lunghezza sull'asse mediano di ciascuna carreggiata e determinando lo spessore medio sulla base di sondaggi eseguiti a cura ed a spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori escludendo le eccedenze rispetto allo spessore teorico di progetto.
Il materiale fresco d'apporto per l'esecuzione di fondazioni in misto granulometricamente stabilizzato con materiali provenienti dalla demolizione d'esistenti fondazioni stradali sarà computato a volume, misurato a piè d'opera prima del compattamento.

Art. 44 - Conglomerati bituminosi

I conglomerati bituminosi per gli strati di base, di collegamento (binder) e d'usura saranno computati sulla base delle quantità effettivamente eseguite, senza tenere conto d'eventuali eccedenze rispetto alle quantità teoriche di progetto, sia per quanto si riferisce a volumi e superfici che per gli spessori dei singoli strati.
I relativi articoli dell'Elenco prezzi comprendono tutte le forniture, prestazioni ed oneri in essi richiamati e nelle presenti Norme.

Art. 45 - Canalette - mantellate - rivestimento di cunette e fossi - manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata

Le canalette ad embrice saranno computate misurando l'effettivo sviluppo lungo il loro asse senza tenere conto della sovrapposizione tra gli elementi.
Il relativo articolo d'Elenco prezzi comprende anche lo scavo, il costipamento del terreno d'appoggio ed il bloccaggio con tondini infissi in terra.
Le mantellate di rivestimento, tanto quelle in lastre quanto quelle a grigliato articolato, saranno computate in base alla loro superficie effettiva. I relativi articoli dell'Elenco prezzi comprendono anche tutte le prestazioni e le forniture previste dalle presenti Norme.

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia sarà computato in base all'effettiva superficie in vista, misurata fra i fili interni del rivestimento stesso.
I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono tutte le forniture, prestazioni ed oneri ivi indicati.
I manufatti tubolari per tombini e sottopassi in lamiera d'acciaio ondulata e zincata saranno computati in base al loro peso, determinato prima della posa in opera mediante pesatura, secondo il disposto delle presenti Norme.

Art. 46 - Opere in verde

La sistemazione superficiale del terreno coltivo delle aiuole sarà computata in base alla sua superficie effettiva.
La fornitura d'idoneo terreno vegetale sarà computata in base all'effettivo volume, misurato dopo l'assestamento.
Semine, idrosemine e rivestimenti di scarpate saranno computate per le effettive superfici trattate; i relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri attinenti alla preparazione del terreno, alla fornitura di tutti i materiali occorrenti quali: seme, fertilizzanti, materiale per il fissaggio e la protezione del seme, acqua, ecc.; il nolo della speciale attrezzatura di proiezione ed ogni altra prestazione, fornitura ed onere necessario.
La fornitura e messa a dimora di piante prive di deformazioni, ferite, attacchi parassitari in corso o passati, con chioma ben ramificata, equilibrata e uniforme, devono avere le caratteristiche dettagliate nelle presenti Norme Tecniche; d'altezza, sviluppo e caratteristiche come specificate in progetto, compreso ogni onere, provvista e manutenzione.
Le forniture relative ai singoli taxon sono riferite, come specificato negli articoli d'Elenco prezzi, a piante arboree allevate e fornite in contenitore oppure fornite in zolla o a radice nuda.
Le dimensioni dei contenitori e/o delle zolle, nel caso in cui sia espressamente richiesta la fornitura in tale forma, dovranno essere proporzionate alle dimensioni delle singole piante.
Le zolle devono essere imballate, per non pregiudicarne la consistenza, con appositi involucri: juta, teli di plastica, ecc.; tali involucri di protezione dovranno essere imprescindibilmente rinforzati, qualora le singole piante superino altezze di 3,50 m, con rete metallica, con pellicola di plastica porosa o altro materiale equivalente.
Le piante fornite in contenitore devono avere l'apparato radicale completamente compenetrato in questo, tale cioè da non fuoriuscirne; l'apparato radicale deve in ogni modo presentarsi, sia in piante allevate in contenitore sia in zolla, ben accestito, ricco di ramificazioni, con capillizi freschi e sani ed esente da infestazioni patologiche in corso o passate.
Le piante arbustive di qualsiasi genere e di qualsiasi tipo di fornitura (radice nuda, zolla e contenitore) dovranno avere un minimo di 3 fusti al colletto.
La protezione di scarpate in trincea mediante stuoie o reti sarà computata in base all'effettiva superficie protetta, senza tenere conto delle sovrapposizioni dei teli.
I relativi articoli dell'Elenco prezzi comprendono anche le forniture, prestazioni ed oneri elencati nelle presenti Norme.

Art. 47 - Segnaletica verticale ed orizzontale

Le quantità dei lavori saranno determinate con metodi geometrici in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate, anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessore, lunghezze e superfici effettivamente superiori; soltanto nel caso che la Direzione Lavori abbia ordinato in corso d'opera, per iscritto, tali maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle previste e l'Impresa sarà chiamata ad eseguirne il rifacimento a sua cura e spese.

Le misure saranno prese in contraddittorio, a mano a mano che si procederà all'esecuzione delle opere e riportate su apposito libretto che sarà firmato dagli incaricati della Direzione dei Lavori e dell'Impresa.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di liquidazione finale dei lavori.

Segnaletica verticale

a) L'area dei pannelli metallici di qualsiasi forma e consistenza deve essere misurata rilevando la superficie netta della faccia anteriore dei pannelli stessi, non tenendo conto dei risvolti costituenti l'eventuale scatolatura, ad esclusione dei dischi e triangoli, che saranno computati a numero;
b) qualora lo spessore della lamiera fosse inferiore a quello stabilito, la Direzione Lavori ordinerà la sua completa sostituzione con lamiere dello spessore richiesto; tale operazione sarà eseguita a cura e spese dell'Impresa. Resta inteso che l'accertamento dello spessore del pannello deve essere eseguito al netto di pellicole;
c) i metalli lavorati e sagomati per l'intelaiatura dei pannelli devono essere valutati a peso e dati in opera completi d'ogni onere per il fissaggio e l'irrigidimento;
d) i pali devono essere valutati a peso, dati a piè d'opera.

Segnaletica orizzontale

- l'area delle strisce continue od intermittenti, dei contorni d'isole e delle frecce direzionali sarà valutata in base all'effettiva superficie verniciata;
- l'area delle zebrature sarà valutata a vuoto per pieno qualora il rapporto vuoto/pieno dell'intera superficie zebrata sia inferiore o uguale a 2/1. Nel caso in cui detto rapporto sia maggiore di 2/1, sarà computata la sola superficie verniciata;
- l'area delle lettere sarà valutata misurando la superficie del parallelogramma ortogonale che circoscrive ogni singola lettera.

L'eventuale rimozione della segnaletica orizzontale sarà computata sempre per l'effettiva superficie rimossa, fatta eccezione per le scritte che saranno valutate misurando la superficie del parallelogramma ortogonale che circoscrive ogni singola lettera.

Art. 48 - Tubazioni, fognature, manufatti

48.1 - Generalità

Gli articoli d'Elenco prezzi relativi alle varie tubazioni: per esalazioni, per scarichi e fognature, comprendono gli oneri per:

- la realizzazione dei giunti, compreso gli accessori quali collanti, manicotti, saldature, collari di presa, raccorderia, ecc.;

- la compenetrazione dei tubi maschio-femmina;
- tagli, sfridi, ecc..

Inoltre per le tubazioni:

a) incassate nella muratura: l'apertura e chiusura delle tracce ed eventuali fori per l'attraversamento di pareti e/o solai;

b) a vista, staffettate alle strutture portanti: i collari, le staffe d'ancoraggio che potranno essere saldate, imbullonate o inghisate alle strutture, compreso gli accessori di posa;

c) interrate: la selezione del materiale fino, la regolarizzazione del fondo scavo, la preparazione del letto di posa, il rivestimento ed il successivo reinterro con il materiale di risulta.

I pezzi speciali saranno computati ragguagliandoli al tubo di pari diametro, secondo le seguenti misure:

- 1,00 m per curve, gomiti e cappellotti terminali;
- 1,25 m per braghe semplici e giunti a squadra;
- 1,75 m per braghe doppie e giunti a croce;
- 6,00 m per braghe multiple e sifoni;
- 1,00 m del diametro minore per riduzioni.

48.2 - Tubazioni in PVC rigido

Saranno computate a metro di lunghezza effettiva, compresi gli oneri previsti nei relativi articoli d'Elenco Prezzi.

48.2.1 - Tubazioni in polietilene ad alta densità

Saranno computate a metro di lunghezza effettiva senza tener conto delle compenetrazioni in corrispondenza dei giunti.

I prezzi comprendono e compensano anche gli oneri per l'esecuzione dei giunti e la fornitura di collari e staffe d'ancoraggio, murate, saldate o imbullonate alle strutture portanti.

48.3 - Tubi in cemento pressato per fognature

Saranno computati a metro di lunghezza effettiva, compresi gli oneri previsti nei relativi articoli d'Elenco Prezzi.

48.4 - Pozzetti

a) prefabbricati in c.a.v.:
saranno computati a numero, compresi il collegamento con le tubazioni in entrata ed in uscita e tutti gli altri oneri previsti nei relativi articoli d'Elenco Prezzi.

b) con pareti in muratura:
saranno computati a metro cubo vuoto per pieno; misurazione: in pianta sul filo esterno delle murature; in altezza dal piano di posa della platea di fondo alla sommità della muratura. L'articolo si applica limitatamente a pozzetti aventi volumi, valutati come sopra, compresi fra 2 e 4 m^3. Compreso anche lo scavo; solo escluso la fornitura e posa in opera del chiusino da contabilizzare con l'articolo relativo.

Art. 49 - Impianto elettrico.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche tutti gli oneri e gli adempimenti previsti nelle presenti Norme.

49.1 - Impianto elettrico

Interno ai fabbricati per illuminazione, energia industriale e forza motrice, è considerato a partire dal quadro elettrico principale di ciascun fabbricato.

Gli articoli di Elenco prezzi per le derivazioni sono riferiti alle diverse tipologie di impianti:

- incassati in esecuzione normale;
- incassati in esecuzione stagna;
- in vista, staffettati alle strutture portanti, in esecuzione stagna;
- installati entro canalette portacavi in PVC;

e comprendono, oltre agli oneri ed adempimenti previsti nelle Norme per l'esecuzione dei lavori, le forniture, le prestazioni e gli oneri qui di seguito elencati a titolo esemplificativo e non limitativo:

a) fornitura e posa in opera di tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione di ciascuna derivazione e delle reti di distribuzione e di terra, comprese linee dorsali e diramazioni (tubazioni, conduttori, cassette e scatole di derivazione, apparecchi di comando, prese, ecc.);
b) assistenza muraria comprendente materiali, mano d'opera e ponteggi;
c) allacciamenti, cablaggi e quant'altro necessario per dare ciascuna derivazione completa e funzionante.

49.2 - Cavi

Saranno computati a metro di effettiva lunghezza. I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche le intestazioni ed i collegamenti.

49.3 - Rete di collegamento dei dispersori di terra

Sarà computata a metro di effettiva lunghezza senza tenere conto di sovrapposizioni. Gli articoli di Elenco Prezzi comprendono anche l'esecuzione dei collegamenti e la fornitura delle minuterie. Solo escluso l'eventuale scavo ed il rinterro da contabilizzare con l'articolo dello scavo di fondazione.

49.4 - Conduttori e cavallotti della rete di protezione dalle scariche atmosferiche

Saranno computati a metro di effettiva lunghezza.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche il fissaggio alle strutture portanti, le giunzioni, i collegamenti ed i distanziatori.

Le giunzioni dei cavallotti con i conduttori e le strutture metalliche saranno computate a numero.

Art. 50 – Difese spondali

Le difese spondali in scogliera di pietrame della classe HMA1000-3000 saranno computate per il loro volume effettivo, misurato vuoto per pieno, senza tenere conto di eventuali eccedenze rispetto alle sezioni teoriche di Progetto.

Quelle in scogliera di pietrame della classe HMA3000-6000 saranno computate per il loro peso.

Gli articoli di Elenco prezzi comprendono la regolarizzazione, la livellazione e la compattazione del piano di posa e la profilatura delle scarpate (escluso solo l'eventuale calcestruzzo magro per la regolarizzazione di piani di posa in roccia, ove previsto nei documenti progettuali).