



Provincia di REGGIO EMILIA



Comune di NOVELLARA

PROGETTO DELLA TANGENZIALE DI NOVELLARA

(Da S.p 30 a S.p. 5 a S.p. 42
all'intersezione con l'allacciante Cartoccio)

PROGETTO DEFINITIVO 2° STRALCIO LOTTO 2 - ASSE 2

Oggetto:

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE
DEGLI ELEMENTI TECNICI

COMMITTENTE:

Provincia di REGGIO EMILIA

Corso Garibaldi, 59
42121 Reggio Emilia
C.F. 00209290352
info@provincia.re.it

Timbro e Firma:

Data Prima Emissione:

OTTOBRE 2022

Verificato:		Approvato:	
Data:	Nome:	Data:	Nome:
10/10	C. Sillato	10/10	C. Sillato

Rev. n°:	Data Rev.	DESCRIZIONE MODIFICHE	Verificato:	Approvato:
00	Ottobre 2022	P. Definitivo - Asse 2	10/10 C. Sillato	10/10 C. Sillato

Scala:

/

File:

DTE04.pdf

Progetto:

inStudio
INGEGNERI ASSOCIATI

inStudio ingegneri associati
studio associato fra gli ingegneri
Claudio Sillato e Daniele Cangini

viale della Lirica, 49
48124 Ravenna
tel 0544408035
instudio@instudioassociati.it

Timbro e Firma:

Tavola n°

Responsabile della progettazione:

Ing. Claudio Sillato

DTE04

**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE
DEGLI ELEMENTI TECNICI**

INDICE

INDICE	2
CAPO 1 – QUALITÀ E PROVENIENZA DEL MATERIALE	4
ART. 1 - CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE - PROVE DI CONTROLLO	4
ART. 2 – PROVVISI DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE IN GENERE.....	5
ART. 3 – PROVA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE IN GENERE.....	6
ART. 4 – MARCATURE CE	6
ART. 5 - CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI.....	6
ART. 6 - SONDAGGI E TRACCIATI	11
ART. 7 - SCAVI E RILEVATI IN GENERE.....	11
ART. 8 - PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEL RILEVATO STRADALE O DELLA FONDAZIONE STRADALE.	13
ART. 9 – RILEVATI	14
ART. 10.1 - FORMAZIONE DEL RILEVATO CON MATERIALI PROVENIENTI DALLA SCARIFICA MEDIANTE FRESATURA DELLE PAVIMENTAZIONI STRADALI.....	16
ART. 10.2 - OPERE IN TERRA STABILIZZATE CON CALCE: FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE IN RILEVATO E PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEI RILEVATI.....	20
ART. 10.3 - PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER L'USO DEI MATERIALI PROVENIENTI DA RICICLAGGIO DI RIFIUTI INERTI SPECIALI	25
ART. 10.4 - STABILIZZAZIONE CALCE – CEMENTO	27
ART. 11- RILEVATI E RINTERRI ADDOSSATI ALLE MURATURE, DRENAGGI E RIVESTIMENTI DI PIETRE	28
ART. 12 - SCAVI DI SBANCAMENTO ED INCASSATI PER FONDAZIONI	28
ART. 13 - ESAURIMENTI DI ACQUA - SCAVI SUBACQUEI	29
ART. 14 - ARMATURE E SBADACCHIATURE DEGLI SCAVI DI FONDAZIONE.....	30
ART. 15 - DEMOLIZIONE DI MURATURE	30
ART. 16 - CONGLOMERATI CEMENTIZI - GENERALITA'.....	30
ART. 17 - CEMENTI ARMATI	32
ART. 18 - OPERE IN CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO	33
ART. 19 - CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER COPERTINE, PEZZI SPECIALI,CUNETTE.....	33
ART. 19 - MANUFATTI VARI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	33
ART. 20 - CASSEFORME - ARMATURE E CENTINATURE	34
ART. 21.1 - LAVORO IN FERRO E SPECIALI	34
ART. 21.2 – BARRIERE DI SICUREZZA E PARAPETTI	36
ART. 21.3 – BARRIERE ANTIRUMORE E BARRIERE DI SICUREZZA CON PANNELLO ANTIRUMORE INTEGRATO	45
ART. 22.1 - FONDAZIONE DELLA CARREGGIATA	58
ART. 22.2 – FONDAZIONE (SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO - DESCRIZIONE	59
ART. 22.3 - FORNITURA E POSA IN OPERA DI CONGLOMERATO BITUMINOSO	63
ART. 23.1 - STRATO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DI BASE.....	63
ART. 23.2 - STRATO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DI COLLEGAMENTO(BINDER).....	69
ART. 23.3 - CONGLOMERATO BITUMINOSO FONOASSORBENTE PER STRATI DI USURA TIPO ASPHALT RUBBER OPEN GRADED	75
ART. 24 - STRATO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DI USURA.....	87
ART. 25 - LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE	93
ART. 26 - PIETRE E CIOTTOLE PER DRENAGGI IN OPERA	93
ART. 27 - TOMBINI TUBOLARI DI CEMENTO	93

ART. 28.1 - TUBAZIONI IN PVC	95
ART. 28.2 -TUBAZIONI IN PVC-U UNI EN 1452 PN6 – PN10	97
ART. 28.3 – CLAPET ANTIRIFLUSSO.....	110
ART. 29 - TERMINI DI CONFINE	110
ART. 30 SEGNALETICA VERICALE E ORIZZONTALE.....	110
ART.31 ILLUMINAZIONE PUBBLICA	116
ART. 32 – IMPERMEABILIZZAZIONE, GIUNTI E DISPOSITIVI WATERSTOP	121
ART. 33 - RIVESTIMENTO IN LISTELLI A COLLA	128
CAPO 2 – NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI.....	129
ART. 34 - NORME GENERALI.....	129
ART. 35 - VALUTAZIONE DEI LAVORI A CORPO E A MISURA	129
ART. 36 - CRITERI PER LA VALUTAZIONE LAVORAZIONI A MISURA.....	130
ART. 35 - LAVORI IN ECONOMIA.....	130
ART. 36 - SCAVI E RILEVATI IN GENERE	130
ART. 37 - SCAVI	130
ART. 38 - PREPARAZIONE DEL SUOLO	132
ART. 39 - RILEVATI	132
ART. 40 - RIEMPIMENTI - RICARICHI - TOMBAMENTI.....	133
ART. 41 - FONDAZIONE STRADALE	133
ART. 42 - CONGLOMERATI BITUMINOSI	133
ART. 43 - DEMOLIZIONE DI MURATURE	134
ART. 44 - MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI	134
ART. 45 - FERRO TONDO PER CALCESTRUZZO	134
ART. 46 - TUBAZIONI IN TUBI DI CEMENTO	135
ART. 47 - CORDONATO PER AIUOLE SPARTITRAFFICO.....	135
ART. 48 - MANUFATTI IN FERRO	135
ART. 49 - RISPETTO AMBIENTALE	135

Il presente capitolato è da considerarsi integrativo e non sostitutivo delle prescrizioni di Screening dettate dalla regione Emilia Romagna prot. 06/626 del 07/12/2005. Tale elaborato risulta allegato al presente progetto "Relazione di ottemperanza alle prescrizioni di Screening".

CAPO 1 – QUALITÀ E PROVENIENZA DEL MATERIALE

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; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori. L'accettazione preventiva della Direzione Lavori consiste nella verifica delle certificazioni e nella eventuale esecuzione di prove sperimentali di accettazione.

Le certificazioni di cui sopra che il D.L. è tenuto a controllare sono quelle risultanti dalla:

- a) prequalifica con la quale, sulla scorta dei documenti accompagnanti i materiali (certificati delle prove sperimentali eseguite ovvero dichiarazioni del produttore), si evince la corrispondenza alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale ovvero alle prescrizioni riportate nei documenti di gara ed oggetto della formulazione dell'offerta economicamente più vantaggiosa;
- b) identificazione univoca effettuata a cura del produttore secondo le procedure applicabili e riportata nel Documento di Trasporto di cui dovrà essere consegnata una copia alla Direzione Lavori.
- c) Certificazione (marcatura CE) rilasciata da un Ente terzo indipendente ovvero, ove ammesso, autocertificazioni dei materiali da parte dei Produttori.

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

Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra corrispondente alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal Cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei 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, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli Istituti in seguito specificati e indicati dall'Amministrazione, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

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

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso i laboratori ufficiali.

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

Nel caso in cui il controllo di accettazione abbia esito negativo il materiale non potrà essere impiegato e l'Appaltatore dovrà provvedere a rimuovere dal cantiere le forniture ed i materiali rifiutati e sostituirli a sue spese con altri idonei.

Il Direttore dei Lavori ha facoltà di rifiutare in qualunque tempo i materiali e le forniture che non

abbiano i requisiti prescritti, che abbiano subito deperimenti dopo l'introduzione nel cantiere, o che per qualsiasi causa non risultassero conformi alle condizioni contrattuali.

Ove l'Appaltatore non effettuasse la rimozione nel termine prescritto dal Direttore Lavori, la Stazione Appaltante potrà provvedere direttamente ed a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resterà anche qualsiasi danno derivante dalla rimozione così eseguita.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'esecutore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'esecutore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'esecutore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'esecutore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo.

L'esecutore che 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.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'esecutore.

ART. 2 – PROVISTA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE IN GENERE

Tutti i materiali occorrenti per i lavori proverranno da cave, fabbriche, stabilimenti, depositi, ecc., scelti ad esclusiva cura e rischi dell'Appaltatore, il quale non potrà accampare alcuna eccezione qualora in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, degli stabilimenti, dei depositi, ecc., i materiali non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare ed esso fosse obbligato a ricorrere ad altre cave, stabilimenti, fabbriche, depositi ecc. in località diverse ed a diverse distanze o da diversa provenienza; intendendosi che, anche in siffatti casi, resteranno invariati i prezzi stabiliti in elenco come pure tutte le prescrizioni che si riferiscono alla qualità e dimensione dei singoli materiali.

L'Appaltatore è obbligato a notificare alla Stazione Appaltante, in tempo utile ed in ogni caso

almeno 15 giorni prima dell'impiego, la provenienza dei materiali e delle forniture per il prelevamento dei campioni da sottoporre, alle prove e verifiche che la Stazione appaltante ritenesse necessarie prima di accettarli.

Quando nella descrizione dei lavori fossero prescritti i luoghi di provenienza dei materiali e delle forniture e per qualsivoglia ragione la Stazione Appaltante ritenesse necessario o conveniente ricorrere ad altra località per il loro approvvigionamento, l'Appaltatore non potrà rifiutarsi a tale variazione quando ciò gli fosse ordinato per iscritto dalla Stazione Appaltante, salva la determinazione, nei modi prescritti, della eventuale variazione di prezzo in più od in meno.

Di contro l'Appaltatore non potrà sostituire i luoghi di provenienza, eventualmente prescritti, senza preventiva autorizzazione scritta della Stazione Appaltante.

Art. 3 – PROVA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE IN GENERE

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, per le prove e gli esami dei materiali impiegati e da impiegare, disposti dalla Direzione Lavori e dall'organo di collaudo per l'invio dei campioni ai Laboratori ufficiali prescelti dalla Stazione appaltante. I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in luogo stabilito in accordo con la Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione. I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

L'esito favorevole delle prove, anche se effettuate in cantiere, non esonera l'Appaltatore da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano nelle opere finite i prescritti requisiti.

La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'esecutore.

Art. 4 – MARCATURE CE

L'Appaltatore, affinché siano giudicati idonei, durante i lavori è tenuto ad impiegare macchinari, impianti, strumenti ed attrezzature, nonché materiali, dotati di Marcatura CE secondo quanto previsto dalla Normativa Italiana vigente al momento della presentazione dell'offerta ovvero al momento del loro utilizzo se previsto obbligatoriamente dalla normativa vigente.

L'utilizzo di materiali, macchinari, impianti, strumenti ed attrezzature sprovvisti di Marcatura CE sarà ammesso solamente a seguito di preventiva autorizzazione della D.L. che verrà rilasciata dietro formale motivata richiesta dell'Appaltatore.

ART. 5 - CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI

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

1) Acqua: quando non sia potabile, deve essere esente da impurità: oli, acidi, alcali, materie organiche, cloruri, solfati e qualsiasi sostanza che risulti dannosa o possa impedire o ritardare i

necessari fenomeni fisico-chimici.

La quantità di acqua da impiegare nelle miscele dovrà essere derivata dalla sperimentazione o definita a priori in accordo con la D.L.

L'acqua d'impasto, ivi compresa l'acqua di ricircolo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008:2003.

2) Leganti idraulici - Pozzolane : I leganti idraulici dovranno corrispondere alle caratteristiche tecniche ed ai requisiti dei leganti idraulici di cui alla legge 26 Maggio 1965 n. 595 ed al D.M. 14 Gennaio 1966 parzialmente modificato dal D.M. 31 Agosto 1972 (G.U. n. 287 6.11.1972). In particolare i requisiti di accettazione e le modalità di prova dei cementi dovranno corrispondere alle indicazioni del D.M. 3 Giugno 1968 (G.U. n. 180 17.7.1968). I materiali al momento dell'uso dovranno trovarsi in perfetto stato di conservazione.

Le calci dovranno avere i requisiti prescritti dalla Norma UNI EN 459-1:2015 e UNI EN 459-3:2015; i leganti dovranno essere dotati di Attestato di Conformità CE.

Gli agglomerati cementizi dovranno avere i requisiti di cui alla legge 26.8.1965 n. 595, al D.M. 31.8.1972 (che dettano le norme per l'accettazione e le modalità di prova dei leganti idraulici), e norme armonizzate della serie EN 197; i leganti dovranno essere dotati di Attestato di Conformità CE.

I cementi dovranno avere i requisiti di cui alla legge 26.05.1965 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197 ed al D.M. 3.6.1968 che dettano le norme per l'accettazione e le modalità di prova dei cementi; i leganti dovranno essere dotati di Attestato di Conformità CE a norma UNI EN 197.

I cementi dovranno essere:

- identificati mediante la descrizione, a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee (Direttiva 89/106/CE – DPR n.246/93);
- accettati dal Direttore dei Lavori mediante il controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante prove sperimentali di accettazione per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche;

I Produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati nella presente norma devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per controllo di produzione in fabbrica si intende il controllo permanente della produzione, effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto o Ente di controllo.

I cementi dovranno normalmente essere approvvigionati in cantiere a disposizione della D.L., per il preventivo esame, almeno un mese prima del loro impiego e dovranno essere conservati in magazzini coperti, perfettamente asciutti e senza correnti d'aria; l'Appaltatore sarà responsabile della buona conservazione del cemento.

La fornitura del cemento dovrà essere effettuata con l'osservanza delle condizioni e modalità di cui all'Art. 3 della legge 26.5.1965 n. 595 e s.m.. Qualora il cemento venga trasportato alla rinfusa, dovranno essere impiegati appositi ed idonei mezzi di trasporto: in questo caso il cantiere dovrà essere dotato di adeguata attrezzatura per lo scarico, di silos per la conservazione e di bilancia per

il controllo della formazione degli impasti.

L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sciolto dovrà risultare dal giornale dei lavori.

La qualità dei cementi forniti alla rinfusa dovrà essere accertata mediante prelievo di campioni come stabilito dall'art. 4 della legge 26.05.1965 n. 595 e s.m..

Il cemento, comunque fornito, che all'atto dell'impiego risultasse alterato sarà rifiutato e dovrà essere allontanato subito dal cantiere. La D.L. farà eseguire sul cemento approvvigionato, le prove prescritte. L'Appaltatore non potrà mai accampare pretese e compensi per eventuali ritardi o sospensioni di lavoro che si rendessero necessari per attendere i risultati ufficiali degli accertamenti sulla idoneità dei cementi. L'aggiunta ai cementi di materie per accelerare o ritardare la presa dei conglomerati, o per ritardarne od accelerarne l'indurimento, oppure per migliorarne la lavorabilità, la impermeabilità, la resistenza al gelo od altro, potrà essere eseguita solo su ordine della D.L.. Nell'uso degli additivi si dovrà tenere presente che la misura consentita degli additivi stessi dovrà essere tale da non perturbare le altre qualità richieste per il conglomerato o per presentare un pericolo per le armature.

Gli additivi per gli impasti cementizi devono corrispondere per qualità, tipo, caratteristiche e per la loro idoneità all'impiego a quanto fissato dalle norme UNI vigenti:

- UNI EN 934-2:2012
- UNI EN 480-1:2014

Le pozzolane ed i materiali a comportamento pozzolanico dovranno essere esenti da materie terrose, vegetali ed argillose o comunque eterogenee; dovranno inoltre essere di grana fina (cioè totalmente passanti al setaccio a rete ISO 3310 da 2 mm), asciutti, scricchiolanti al tatto ed accuratamente vagliati.

Quale sia la loro provenienza, le pozzolane od i materiali a comportamento pozzolanico, dovranno avere i requisiti prescritti dal R.D. 16.11.1939 N. 2230.

3) Terre ghiaio-sabbiose: (class. CNR-UNI 10006) per rilevati, sottofondi, fondazioni: saranno costituiti da misti naturali di fiume o di cava (A1 A3) provenienti da depositi alluvionali del quaternario, o da sabbie provenienti da depositi marini dell'oligocene inferiore (A2-4, A2-5). Il materiale destinato alla fondazione stradale (misto granulometricamente stabilizzato con legante naturale) se non proveniente da miscele di aridi frantumati, dovrà avere gli elementi ghiaiosi di pezzatura non superiore a 2.54 cm.

Gli inerti impiegati nelle miscele ternarie stabilizzate a calce dovranno essere non plastici, presentare una perdita in peso alla prova Los Angeles inferiore al 30% e la loro curva granulometrica dovrà essere continua ed uniforme e collocarsi in un fuso granulometrico approvato dalla D.L.

4) Aggregati Lapidei

Gli aggregati lapidei utilizzati per la produzione di calcestruzzo, di conglomerati bituminosi e per la formazione delle fondazioni stradali dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalle seguenti Norme armonizzate:

- UNI EN 12620 - Aggregati per calcestruzzo;
- UNI EN 13043 - Aggregati per miscele bituminose;
- UNI EN 13055 - Aggregati leggeri per calcestruzzo e malta;
- UNI EN 13139 - Aggregati per malta;
- UNI EN 13242 - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in

opere di ingegneria civile.

4a) Ghiaie-Ghiaietti-Pietrischi-Pietrischetti-Sabbie per opere murarie (da impiegarsi nella formazione dei conglomerati cementizi) dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalle "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso con D.M. 14 Febbraio 1992. Ferme restando le curve granulometriche, le dimensioni dovranno sempre essere le maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato: di norma però non si dovrà superare il diametro massimo di cm. 5. Se si tratta di lavori correnti di fondazione e di elevazione, muri di sostegno, piedritti o simili di cm.3, se si tratta di cementi armati di cm.2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.). Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni fissate dall'art.2 delle norme citate nel seguente comma 6).

Oltre a queste raccomandazioni, per le dimensioni degli inerti si faccia riferimento a quanto prescritto nelle tavole strutturali di progetto.

4b) 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 CNR (Fascicolo n. 4 - Ed. 1953) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

4c) Ghiaie-Ghiaietti per pavimentazioni: dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella U.N.I. 2710 - Ed. Giugno 1945". Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee, non presentare perdite di peso, per decantazione di acqua, superiore al 2%.

5) Manufatti di cemento: i tubi di cemento dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con diametro uniforme, dosature e spessore corrispondenti alle prescrizioni e ai tipi; saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione senza screpolature o sbavature e muniti delle opportune sagomature alle due estremità per consentire un giunto a sicura tenuta. Il calcestruzzo, così come i diversi materiali componenti (aggregati, acqua d'impasto, additivi, aggiunte, nonché acciaio di armatura e fibre di acciaio) dovranno essere conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 1916. Le guarnizioni di tenuta, ove previste in progetto o richieste dalla D.L., saranno conformi alla EN 681-1, atte a garantire la tenuta idraulica perfetta ad una pressione interna di esercizio di 0,5 atm e, per quanto riguarda la durabilità, ai requisiti della UNI EN 1916.

6) Materiali metallici: dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove, fissate dalle norme di unificazione UNI per i vari tipi di materiale, ferma restando l'applicazione del D.M. 09.01.1996 e di quanto previsto al cap. 11 del D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni" che fissa le norme e condizioni per le prove e l'accettazione dei materiali metallici.

I materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.

6a) Acciaio per struttura metallica Tutti i materiali impiegati dovranno essere qualificati e marcati CE ai sensi della Direttiva 89/106/CEE, recepita dal DPR n.246/93. 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. L'Appaltatore dovrà esibire gli ordini effettuati per i materiali da impiegare contenenti le specifiche tecniche richieste a Progetto, i controlli e le certificazioni cui i materiali stessi dovranno essere sottoposti. In particolare, se non diversamente indicato a Progetto, le lamiere dovranno essere approvvigionate con tolleranza sullo spessore classe A UNI EN 10029. Insieme con gli ordini emessi l'Appaltatore dovrà esibire le relative conferme d'ordine da parte del produttore, con esplicita accettazione delle specifiche tecniche richieste e indicazione dei tempi di consegna. Qualora l'Appaltatore impieghi materiale giacente a magazzino ne dovrà fornire la documentazione d'origine del Produttore.

Per l'impiego nelle strutture in cemento armato gli acciai in barre tonde dovranno corrispondere ai tipi B450C e B450A, così come definiti dal D.M. in vigore sulle Norme Tecniche (D.M. 14/01/2008). Gli acciai per le armature di precompressione dovranno corrispondere alle prescrizioni di cui al D.M. in vigore sulle Norme Tecniche.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo. Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

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

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

9) Legnami: da impiegare in opera stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati. I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non da rami. Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri.

I legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento. I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega e dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

10) Bitumi-Emulsioni bituminose-Catrami: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fasc.n°2 - Ed.1951. "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" Fasc.n.3 - Ed.1958; "Norme per l'accettazione dei catrami per usi stradali" -Fasc.n°1 - Ed.1951; tutti del CNR.

11) Bitumi liquidi: dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per uso stradale" Fasc.n°7 - Ed. 1957 del CNR.

12) Terre: si adottano la definizione, classificazione, prescrizione e prove contenute nelle norme CNR- U.N.I. 10006.

13) Terre da impiegarsi nelle stabilizzazioni in calce: non devono contenere più del 3% di materie organiche. La loro granulometria deve essere compatibile con l'impiego previsto per le miscele. Le loro caratteristiche sono definibili sulla base di quanto stabilito dal CNR nel suo Bollettino Ufficiale

- Anno VII - N.36 - del 21.02.1973.

14) Materiali naturali o artificiali a comportamento pozzolanico: Tali materiali, siano essi usati nelle miscele binarie o ternarie, debbono corrispondere ai requisiti stabiliti specificatamente della D.L. in funzione degli impieghi previsti per le miscele stesse. Per le pozzolane ed i basalti dovranno essere valutate, secondo le norme ASTM C 618/78 e C 595/71, le seguenti caratteristiche:

- trattenuto al vaglio da 40 mm;
- indice di attività pozzolanica;
- contenuto di CaO libera;
- residuo massimo di incombusti.

Le caratteristiche da indagare delle scorie granulate d'alto forno saranno:

- coefficiente alfa;
- trattenuto al vaglio da 5 mm.

Infine per quanto concerne le ceneri volanti si dovranno determinare:

- data di prelevamento dalla centrale;
- superficie specifica;
- perdita al fuoco;
- tenore in SO₃.

15) Le calci per i trattamenti di stabilizzazione:

Le calci aeree impiegate debbono soddisfare i requisiti previsti dalla normativa vigente. Le calci aeree vive non dovranno, altresì, presentare elementi di dimensioni superiori a 2 mm ed il loro trattenuto al vaglio da 80 dovrà essere inferiore al 50%. Esse, infine, dovranno avere un tenore di calce libera maggiore dell'80% e, alla prova di reattività all'acqua, dovranno raggiungere i 60°C entro 20 min. Le calci aeree idrate dovranno presentare un passante al vaglio da 80 superiore al 90% ed avere un tenore in calce libera maggiore del 50%.

ART. 6 - SONDAGGI E TRACCIATI

Prima di porre mano ai lavori di sterro e riporto, l'Impresa è obbligata ed eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette. Dovrà quindi consegnare alla direzione lavori il rilievo planoaltimetrico di quanto tracciato in formato Autocad. A suo tempo dovrà pure stabilire, nei tratti che indicherà la Direzione dei 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'appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle mondine, come per i lavori in terra.

ART. 7 - SCAVI E RILEVATI IN GENERE

Gli scavi da eseguirsi prevalentemente con mezzi meccanici ed i rilevati occorrenti per la formazione del corpo strade e per ricavare i relativi fossi, cunette, accessi, passaggi, rampe e simili, saranno eseguiti conformemente alle previsioni di progetto, salvo le eventuali varianti che fossero predisposte dalla Direzione dei Lavori; dovrà essere usata ogni esattezza nello scavare i fossi, nello

spianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada, che dovranno perciò risultare paralleli all'asse stradale. L'appaltatore dovrà consegnare le trincee ed i rilevati, nonché gli scavi e riempimenti in genere, al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con cigli ben tracciati e profilati compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e poi fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate e banchine e lo spurgo dei fossi.

In particolare si prescrive:

a) **SCAVI**: nell'esecuzione degli scavi l'appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano la inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria e prescritta dalla Direzione Lavori allo scopo di impedire scoscendimenti, restando egli responsabile, in caso di inadempienza delle disposizioni impartite, di eventuali danni alle persone ed opere, ed alla rimozione delle materie franate. L'appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi possibilmente completi a piena sezione in ciascuno tratto iniziato. Comunque, il sistema di scavi per l'apertura della sede stradale, qualunque sia la natura del terreno ed il mezzo di esecuzione, deve essere tale da non provocare franamenti e scoscendimenti. Inoltre, dovrà aprire senza indugi fossi e cunette occorrenti e comunque mantenere efficienti, a sua cura e spese, il deflusso delle acque anche se occorra, con canali fuggatori.

Le materie provenienti dagli scavi per l'apertura della sede stradale, non utilizzabili e non ritenute idonee a giudizio della Direzione, per la formazione di rilevati e per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, fuori della sede stradale depositandole su aree che l'appaltatore deve provvedere a sua cura e spese. E' proibito in modo assoluto lo scarico lungo le sponde franose o che possano divenire tali per l'appoggio di materie a rifiuto. Le zone di scarico dovranno essere autorizzate dalla Direzione; inoltre resta tassativamente prescritto che nessun deposito di materie potrà essere fatto lungo le sponde dei torrenti e dei canali di Bonifica senza avere ottenuto la preventiva approvazione dell'Ufficio Genio Civile, del Corpo Forestale dello Stato e degli Enti di Bonifica. Tali autorizzazioni dovranno essere chieste ed ottenute dall'appaltatore a

tutte sue cure e spese ed esibite alla Direzione Lavori. Rimangono ad intero carico dell'appaltatore tutte le spese per eventuali indennizzi ai proprietari per danni alle proprietà, a strade pubbliche e private ecc., che fossero causate da detti depositi intendendosi che anche per questo titolo l'appaltatore dovrà tenere sollevata l'Amministrazione appaltante da ogni ingiunzione delle autorità e da ogni pretesa o molestia dei terzi.

Nei tratti in cui gli scavi, gli scarichi dei materiali e le costruzioni in genere interessino la viabilità pubblica e privata, le linee elettriche o telefoniche, l'appaltatore dovrà a sua cura e spese assicurare sempre ed in ogni momento la libera circolazione sulle strade ed il libero esercizio delle linee elettriche e telefoniche attenendosi a tutte quelle disposizioni che dai competenti uffici e dalle ditte proprietarie delle anzidette linee venissero impartite.

b) **RILEVATI**: per la formazione dei rilevati si impiegheranno le materie provenienti dagli scavi di cui alla lettera a) precedente, in quanto disponibili ed adatte.

Potranno essere altresì utilizzate nei rilevati le materie provenienti da scavi per opere d'arte sempreché disponibili ed egualmente ritenute idonee.

Sarà obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso di dare ai rilevati durante la loro esecuzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché

all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte. Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. I rilevati avranno le scarpate ben profilate e la superficie di appoggio della fondazione ben regolarizzata senza avvallamenti ed irregolarità alcuna. Nella ripresa del lavoro il rilevato già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticando inoltre solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

ART. 8 - PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEL RILEVATO STRADALE O DELLA FONDAZIONE STRADALE

Prima di dare inizio ai lavori contemplati nel presente articolo, l'Impresa farà eseguire le seguenti verifiche sul terreno sottostante lo strato vegetale, sia per la formazione dei piani di posa dei rilevati che delle fondazioni stradali in trincea;

- 1 - classifica secondo la tabella AASHO;
- 2 - determinazione del rapporto fra la densità in sito e la densità massima AASHO mod. di laboratorio;
- 3 - determinazione dell'umidità percentuale;
- 4 - rilievo dell'altezza massima delle acque sotterranee.

Nella formazione del piano di posa del rilevato si provvederà anzitutto al taglio delle piante ed all'estirpazione di ceppaie, radici, arbusti ecc. ed al loro trasporto fuori dell'area di sede stradale il tutto a carico dell'Impresa; si eseguirà poi la rimozione del terreno vegetale sottostante l'intera area di appoggio, per una profondità di cm. 30. Detta profondità potrà essere anche maggiorata, qualora la Direzione Lavori lo ritenga necessario e lo ordini.

Effettuate le operazioni precedentemente indicate, se la Direzione Lavori avrà deciso a suo giudizio di migliorare la capacità portante del terreno del piano di posa, ordinerà le operazioni necessarie, pagandole con i relativi prezzi di elenco.

L'Impresa procederà poi alla preparazione del piano di posa del rilevato, o della fondazione stradale in trincea, mediante compattamento, fino a raggiungere almeno per cm. 30, il 95% della densità massima AASHO mod. e modulo di deformazione con piastra di 30 cm. di diametro determinato secondo la norma CNR 146/92, al primo ciclo di carico, nell'intervallo compreso tra $0,05 \div 0,15$ N/mm², deve risultare non inferiore a:

- 15 N/mm² (valore minimo per consentire il corretto costipamento degli strati soprastanti), quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è maggiore di 2,00 m;
- 20 N/mm², quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 1,00 e 2,00 m;
- 30 N/mm², quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 0.50 e 1,00 m;

Per distanze inferiori a 0.50 m si applicano i requisiti richiesti ai sottofondi.

In trincea $M_d \geq 40$ N/mm².

In ogni caso l'Impresa è tenuta a garantire l'immediato smaltimento delle acque dagli scavi d'anzi detti.

Il terreno rimosso dovrà essere trasportato a rifiuto dalla Impresa la quale potrà trattenere ed

accatastare ai lati del rilevato il terreno vegetale necessario al rivestimento delle scarpate, sempre che tale terreno risulti idoneo. Anche in questo caso l'Impresa dovrà avere la massima cura affinché non venga impedito lo smaltimento delle acque.

Quando i rilevati da eseguire restano addossati a declivi con pendenza superiore al 15%, la formazione del rilevato verrà preceduta, oltre che dalla asportazione del terreno vegetale per una profondità di cm. 30 anche dalla gradonatura del pendio, con inclinazione inversa a quella del terreno; la preparazione del piano di posa ed il relativo compattamento, anche in questo caso, effettuati come sopra.

Quando si dovrà addossare il nuovo rilevato al rilevato esistente si dovrà procedere alla gradonatura della scarpata di questo con tagli verticali non superiori a 60 cm. detta gradonatura inizierà dal ciglio bitumato esistente.

ART. 9 – RILEVATI

a) Materiali idonei: per la costituzione dei rilevati si avrà massima cura nella scelta dei materiali idonei, escludendo i terreni vegetali argillosi, quelli con humus, radici, erbe, materie organiche.

Per i rilevati verranno impiegati: i terreni provenienti dalla escavazione di depositi alluvionali formati di misti naturali di ghiaia e sabbia, dalle materie provenienti dalla demolizione della sede stradale e dalle materie provenienti dagli scavi in quanto disponibili e adatte, sulla cui idoneità giudicherà insindacabilmente la Direzione dei Lavori. Per i rilevati, da eseguire con terreni provenienti da cave, saranno impiegate soltanto terre appartenenti ai gruppi A-1; A-2-4; A-3. In ogni caso però i terreni per la formazione di rilevati non potranno avere indice di gruppo superiore a 4 e indice di plasticità superiore a 6. Le prove tutte, se non altrimenti specificato, dovranno essere eseguite secondo le norme AASHO.

Dovrà quindi essere effettuato, in un primo tempo, un esame accurato delle materie di previsto impiego, onde stabilire il gruppo di appartenenza del passante al crivello da 76 mm. (3 pollici), come dalla tabella delle norme CNR - U.N.I. 10006 e tabella AASHO 145/49. L'Impresa potrà aprire le cave di prestito ovunque lo riterrà di sua convenienza, subordinatamente all'accennata idoneità delle materie da portare in rilevato ed al rispetto delle vigenti disposizioni in materia da cave.

Le cave di prestito sono da aprirsi a totale cura e spese della Impresa.

Il misto di ghiaia e sabbia, di fiume, di torrente o di cava se impiegato nella formazione dei rilevati, dovrà contenere una percentuale di argilla non superiore all'8% indice di gruppo uguale a zero, indice di plasticità max. 6. La granulometria del miscuglio sarà tale da assicurare una conveniente proporzione fra ghiaia media e grossa ed elementi minuti, conformemente alle richieste della Direzione dei Lavori ed in particolare si avrà cura di disporre i materiali più grossolani nella parte più bassa del rilevato, riservando quelli a mano a mano più piccoli nelle parti più alte di posa della sovrastruttura, sarà esente da ciottoli i quali dovranno essere allontanati dal corpo stradale.

La stessa verrà eseguita a strati di spessore proporzionato al mezzo costipante usato, in ogni caso di spessore a fresco, non superiore ai cm. 30 e con la pendenza trasversale necessaria per lo smaltimento delle acque. L'impiego delle terre appartenenti alle categorie A-2-5; A-2-6; A-2-7 provenienti dagli scavi, sarà deciso insindacabilmente dalla Direzione Lavori, la quale si riserva di impartire in proposito le prescrizioni e le norme che riterrà opportune. Saranno anzitutto effettuate le verifiche prescritte e le operazioni preliminari di cui al presente articolo.

Nell'intento di preservare il corpo del rilevato dalle risalite di acqua del terreno sottostante, la Direzione Lavori potrà ordinare l'impiego di quei materiali e le lavorazioni che riterrà necessari.

La stesa della terra golenale verrà eseguita a strati di spessore proporzionato al mezzo costipante usato, in ogni caso di spessore a fresco non superiore a 30 cm. e con la pendenza trasversale necessaria per lo smaltimento delle acque.

b) Formazione del rilevato:

La stesa del materiale verrà eseguita in strati di spessore proporzionato, in ogni caso di spessore non superiore a cm. 30 e con la pendenza trasversale necessaria per permettere un rapido smaltimento delle acque piovane, non inferiore al 3% e mai superiore al 5%. Lo stato del materiale impiegato per ogni strato verrà, occorrendo, corretto mediante inumidimento con acqua o mediante essiccamento, previa rimozione, in pendenza alle prove di laboratorio. Se l'umidità del materiale è inferiore a quella approvata dalla Direzione Lavori, l'aggiunta di umidità dovrà essere effettuata in modo da ottenere una uniforme distribuzione in tutta la massa del materiale costituente lo strato di lavorazione, se è superiore, il materiale dovrà essere essiccato con aerazione.

Il costipamento avverrà con mezzi meccanici idonei.

L'Impresa disporrà di mezzi compattanti del tipo e peso idonei al particolare tipo di terra.

Dovranno essere tenuti costantemente a disposizione anche dei carrelli pigiatori gommati, allo scopo di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia. Alla ripresa del lavoro, però, la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata. L'opera di compattamento deve essere preceduta ed accompagnata dal servizio di motograder che curino in continuità la sagomatura della superficie; è infatti della massima importanza che questa, nel corso della formazione del rilevato, presenti sagoma spiovente lateralmente con falde di opportuna pendenza e si evitino buche e solchi dove l'acqua possa ristagnare.

A tale scopo l'Impresa a suo carico e onere dovrà disporre in permanenza di apposite squadre, mezzi e materiali aridi di manutenzione per rimediare danni causati dal traffico sui rilevati, oltre a quelli dovuti alla pioggia, neve e gelo. L'impiego dei mezzi costipanti dovrà conferire ai singoli strati di terra un valore della densità secca in sito uguale al 90% della densità max. AASHO modificata. Ogni strato dovrà avere i requisiti di costipamento e di umidità ottimi richiesti prima che venga messo in opera lo strato successivo.

Nella formazione dei rilevati si riserveranno agli strati superiori le terre migliori disponibili (sia provenienti da scavi in alvei, sia provenienti da cave in prestito).

Per l'ultimo strato di cm. 30, sottostante la fondazione o massicciata si dovrà ottenere sempre una densità secca in sito uguale o superiore al 95% della densità max AASHO modificata.

Il controllo del grado di costipamento verrà effettuato mediante piastra da 0 30 cm. e si dovrà raggiungere un valore del modulo di deformazione **Md ≥ 80 N/mm²**.

Per i valori della densità dei terreni, si assume come prova di riferimento la AASHO modificata:

- 1) Prova di densità in fustella piccola (diametro 101,6 mm.) per tutti i terreni che, all'analisi granulometrica non presentano elementi con dimensioni maggiori di 5 mm., da eseguirsi sul materiale passante al setaccio n. 4 della serie ASTM.
- 2) Prova di densità con fustella grande (diametro 152,4 mm.) per tutti i terreni che, all'analisi granulometrica, presentano elementi con dimensioni maggiori di 5 mm., da eseguire sul materiale passante al setaccio da 1^a delle serie ASTM.

Di norma la successione delle varie qualità di terre nei rilevati sarà la seguente: prima gli strati di terre golenali del gruppo A3 quindi le terre dei gruppi A2-4, quindi lo strato superiore di spessore fresco non inferiore ai cm. 30 di terra del gruppo A1 proveniente da cave o da disponibili depositi alluvionali. E' consentita la costruzione di rilevati con impiego a strati alternati di materiali

appartenenti rispettivamente ai gruppi A-1; A-2-4; A-3, sempre con i limiti superiori di 4 per l'indice di gruppo e di 6 per l'indice di plasticità. In tal caso valgono per ogni strato le norme di esecuzione relative a ciascun gruppo, con l'avvertenza che l'ultimo strato di cm. 30 dovrà essere costituito soltanto da materiali del primo gruppo.

Nel riempimento dei cavi, canali o buche poste entro l'area coperta del terrapieno già costruito e le murature dei manufatti, o dei muri di sostegno, verrà impiegato lo stesso materiale del rilevato, posto in opera con particolare cura in strati successivi (circa cm. 30) e costipato perfettamente fino ad ottenere il 95% della densità max AASHO modificato.

Nella costruzione del rilevato l'Impresa provvederà affinché le scarpate e le banchine della carreggiata siano rivestite di terra vegetativa per uno spessore minimo di cm. 30 misurato normalmente alla scarpata, riservandosi la Direzione Lavori la facoltà di stabilire ed ordinare, anche in corso d'opera, spessori diversi senza che l'Impresa possa, a questo titolo, accampare riserve.

Il terreno potrà provenire sia dallo scoticamento effettuato inizialmente per la preparazione del piano di appoggio del rilevato, sia dallo scavo dei fossi e cunette che da altre zone, purché possieda caratteristiche tali da assicurare l'attecchimento e lo sviluppo della vegetazione.

A lavoro ultimato la sagoma e le livellette del rilevato dovranno risultare conformi ai disegni e alle quote stabilite dal progetto.

Il rivestimento delle scarpate e del ciglio delle banchine con terra vegetale dello spessore succitato, dovrà essere eseguito procedendo a cordoli orizzontali da costiparsi con mezzi meccanici idonei, previa gradonatura di ancoraggio onde evitare possibili superfici di scorrimento e in modo da assicurare una superficie regolare.

Il rivestimento seguirà dappresso la costruzione del rilevato; qualora la sua costruzione avvenga assieme a quello del rilevato, non è necessaria la predetta gradonatura.

Non è consentita la costruzione anticipata di arginelli di contenimento del rilevato e della carreggiata.

La formazione del rilevato sarà sospesa a livello della quota di posa della fondazione per riprendere poi la costruzione e finitura delle banchine in modo da eseguire le varie assise della sovrastruttura, evitando risalti che intralcino lo scarico delle acque sui fianchi.

ART. 10.1 - FORMAZIONE DEL RILEVATO CON MATERIALI PROVENIENTI DALLA SCARIFICA MEDIANTE FRESATURA DELLE PAVIMENTAZIONI STRADALI

1. DOCUMENTAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le norme di riferimento, oltre a quelle previste nei manuali e nei capitolati, nell'edizione più aggiornata:

UNI EN ISO 17892-1:2015_Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 1: Determinazione del contenuto in acqua

UNI EN 13286-47:2012_ Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 47: Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento

C.N.R - B. U. n°69/78 Prova di costipamento di una terra.

UNI EN 1744-1:2013_ Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Parte 1: Analisi chimica

CNR B.U. A. VI n. 22/72 - Peso specifico apparente di una terra in situ

CNR B.U.A VI n. 25/72 - Campionatura di terre e terreni
CNR B.U.A V n. 23/71 - Analisi granulometrica di una terra
CNR B. U. A XXVI n.146/92 - Determinazione dei moduli di deformazione Md e M'd mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare.
CNR -UNI 10014 Determinazione dei limiti di consistenza di una terra
CNR -UNI 10013 Peso specifico dei granuli
AGI Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio SNV 670315 Essais CBR in situ
CNR B.U. 34/73 Prova Los Angeles
CNR B.U. 95/84 Determinazione dell'indice di forma
CNR B.U. 95/84 Determinazione dell'indice di appiattimento
DM 5/02/1998 Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 05/02/1997 n.22.
UNI EN 196-2:2013_ Metodi di prova dei cementi - Parte 2: Analisi chimica dei cementi
UNI EN 932-1:1998_ Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati. Metodi di campionamento.
UNI 8520-22:2017_ Aggregati per calcestruzzi - Parte 22: Metodologia di valutazione della potenziale reattività alcali-silice degli aggregati
EN 1744-1_ Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Parte 1: Analisi chimica

2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DI PROVENIENZA

I materiali utilizzati dovranno provenire esclusivamente dal luogo di produzione o stoccaggio, ed è fatto divieto di rifornirsi da discariche di qualsiasi tipo. I materiali provenienti da attività di scarifica del manto stradale mediante fresatura a freddo dovranno appartenere alla tipologia 7.6 del D.M. 05/02/1998 n.72, e dovranno essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato nell'allegato 3 del citato D.M. 05/02/98.

3. COMPOSIZIONE DEL MATERIALE UTILIZZATO

Per la realizzazione dei rilevati stradali con materiali provenienti dalla scarifica mediante fresatura delle pavimentazioni stradali è vietata la miscelazione con altre sostanze, anche se individuabili nelle altre tipologie del D.M. 05/02/98.

E' consentito miscelare il materiale solo con sabbia, per migliorarne l'assortimento granulometrico; il prodotto della miscelazione deve comunque rispondere a tutti i requisiti in cui alla presente specifica.

4. REQUISITI DEL MATERIALE RICICLATO

Il materiale prima della posa in opera, dovrà rispondere ai requisiti di seguito riportati, risultanti da prove di laboratorio sui Campioni rappresentativi prelevati.

4.1 Requisiti dimensionali

Granulometria

La granulometria del materiale, secondo la norma CNR 23/71 dovrà essere definita utilizzando almeno i seguenti setacci (mm): 0.063, 0.125, 0.250, 0.500, 1, 2,4, 8, 16, 31, 50, 63,100 e 140. La curva granulometrica deve essere continua, caratterizzata da un grado di uniformità G.U. ($=D_{60}/D_{10}$) > 15; il passante al setaccio 0.5 mm deve essere maggiore del 10% ed il passante al setaccio 0.063 deve essere inferiore al 15%.

La dimensione massima dei granuli non dovrà essere superiore a 71 mm e dovrà rientrare nel fuso granulometrico di seguito riportato

TABELLA 3 - Limiti di accettabilità

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % in peso
crivello 71	100
crivello 40	75-100
crivello 25	60-87
crivello 10	35-67
setaccio 2	15-40
setaccio 0.4	7-22
setaccio 0.075	2-15

Indice di appiattimento (norma CNR B.U. 95/84)

Per la frazione di aggregati di dimensione Superiore a 4 mm l'indice di appiattimento dovrà essere ≤ 35 .

Indice di forma (norma CNR B.U. 95/84)

L'indice di forma degli aggregati dovrà essere ≤ 35 .

4.2 Requisiti fisici e meccanici

Coefficiente Los Angeles (norma CNR B.U. 34/73) il coefficiente Los Angeles deve essere ≤ 40 .

Rigonfiamento (norma CNR UNI 10009)

La percentuale di rigonfiamento, determinata secondo le modalità della prova CBR dovrà essere inferiore all'1%.

Indice di plasticità (limiti di consistenza: norma CNR UNI 10014/64)

I materiali riciclati devono avere l'indice di plasticità $IP < 6$.

Sensibilità al gelo (CNR 80/1988 Fasc.4 art.23 modificato)

Le prove condotte sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A) dovrà dare sensibilità al gelo $G \leq 30$.

4.3 Requisiti chimici

Contenuto di solfati e solfuri (norma EN 1744-1)

Il contenuto totale di solfati e solfuri deve essere $< 1\%$. Se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in c.a., tale valore dovrà essere $< 0.5\%$.

4.4 Altri componenti

Contenuto di sostanze organiche (norma UNI 7466/75 II parte)

Dovranno essere assenti sostanze organiche o contaminanti.

5. REQUISITI DEL MATERIALE DOPO LA COMPATTAZIONE

Il materiale, dopo la Compattazione dovrà rispondere ai seguenti requisiti.

5.1 Requisiti dimensionali

Granulometria (norma CNR 23/71)

La percentuale di materiale passante al setaccio 0.063 non dovrà essere superiore al 20%.

5.2 Requisiti fisici

Modulo di deformazione (CNR B.U. 146/92)

Il modulo di deformazione, determinato mediante prova di carico su piastra, al primo ciclo di carico dovrà essere non inferiore a:

- 30 Mpa nell'intervallo 0,15 - 0,25 Mpa per gli strati dei rilevati. Il rapporto dei valori dei moduli misurati al primo ed il secondo ciclo non dovrà essere inferiore a 0,6
- 80 Mpa nell'intervallo 0,15 - 0,25 Mpa per l'ultimo strato di rilevato e per il piano di posa in trincea; il rapporto dei valori dei moduli misurati al primo ed il secondo ciclo non dovrà essere inferiore a 0,6

Grado di costipamento (norma CNR - BU 69)

Il grado di costipamento, determinato mediante il rapporto tra la messa volumica del secco raggiunta in situ e quella massima del secco ottenuta in laboratorio con l'energia di costipamento AASHTO modificata, dovrà essere non inferiore al 95%.

6. POSA IN OPERA

Compattazione e finitura

Il materiale dovrà essere steso in strati, ciascuno di spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto) e costipato al valore di umidità pari a $\pm 2\%$ rispetto all'ottimo determinato in laboratorio, mediante rullatura. La superficie superiore degli strati avrà una pendenza trasversale pari a circa il 3% e comunque tale da garantire lo smaltimento delle acque meteoriche; dovrà essere evitata la formazione di avvallamenti o solchi. Detta pendenza dovrà essere mantenuta durante il lavoro e il transito dei mezzi di cantiere. Le operazioni di compattazione dovranno essere determinate mediante la messa a punto degli schemi di rullatura che dovranno essere definiti prima dell'inizio dei lavori.

7. CONTROLLI

7.1 Controlli sui materiali da mettere in opera stoccati in cantiere.

Prima della messa in opera è necessario verificare che il materiale abbia la composizione prevista nel par. 1 e i requisiti riportati nel par. 4; il controllo dovrà essere eseguito su un campione significativo prelevato con una frequenza di almeno di 1 ogni 2000 m³ di materiale da posare in opera.

7.2 Controlli sul prodotto finale

Ogni 1000 m² di materiale steso in opera e compattato, si dovrà verificare che le caratteristiche del prodotto finale rispettino i requisiti riportati nel par 5. Allo scopo, sui campioni prelevati, dovranno essere eseguite, nelle modalità indicate nel paragrafo 5, le seguenti prove:

- granulometria;
- prova di carico su piastra a doppio ciclo con misura del modulo di deformazione e del rapporto dei due moduli (K);
- grado di costipamento;
- misura dello spessore dello strato.

ART. 10.2 - OPERE IN TERRA STABILIZZATE CON CALCE: FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE IN RILEVATO E PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEI RILEVATI

La stabilizzazione a calce verrà impiegata per:

- Formazione di corpo stradale in rilevato mediante fornitura e posa in opera di miscele terra-calce, ovvero miscelazione in sito di terre, appartenenti ai gruppi A5, A6, A7, A2-6 e A2-7, terreni provenienti sia da cave di prestito che da scavi, miscelazione terra-calce eseguita mediante idonei mescolatori (tipo pulvimixer o similari), compresa indennità di cava, compattazione e tutte le prescrizioni ed oneri indicate nelle norme tecniche;
- preparazione e stabilizzazione a calce del piano di posa dei rilevati e delle fondazioni stradali in trincea da effettuarsi direttamente su strati di terreno appartenenti ai gruppi A5, A6, A7, A2-6, A2-7, eseguita senza asportazione e sostituzione ma con correzione dei materiali in sito per lo spessore non inferiore a 30 cm, compreso lo scavo di scoticamento per una profondità media di cm 20, previo taglio degli alberi e dei cespugli, estirpazione delle ceppaie, carico e trasporto a rifiuto o a reimpiego dei materiali di risulta, anche coneventuale deposito e ripresa.

La stabilizzazione a calce di una terra consiste nella miscelazione della stessa con calce ed eventualmente con acqua, in quantità tali da modificare le sue caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche iniziali.

Tale miscelazione consente un aumento della lavorabilità di terre plastiche e un considerevole aumento delle resistenze meccaniche nonché della durabilità dell'opera nel suo complesso. Più in dettaglio l'effetto calce si esplica, proporzionalmente alla reattività della terra trattata e alla quantità di reattivo, nei modi seguenti:

- un notevole incremento delle resistenze all'erosione e al gelo e disgelo causati dagli agenti atmosferici;
- una drastica riduzione dei rigonfiamenti di strati composti di terre limo-argillose;
- una sostanziale riduzione delle deflessioni in fase di esercizio del piano viabile o rotabile sovrastante sottofondazioni o fondazioni stabilizzate;
- l'eliminazione della possibile contaminazione dello strato trattato da parte di particelle fini presenti nelle terre naturali limo-argillose sottostanti lo stesso;
- un aumento del modulo elastico della eventuale base granulare sovrastante lo strato stabilizzato;
- un incremento della capacità portante della terra sia a breve termine sia durante tutto il periodo di vita utile della pavimentazione, sotto le azioni cicliche, anche in presenza di acqua, dovute al transito dei veicoli;
- con reazioni pozzolaniche lente e graduali che, con le terre reattive, determinano processi di indurimento simili a quelli ottenibili con il cemento, sino a ottenere, a lungo termine, resistenze a compressione e a trazione a questo equivalenti.

TERRE

La risposta di una terra al trattamento con la calce dipende essenzialmente dalla composizione mineralogica, ovvero dalla qualità e dalla quantità dei molteplici minerali argillosi e della silice amorfa contenuti nel materiale, ciascuno caratterizzato da una propria reattività.

Una prima valutazione di idoneità al trattamento con calce indirizza perciò la scelta su terre fini plastiche limo-argillose dei gruppi A6 e A7 con valori dell'indice plastico normalmente compresi tra 10 e 50, o anche superiori, così come del gruppo A5 quando di origine vulcanica od

organogena; anche ghiaie limo-argillose identificabili come A2-6 e A2-7 possono essere convenientemente stabilizzate con calce quando contengano una frazione di passante al setaccio 0.4 UNI non inferiore al 35%.

Il terreno dovrà comunque presentarsi libero da vegetazione e qualsiasi altro corpo estraneo nonché da eventuali inclusioni di grossa pezzatura.

ACQUA

L'acqua eventualmente utilizzata per conferire agli impasti terra-calce il tenore di umidità ottima e per mantenere questo tenore durante l'eventuale periodo di maturazione degli strati compattati deve essere dolce, limpida, esente da impurità dannose, olii, acidi, alcali, cloruri, solfati, materie organiche e da qualsiasi altra sostanza nociva alle reazioni terracalce.

La sua provenienza deve essere definita e controllata prima e durante l'utilizzazione secondo quanto disposto dalla Norma UNI EN 206:2016.

CALCE

Le caratteristiche chimiche e fisiche della calce aerea da utilizzare nei trattamenti delle terre devono essere conformi ai requisiti specificati nella tabella I.

Tabella I - Requisiti chimici e fisici delle calci (i valori percentuali si intendono riferiti al peso)

REQUISITO	CALCE VIVA	CALCE IDRATA
CO ₂	≤5 %	-
(CaO+MgO) TOTALI	≥84 %	-
TITOLO IN IDRATI	-	≥85 %
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ +SO ₃	≤5 %	≤5 %
PEZZATURA	≤2 mm	-
PASSANTE AL SETACCIO CON LUCE NETTA DA:	μm ≥90 %	μm ≥85 %

I requisiti indicati nella tabella I saranno verificati in conformità a metodi chimici e fisici di analisi e controllo conformi a norme ufficiali italiane o di Paesi della Comunità Europea, norme che saranno specificate nel bollettini di laboratorio.

MACCHINARI

Tutti i macchinari necessari per una appropriata lavorazione dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori e dovranno essere mantenuti in condizioni di efficienza per tutta la durata dei lavori.

I requisiti per l'uniformità di miscelazione, impasto, costipamento, rifinitura, dovranno essere rispettati in ogni fase di lavoro.

La miscelazione della terra con la calce e l'acqua dovrà essere fatta con l'uso di macchinario atto a scarificare, polverizzare e miscelare uniformemente il materiale (es. Pulvimixer).

I motolivellatori dovranno essere semoventi e avere preferibilmente ruote gommate lisce e in ogni caso ali da non lasciare impronte sulla superficie del materiale lavorato.

Gli spargitori di calce dovranno essere equipaggiati con sistema di proporzionamento e distribuzione elettronico tale da assicurare una distribuzione che non vari al variare della consistenza e conformazione del terreno su cui si opera e dovranno assicurare una precisione

di dosaggio secondo quanto ammesso dalla Direzione dei lavori.

Le attrezzature costipanti (rulli a piastre, rulli gommati, rulli lisci, ecc.) dovranno avere caratteristiche che, a seconda della natura del terreno, diano garanzie di raggiungimento dei valori di densità in sito stabiliti di seguito.

Sarà facoltà della Direzioni Lavori richiedere la sostituzione di attrezzature che, a suo giudizio, siano ritenute non idonee.

I distributori d'acqua dovranno essere forniti di valvole a rapido disinnesto per la sospensione dell'erogazione, dovranno avere appropriate barre spruzzatrici dotate di appositi ugelli ed essere dotati di una pompa di forza tale da garantire una distribuzione uniforme e controllabile in ogni fase di lavorazione.

POSA IN OPERA

Le miscele di terra trattate con calce possono essere predisposte sia in sito, spargendo direttamente la calce sul suolo da trattare, sia incentrale, similmente alla preparazione dei misti cementati.

In condizioni ambientali di piogge persistenti o con rischio di gelo per il terreno sarà necessario sospendere le lavorazioni di seguito illustrate riguardanti l'utilizzo della calce.

PREPARAZIONE DEL SUOLO E DETERMINAZIONE DELL'UMIDITA'

Nell'ambito dei lavori preliminari di preparazione del suolo si asporterà lo spessore sufficiente ad assicurare l'eliminazione dei residui di vegetazione e della parte più ricca di humus.

Prima dello spandimento della calce si procederà alla determinazione dell'umidità naturale del terreno con metodi speditivi in più zone e a diverse profondità all'interno dello strato da trattare.

Per valori di umidità elevati si procederà a una erpicatura dello strato con successiva esposizione all'aria, al fine di ottenere l'evaporazione dell'acqua in eccesso rispetto al valore ottimo determinato in fase di progetto.

Per valori di umidità inferiori all'ottimo si procederà all'aggiunta della quantità di acqua necessaria al raggiungimento di quanto stabilito in progetto.

APPROVVIGIONAMENTO DELLA CALCE

La calce può essere approvvigionata sia sfusa sia in sacchi di carta, normalmente in relazione rispettivamente a piccole o grandi dimensioni dell'opera.

La calce sfusa sarà trasportata con automezzi che consentano lo scarico pneumatico del prodotto e che lo preservino dall'assorbimento di umidità.

DOSAGGIO, SPANDIMENTO DELLA CALCE E RELATIVO CONTROLLO

In cantiere il dosaggio è riferito al metro quadrato di suolo da trattare; per ottenere il dosaggio in kg/m^2 , a partire dal dosaggio in percentuale stabilito in laboratorio con riferimento al suolo secco, bisogna conoscere la densità secca in sito del suolo e la profondità dello strato dopo trattamento e costipazione.

Il controllo della quantità di calce sfusa distribuita è effettuato raccogliendo e pesando la calce sparsa dalla macchina su un telo rettangolare con superficie di $0,5 \text{ m}^2$ disteso sul suolo prima del suo passaggio.

Bisogna poi controllare l'effettiva profondità della successiva miscelazione nel suolo naturale. L'applicazione della calce in polvere non sarà fatta in giornate di forte vento, capace di sollevare dal suolo la calce già depositata, in relazione sia alla sicurezza del personale di cantiere sia alla precisione del dosaggio.

Lo spandimento della calce deve interessare una superficie non superiore a quella che potrà essere lavorata in un giorno; ciò per evitare sia l'asportazione della calce da agenti atmosferici sia il fenomeno della carbonatazione.

POLVERIZZAZIONE E MISCELAZIONE

La polverizzazione e la miscelazione dovranno essere attuate con una o più passate, di idoneo macchinario (es.: Pulvimixer), fino a quando tutte le zolle di materiale fine saranno ridotte a dimensioni tali per cui la componente limo-argillosa passi interamente attraverso crivelli a maglia quadra da 25 mm e almeno per il 60% al setaccio ASTM E 11 da 4 mesh (con luce netta di maglia da 4,75 mm).

In caso di necessità durante la miscelazione si umidificherà la terra con una quantità d'acqua tale da fare raggiungere alla miscela terra-calce il tenore di umidità ottimo per la successiva compattazione. E' importante che la potenza della macchina miscelatrice sia scelta proporzionalmente allo spessore dello strato da trattare e alla produzione giornaliera desiderata.

Il controllo del processo di mescolamento sarà attuato in cantiere operando 2 pozzetti di ispezione a tutto spessore ogni 1000 m² di strato trattato, e comunque 2 per ogni giornata lavorativa, e osservando la colorazione della miscela terra-calce, che dovrà apparire omogenea sia nello stato tal quale sia dopo spruzzaggio sulla stessa di una soluzione alcolica all'1% di fenolftaleina che le impartirà colorazione rossa. Il controllo dell'umidità della miscela sarà eseguito in cantiere al termine del mescolamento con metodo celere (a esempio, con bilancia termica).

COMPATTAZIONE FINALE

Lo strato di terra trattata dovrà essere compattato rapidamente dopo la miscelazione, successivamente comunque al completamento della reazione esotermica di spegnimento nel caso di utilizzo della calce viva e dopo la verifica che il tenore di umidità sia pari all'ottimo.

Nel caso di costruzione di rilevati multistrato è molto importante procedere con la lavorazione a fronte chiuso completando in giornata le operazioni di miscelazione e compattazione e sovrapponendo la terra sciolta che il giorno successivo sarà trattata con la calce.

In tal modo si riduce a livelli trascurabili la possibile reazione di carbonatazione e si favorisce una protezione adeguata agli strati in fase di maturazione.

La scelta dei tipi di rullo necessari per la compattazione delle miscele e le loro modalità di impiego dipendono dalle caratteristiche della miscela terra-calce e dagli spessori finali degli strati da compattare.

Il criterio di scelta dello schema operativo da attuare sarà il conseguimento della massima densità secca in sito, in relazione al grado di addensamento prescritto e in termini di costi-benefici.

MATURAZIONE DOPO RULLATURA

La resistenza e la stabilità dimensionale di una terra stabilizzata dipende molto da un accurato periodo di maturazione dopo la rullatura finale, durante il quale l'umidità ottima di compattazione deve essere il più possibile mantenuta costante, per consentire lo sviluppo delle reazioni di indurimento ed evitare successive modificazioni volumetriche che possano originare fessurazioni.

Immediatamente dopo il completamento dell'ultimo strato costipato e sagomato si dovrà stendere o uno strato di 3-4 centimetri di sabbia bagnata o un velo protettivo di bitume liquido BL 350-700 (B.U. CNR n. 7) in ragione di 1 kg/m² o di emulsione bituminosa a lenta rottura del tipo EL 55 (B.U.

CNR n. 3) in ragione di 1,8 kg/m². La durata del periodo di maturazione, solitamente fino a sette giorni, sarà indicata dalla Direzione dei Lavori in relazione alle esigenze di cantiere e al tipo di traffico previsto transitare sullo strato finito.

Nel caso si utilizzi la sabbia bagnata, questa deve essere asportata al termine del periodo di maturazione.

GIUNTI DI LAVORO

Nei giunti di lavoro trasversali la miscela già costipata va ripresa in tutte quelle zone nella quali il contenuto di calce, lo spessore e la compattazione risultino insufficienti.

I tagli dovranno essere effettuati opportunamente al mattino seguente, nello strato indurito, in modo da presentare una superficie verticale, per evitare il manifestarsi successivo di fessurazioni.

Con il procedimento di posa in opera di miscele preparate in centrale si può inserire una tavola da rimuovere il giorno seguente.

Ogni tronco di lavoro deve essere eseguito sempre per la sua intera larghezza in un solo tempo, in modo che tutti i giunti di lavoro longitudinali possano essere chiusi.

Ciò è indispensabile in quanto i giunti longitudinali nei quali non si sia lavorato “fresco su fresco” possono successivamente produrre fessure longitudinali nel manto bituminoso.

CONTROLLI

In fase esecutiva l'impresa dovrà predisporre un accurato programma dei lavori, tale da consentire alla Direzione dei Lavori la stesura di un programma di prove di controllo giornaliero.

Si prescrive una densità in sito, secondo B.U. CNR n.22, pari al 98% della densità Proctor ottenuta sulla stessa miscela in laboratorio compattata secondo AASHTO standard T 199.

E' prescritta una misura di densità in sito per ogni 2000 m² di strato compattato e comunque almeno una misura per ogni giornata lavorata.

Si eseguiranno inoltre prelievi di miscela in sito, subito dopo la fresatura, in numero di uno ogni 1000 mq e comunque uno ogni giornata lavorativa, per ognuno dei prelievi si confezioneranno in laboratorio due provini da sottoporre a prova CBR e due provini da sottoporre a prova di compressione non confinata.

Per i valori dell'indice CBR e del rigonfiamento si prescrive quanto segue:

CBR > 40

RIGONFIAMENTO < 1,0%;

su provini confezionati in stampi CBR con energia di costipamento AASHTO standard T 99, tenuti a maturare in aria per sette giorni a temperatura di 20±1°C e U.R. > 95% e poi sottoposti ad immersione in acqua per quattro giorni alla temperatura di 20±1°C.

Per i valori di resistenza a compressione si prescrivono come valori minimi, su provini preparati in stampi apribili secondo B.U. CNR n. 29 con energia di compattazione secondo AASHTO standard T 99Rc(7) > 0,3 MPa a 7 giorni di maturazione.

Con frequenza di una prova ogni 1500 m² di superficie compattata e comunque di una per ogni giornata lavorata, si determinerà su richiesta della Direzione dei Lavori il valore del modulo di deformazione Md (B.U. n. 146 del 14.12.1992).

I valori richiesti sono:

Piano di posa del rilevato nel ciclo di carico compreso tra 0,05 N/mm² e 0,15 N/mm² **Md ≥ 40 N/mm²;**

Strati intermedi del rilevato nel ciclo di carico compreso tra 0,05 N/mm² e 0,15 N/mm² **Md ≥ 60**

N/mm²;

Ultimo strato del rilevato (30 cm) nel ciclo di carico compreso tra 0,05 N/mm² e 0,15 N/mm² Md ≥ 80 N/mm²;

Piano di posa della pavimentazione in trincea nel ciclo di carico compreso tra 0,05 N/mm² e 0,15 N/mm² Md ≥ 80 N/mm²;

LABORATORIO

L'Impresa dovrà provvedere ad indicare alla Direzione dei Lavori il Laboratorio geotecnico incaricato dell'esecuzione di tutte le prove in sito e di laboratorio necessarie al controllo, collaudo e verifica sui materiali e sulla loro messa in opera.

Il Laboratorio geotecnico dovrà essere accettato dalla Direzione dei Lavori dopo che la stessa avrà condotto un sopralluogo e avrà constatato la corretta rispondenza del Laboratorio ai requisiti richiesti, inoltre lo stesso dovrà avere significative esperienze nel campo della stabilizzazione delle terre con calce.

Qualora l'operato del Laboratorio geotecnico indicato dall'Impresa non si dimostri adeguato alle esigenze di qualità operativa e di analisi richieste, la Direzione dei Lavori potrà chiedere la sostituzione del Laboratorio stesso con un altro da sottoporre a preventiva autorizzazione.

EVENTUALE STUDIO PRELIMINARE

Nell'eventualità di impiego di terreni diversi da quelli di progetto l'Impresa dovrà effettuare opportuno studio di laboratorio per individuare la miscela più idonea all'impiego. Lo studio sarà articolato secondo il seguente schema:

- Esecuzione di pozzetti esplorativi e prelievo di terreno nel numero sufficiente a caratterizzare il materiale, n° da concordare con la D.L.;
- Classificazione secondo norme CNR UNI 10006 del materiale prelevato da ogni singolo pozzetto e della miscela di tutti i pozzetti;
- Determinazione del consumo iniziale di calce CIC sulla miscela di terreni prelevati in sito: i valori di riferimento sono: contenuto in sost. organica <3%, nitrati <0.05, solfati <4%;
- Determinazione dell'indice CBR per 5 umidità diverse costipati con energia AASHOO standard, sulla miscela di terreno naturale al variare della umidità di costipazione del provino, in condizione di post saturazione, 5 provini;
- Determinazione dell'indice CBR su provini costipati con energia AASHOO standard, sulla miscela di terra e calce, per tre miscele, al variare della umidità di costipazione del provino, in condizione di postsaturazione dopo 7 gg di maturazione a 20°C e successivi 4 gg di immersione in acqua determinazione del valore di rigonfiamento 5, provini per miscela valore di riferimento, indice CBR >40, rigonfiamento <0.1%
- Prova di compressione semplice non confinata CNC per provini costipati con energia AASHOO, sulla miscela terra e calce, per tre miscele, al variare della umidità di costipazione del provino, dopo 7 gg di maturazione in aria a 20°, 5 provini per miscela.
Valore di riferimento >=0.5Mpa
- Stesura di relazione interpretativa dei risultati, scelta delle miscele e modalità operative, da parte di tecnico abilitato.

ART. 10.3 - PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER L'USO DEI MATERIALI PROVENIENTI DA RICICLAGGIO DI RIFIUTI INERTI SPECIALI

In alternativa ai materiali rispondenti alla classificazione CNR.UNI può essere previsto in

progetto, l'impiego di materiali non previsti dalla classificazione UNI EN 13242:2008, UNI EN ISO 14688-1:2013, UNI EN 13285:2010, provenienti da recupero di inerti artificiali.

È comunque vietato l'utilizzo diretto dei materiali provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi ai sensi del VI comma dell'Art. 2 del DPR 10.9.1982 n. 915.

L'uso di tali materiali è consentito previo trattamento in appositi impianti di riciclaggio autorizzati.

Gli impianti di riciclaggio dovranno essere costituiti da distinte sezioni di trattamento per la frantumazione, per la separazione dei materiali ferrosi, legnosi e delle frazioni leggere, nonché delle residue impurità e per la selezione dei prodotti finali.

Gli impianti dovranno inoltre essere dotati di adeguati dispositivi per la individuazione dei materiali non idonei.

Dovrà comunque essere garantito l'approvvigionamento continuo di materiali per tutta l'opera a granulometria costante e sufficientemente omogenei dal punto di vista qualitativo, in considerazione della presumibile eterogeneità dei materiali di base.

Per questi materiali dovrà essere preventivamente fornita alla D.L. l'indicazione dell'impianto o degli impianti di produzione, la specifica delle caratteristiche e delle modalità operative riferite sia alla costanza di qualità del prodotto che ai sistemi di tutela da inquinanti nocivi, una campionatura significativa del materiale prodotto e le eventuali certificazioni relative a prove sistematiche fatte eseguite sul materiale, nonché l'indicazione dei lavori più significativi eseguiti con i materiali proposti.

E' riservata alla D.L. la facoltà, dopo aver esaminato il materiale e il cantiere di produzione, fatte eseguire le prove di qualificazione, di accettare o meno il materiale proposto.

Il materiale dovrà comunque rientrare nel seguente fuso granulometrico:

Serie crivelli e setacci U.N.I. Miscela passante %

	<u>totale in peso</u>
Crivello 71	100
Crivello 40	75 - 100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Crivello 5	25 - 55
Crivello 2	15 - 40
Setaccio 0,4	7 - 22
Setaccio 0,075	2 - 10

Non dovranno essere presenti componenti lenticolari (definite in BU CNR n 95) in quantità superiore al 30%.

Non dovranno essere presenti sostanze organiche (UNI 7466/75 II^a parte) nè contaminanti, ai sensi del DPR 10.9.1989 n. 915 pubblicato sulla G.U. n. 343 del 15.12.1982.

Preliminarmente dovranno essere eseguiti i seguenti esami di qualificazione, vincolanti per l'approvazione del materiale:

- a) determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova Proctor modificata (CNR BU n° 69);
- b) determinazione della percentuale di rigonfiamento secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009);
- c) verifica della sensibilità al gelo (CNR Fasc. 4 Art. 23 modificato), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9,51 (Los Angeles classe A); sarà

ritenuto idoneo il materiale che non subisce perdite superiori al 12% in peso;

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

Durante la posa in opera si dovrà procedere per strati di spessore compreso fra 15 a 30 cm., secondo le indicazioni della D.L., costipati per mezzo di rulli vibranti di tipo pesante con peso statico superiore a 15 t.

Il materiale dovrà essere scaricato in cumuli estesi e immediatamente sottoposto ad una prima umidificazione, per evitare la separazione delle parti a diversa granulometria, non essendo presente di norma la umidità naturale.

Questa umidificazione dovrà portare il materiale ad una umidità minima di circa il 7-8%.

Il materiale dovrà essere poi steso con motolivellatore (grader) di adeguata potenza in maniera da evitare comunque la separazione dei componenti di pezzatura diversa, e rullato dopo averlo adeguatamente umidificato per la percentuale mancante al raggiungimento della umidità ottimale.

Il materiale può essere considerato compattato, pur dovendosi procedere comunque alle verifiche di laboratorio previste, quando una ruota di autocarro, appartenente ad un asse caricato fra le 10 e le 13 t, in arrivo ad una velocità di 10 km/h, gonfiata ad una pressione di 0,8 MPa, non produce assestanti verticali visibili né produce movimento in avanti e indietro del materiale posato.

Sugli strati dovranno essere condotte prove di carico su piastra del diametro $\phi = 30$ cm. così ripartite:

per gli strati inferiori: n. 1 prova ogni 1000 mc. di materiale posto in opera; gli strati posti a quota -2.00 mt. dal piano di posa della fondazione stradale dovranno fornire un valore del modulo di deformazione **Md 200 kg/cm**, mentre quelli a quota -1.00 ml dovranno fornire un valore di **Md 400 kg/cm**, entrambi i valori valutati nell'intervallo di pressione tra 0.5 ed 1,5 kg/cm; per quote intermedie a quelle citate il valore di **Md** richiesto si otterrà per interpolazione lineare;

per lo strato di sommità (piano di posa della fondazione): n° 1 prova ogni 500 mc. di materiale posto in opera; saranno ritenuti idonei gli strati che forniranno un modulo di deformazione **Md 800 kg/cm** nell'intervallo di pressione compreso tra 1,5 e 2,5 kg/cm.

Qualora la sottobase venga prevista progettualmente parte in misto stabilizzato naturale e parte in misto stabilizzato riciclato, la prova eseguita sullo strato di riciclato dovrà avere un modulo di deformazione **Md 800 kg/cm** nell'intervallo di pressione compreso tra 1,5 e 2,5 kg/cm.

ART. 10.4 - STABILIZZAZIONE CALCE – CEMENTO

Stabilizzazione calce -cemento eseguita in sito, della pavimentazione stradale ora esistente ,per la formazione del piano di posa atto a ricevere il monostrato in conglomerato bituminoso; con miscelazione per uno spessore di cm. 30 dei materiali esistenti (terra, riciclato, stabilizzato, conglomerato bituminoso) con apporto di ossido di calce e cemento. In particolare l'apporto dei leganti sarà minimo 2% di ossido di calce e di 2,3% di cemento con eventuale aggiunta di acqua per ottenere l'umidificazione ottimale. Il ciclo prevede la stesa dei leganti in due fasi distinte ,la fresatura e miscelazione e la successiva compattazione con successivi passaggi di rullo vibrante a tamburo dentato e rullo gommato a carrelli pigiatori da 20 t. ad alta prestazione. Tale lavorazione deve garantire il raggiungimento in ogni punto del valore del Modulo di Deformazione (prova su piastra) non inferiore a 100 N/mm² del ciclo di carico compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm², secondo quanto prescritto nel B.U.C.N.R.n°146. E' compreso l'onere del livellamento del

piano di posa tale da ricevere la sovrastante pavimentazione bituminosa secondo le livellette ottimali per lo sgrondo delle acque meteoriche .Da misurarsi per ogni m² trattato e finito.

ART. 11- RILEVATI E RINTERRI ADDOSSATI ALLE MURATURE, DRENAGGI E RIVESTIMENTI DI PIETRAMME

Per i rilevati e rinterri da addossarsi alle murature dei manufatti ed altre opere qualsiasi, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, silicee o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto quelle argillose, e in generale, tutte quelle che con l'assorbimento di acque si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri, riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di uguale altezza da tutte le parti, disponendo contemporaneamente le materie sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente la murature su tutti i lati ed evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico mal distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi, e trasportate con cariole, od altro mezzo, purchè a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie, dovrà sempre provvedersi al costipamento delle materie stesse, con idonei mezzi che consentono di operare in spazi ristretti fino a raggiungere il 95% della densità max ASSHO modificato.

È vietato di addossare terrapieni a muratura di fresca costruzione. Nel caso la Direzione Lavori lo ordini, a tergo delle murature verranno disposti drenaggi, ciottoli disposti a mano, per una larghezza, secondo l'altezza di 40:60 cm.

ART. 12 - SCAVI DI SBANCAMENTO ED INCASSATI PER FONDAZIONI

Tutti gli scavi che verranno praticati all'esterno ed all'interno del profilo della sezione trasversale della sede stradale rispettivamente in sterro o riporto, cioè all'esterno o all'interno della linea rappresentante la superficie di regolamento della sede stradale, il fondo del cassonetto, il profilo esterno dei muri di controripa o di sostegno ove siano prescritti e le scarpate con le pendenze che verranno loro assegnate, rientrano nelle categorie degli scavi di fondazione. Questi ultimi si dividono in:

a) Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o tagli di sezione aperta si intendono quelli praticati al di sopra del piano orizzontale passante per la quota più bassa della sezione trasversale che si considera.

Gli scavi così detti di splateamento per l'impianto di opere di arte, i tagli di scarpate di rilevati per sostituirvi opere di sostegno, gli scavi di scarpate di sezione in sterro per l'incassatura d'opera d'arte, sempreché eseguite superiormente al piano determinato come sopra, sono da considerarsi come scavi di sbancamento, così come i tagli alle scarpe di fossi e canali superiormente alla linea di fondo.

b) Scavo incassati

Tutti gli scavi eseguiti al di sotto del piano orizzontale, giusta la definizione di cui alla lettera a) precedente, sono considerati scavi incassati.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi di fondazione devono essere spinti fino

alla profondità che dalla Direzione Lavori sarà ordinato all'appaltatore all'atto della loro esecuzione.

Le profondità che fossero indicate nei disegni di consegna sono di semplice avviso all'Amministrazione appaltante che si riserva piena facoltà di variare nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di fare eccezioni o domanda di speciali compensi.

È rigorosamente vietato all'appaltatore, sottopena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la Direzione Lavori abbia verificati ed accettato il piano delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere falde inclinate, dovranno, a richiesta della D.L., essere disposti a gradoni con determinata pendenza verso il monte.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo sostenerle con convenienti armature o sbadacchiature a mezza cassa, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potessero verificarsi per smottamenti o franamenti. Detti scavi potranno però, ove ragioni speciali non vietino e la Direzione Lavori lo consenta, essere eseguiti con pareti a scarpa, in caso contrario se eseguiti ugualmente per comodità dell'Impresa non sarà compensato il maggior scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che si fosse dovuto fare in più all'ingiro della medesima, dovrà essere diligentemente riempito a cura e spese dell'appaltatore con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Nei terreni comunque compatti, sotto la denominazione dei "scavi incassati" sono compresi anche i lavori di spianamento e di regolarizzazione del fondo dei cavi, le riseghe, i gradini e simili, che venissero ordinati per l'adatto insediamento delle murature.

Con il procedere delle murature l'appaltatore potrà recuperare il legname costituente le armature; quelli che però non potessero essere tolti senza pericolo o danno al lavoro, dovranno essere abbandonati, negli scavi, ne spetterà per questo nessun speciale compenso all'appaltatore. Tutti gli oneri di semplice puntellatura sono compresi nei prezzi degli scavi.

ART. 13 - ESAURIMENTI DI ACQUA - SCAVI SUBACQUEI

Nella esecuzione degli scavi di sbancamento, per l'apertura della sede stradale, per splateamento, per abbassamenti ecc. l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa, a sua cura e spese, ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, con il togliere ogni impedimento che a ciò si opponesse ed ogni causa di rigurgito, nonché ricorrendo alla apertura di canali fugatori. Di onere relativo, e quindi del relativo compenso è stato tenuto conto in prezzi relativi di elenco.

Nel caso di scavi per fondazione è obbligo dell'Impresa di provvedere a sua cura e spese perché l'acqua scorrente alla superficie del terreno non abbia a versarsi negli scavi stessi od a provvedere all'aggottamento qualora necessario.

Gli scavi di fondazione saranno considerati subacquei solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm. sotto il livello costante cui si stabiliscono le acque eventualmente presenti nel terreno. Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con tutti i mezzi che si ravviseranno più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza per garantire la continuità del prosciugamento.

L'onere relativo allo scavo in presenza di acqua è stato considerato come sovrapprezzo alla voce

di scavo; con tale onere si intende compensato l'onere del mantenimento del fondo scavo asciutto fino a che sia necessario per lo svolgimento delle lavorazioni.

La Direzione Lavori può decidere, senza che l'Impresa possa sollevare eccezioni o pretese di sorta, che il lavoro d'aggottamento delle acque eseguito in economia, con i relativi prezzi di elenco, e contabilizzando convenzionalmente gli scavi come se eseguiti all'asciutto.

ART. 14 - ARMATURE E SBADACCHIATURE DEGLI SCAVI DI FONDAZIONE

Le armature degli scavi, occorrenti per gli scavi di fondazione, dovranno essere eseguite a regola d'arte e assicurate in modo da impedire qualsiasi deformazione dello scavo e lo smottamento di materie.

I cavi sbadacchiati od armati a mezza cassa, avranno armature composte di tavole più o meno discoste fino a un massimo di spazio vuoto uguale al pieno con semplici puntelli a contrasto.

La armatura a cassa intera sarà formata da grosse tavole a contatto, rivestenti tutte le parti tenute in sesto da traverse longitudinali e montanti infissi al suolo, rinforzati da sbadacchi di dimensioni proporzionate a quelle del cavo ed alla spinta delle terre; il tutto reso solidale con fasciature, squadre, grappe, chiodature ecc.;

Le dimensioni degli elementi dell'armatura saranno stabilite dall'Impresa sotto sua completa responsabilità per la loro efficienza e per i danni che ne potessero derivare a terzi.

ART. 15 - DEMOLIZIONE DI MURATURE

Le demolizioni di murature devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro. L'Impresa è quindi pienamente responsabile per tutti i danni che le demolizioni potessero arrecare alle persone e alle cose. Si dovrà inoltre provvedere al puntellamento delle parti pericolanti.

ART. 16 - CONGLOMERATI CEMENTIZI - GENERALITA'

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, all'approvazione della Direzione dei Lavori:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) lo studio granulometrico per ogni tipo di calcestruzzo;
- c) i risultati delle prove sui cubetti di calcestruzzo con le modalità di cui alle "Nuove Norme Tecniche 17 Gennaio 2018 e Circolare esplicativa 21/01/2019" eseguiti presso un laboratorio ufficiale per prove di materiali.

Prima della fornitura di calcestruzzo in cantiere, si deve acquisire copia della certificazione del controllo di processo produttivo (FPC). Per processi non industrializzati e per quantità inferiori a 1500 mc di miscela omogenea, l'Impresa deve acquisire prima delle forniture documenti attestanti i criteri e le prove che hanno portato alla determinazione della resistenza caratteristica certificata da un laboratorio che opera in conformità al DPR 380/2001.

Si deve inoltre consegnare al D.L. copia delle certificazioni di conformità (marcatura CE) degli ingredienti utilizzati per il confezionamento del calcestruzzo, che l'Impresa richiederà al proprio fornitore.

Cemento: sarà del tipo 325 o 425 e risponderà perfettamente ai requisiti fisici e chimici prescritti.

Potrà essere del tipo Portland, alto forno e pozzolanico, a seconda delle necessità d'impiego. L'Impresa dovrà indicare preventivamente la cementeria di provenienza di ciascun tipo di cemento

e dovrà subordinare la fornitura alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

L'Impresa farà controllare periodicamente, anche senza la richiesta della Direzione dei Lavori, le qualità del cemento presso un laboratorio ufficiale per prove di materiali.

Le prove potranno essere ripetute su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle qualità del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

Dosaggio del cemento: sarà indicato nei rispettivi articoli di elenco e riferito al mc. di calcestruzzo confezionato. Resta però in facoltà della Direzione dei Lavori di prescrivere un diverso dosaggio, conteggiando la variazione del prezzo in base alla relativa voce di elenco.

Aggregati - Sabbie: dovranno corrispondere alle caratteristiche già in precedenza specificate.

Saranno rifiutati i pietrischetti, pietrischi e graniglie contenenti una percentuale superiore al 15% in peso di elementi piatti o allungati, la cui lunghezza sia maggiore di 5 volte lo spessore medio.

Granulometria: per tutti i calcestruzzi sarà determinata la composizione granulometrica degli aggregati e del legante, secondo formule proposte dall'Impresa ed accettate dalla Direzione Lavori, in modo da ottenere i requisiti di resistenza richiesti per ciascun articolo.

Per ogni tipo di calcestruzzo dovrà essere previsto l'impiego di almeno 3 classi di inerti, la cui composizione dovrà dare la granulometria stabilita.

Acqua: proverrà da fonti ben definite che siano acqua limpida, dolce ed esente da tracce di cloruri o solfati.

Il rapporto acqua-cemento sarà stabilito dalla Direzione Lavori. La quantità d'acqua di impasto, tenuto conto dell'unità variabile contenuta negli inerti, dovrà essere costantemente regolata in modo da rimanere nelle quantità totali prescritte.

Dimensioni massime degli aggregati: come già specificato.

Resistenza dei calcestruzzi: con i materiali ritenuti idonei, una volta stabilita la composizione granulometrica e le quantità dell'acqua e del cemento, dovranno essere confezionati e stagionati serie di provini di calcestruzzo secondo le "Nuove Norme Tecniche 17 Gennaio 2018 e Circolare esplicativa 21/01/2019".

Tali serie saranno sottoposte alle prove di resistenza di legge per l'accertamento della costanza di tali caratteristiche.

Gli oneri e spese di tutte le suddette operazioni saranno a carico dell'Impresa.

Durante il getto delle opere, i provini, in quantità che sarà stabilito dalla Direzione Lavori, ma comunque non inferiore a quella stabilita dal "Nuove Norme Tecniche 17 Gennaio 2018 e Circolare esplicativa 21/01/2019" dovranno essere prelevati in doppia serie, per le necessarie prove da effettuare sempre a spese dell'Impresa, sia della centrale di betonaggio, sia dal getto in corso; anche questi provini dovranno essere sottoposti alle prove di resistenza di legge.

I provini prelevati in fase di getto non dovranno in nessun caso, a parità di stagionatura, presentare resistenze inferiori a quanto stabilito dai controlli di accettazione secondo le "Nuove Norme Tecniche 17 Gennaio 2018 e Circolare esplicativa 21/01/2019".

Confezione e trasporto: la confezione dei conglomerati dovrà essere eseguita in cantiere con impianti di betonaggio il più possibile centralizzati del tipo automatico o semiautomatico e la dosatura di tutti i vari componenti la miscela dovrà essere effettuata a peso.

Per le opere di minor importanza la Direzione Lavori potrà tuttavia consentire, a suo insindacabile giudizio, che la dosatura venga eseguita a volume.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogenea uniformemente coesivo (tale cioè

da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

La lavorabilità non dovrà essere ottenuta con maggior impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo.

Il trasporto del conglomerato a piè d'opera dovrà essere effettuato con mezzi idonei ad evitare la decantazione dei singoli elementi costituenti l'impasto durante il percorso della impastatrice al luogo di impiego.

Posa in opera: sarà eseguita con ogni cura a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire ed in maniera che i getti abbiano a risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi ed alle prescrizioni del Direttore dei Lavori.

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

I getti potranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi e delle casseforme da parte della Direzione Lavori.

Il calcestruzzo sarà posto in opera ed assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce, uniformi e continue, senza sbavature, incavi o irregolarità di sorta.

L'assestamento in opera verrà eseguito mediante vibrazione, con idonei apparecchi approvati dalla Direzione dei Lavori. All'uopo il getto sarà eseguito a strati orizzontali di altezza limitata e comunque non superiore ai cm.50 ottenuti dopo la vibrazione.

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 ripresa con malta liquida dosata a q.li 6 di cemento per ogni mc. di sabbia.

Quando il calcestruzzo fosse gettato in acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi o ne pregiudichi il pronto consolidamento.

L'onere di tale accorgimento è a carico dell'Impresa.

In accordo con la UNI EN 206 la lavorabilità del calcestruzzo deve essere misurata ogni 50 mc e comunque all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione (CONO DI ABRAMS).

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

Durante il periodo di stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere, nonché protetti in modo efficace dalle temperature basse o troppo alte.

Nel caso in cui i getti delle strutture scatolari siano fatti in più riprese, sarà onere e responsabilità dell'impresa predisporre idonei dispositivi necessari a garantire la tenuta all'acqua e a controllo dei fenomeni di ritiro.

ART. 17 - CEMENTI ARMATI

Oltre a richiamare quanto è stato prescritto con il precedente art. 16 per la esecuzione di opere in cemento armato, l'Impresa dovrà attenersi strettamente alle 'Nuove Norme Tecniche 17

Gennaio 2018 e Circolare esplicativa 21/01/2019”.

Tutte le opere in cemento armato, incluse nell'opera appaltata, saranno eseguite in base ai calcoli di progetto ed alle verifiche che l'Impresa avrà provveduto ad effettuare, nei termini di tempo fissati dalla Direzione Lavori, attenendosi agli schemi e disegni che compongono il progetto ed alle norme che le verranno impartite.

L'esame o verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle centine, ed armature di sostegno, non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere, pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri, dovranno essere impiegati opportuni distanziatori.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

ART. 18 - OPERE IN CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO

S'intende, ad ogni effetto confermato per le opere eseguite in cemento armato precompresso, tutto quanto è prescritto agli artt. precedenti; per dette strutture dovranno altresì essere rispettate sia le prescrizioni contenute nel “Nuove Norme Tecniche 17 Gennaio 2018 e Circolare esplicativa 21/01/2019” e successive modificazioni, nonché quelle prescrizioni che venissero emanate fino all'atto dell'esecuzione dei lavori.

ART. 19 - CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER COPERTINE, PEZZI SPECIALI, CUNETTE

Per l'esecuzione di opere di completamento della struttura stradale e delle opere d'arte come: parapetti, copertine di muri, soglie, cordonate, cunette ecc. verrà confezionato e posto in opera perfettamente costipato con appositi vibratori, un conglomerato dosato a Kg. 350 di cemento tipo 325 per ogni mc. di calcestruzzo in opera.

Ferme restando tutte le prescrizioni inserite negli articoli relativi agli aggregati, alla confezione e posa in opera dei conglomerati per opere in c.a., si terrà presente che l'aggregato grosso da impiegare, dovrà avere dimensioni massime di mm.20.

La costruzione delle armature o casseforme dovrà essere effettuata con particolare cura, onde ottenere una perfetta esecuzione del getto e le precise misure e sagome prescritte dalla Direzione dei Lavori o riportate nei disegni di progetto.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione, l'Impresa è in obbligo di eseguirli a perfetta regola a intervalli convenienti e secondo le prescrizioni impartite dalla Direzione dei Lavori. L'onere relativo alla formazione dei giunti e dei materiali per la realizzazione è a carico dell'Impresa.

ART. 19 - MANUFATTI VARI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

I manufatti di cui alle lettere seguenti saranno in conglomerato cementizio dosati a 3,5 ql/mc. di cemento tipo 325. L'assortimento degli inerti varierà con curva regolare a 20 mm. per il cordonato

e da 12 mm. per gli altri manufatti.

Gli elementi verranno gettati in forme di lamiera; l'assemblaggio del conglomerato dovrà essere seguito mediante tavole elettrovibrante.

I requisiti di accettazione dei manufatti dovranno essere i seguenti:

- carico unitario di rottura superiore a 450/Kg. cmq.; prova di gelività; sottoponendo cubetti da 10 cm. di spigolo a 20 alternanze tecniche fra -10° C. per oltre 3 ore di aria e + 35° C. per 3 ore in acqua non si devono notare né lesioni né screpolature e la successiva prova di compressione deve dare un carico di rottura non inferiore del 5% rispetto a quello ottenuto prima della prova o gelività; resist. all'usura, riferita al granito di S. Fedelino superiore a 0,45.

a) Cordonato - Il cordonato di delimitazione delle aiuole spartitraffico sarà costituito da elementi aventi le seguenti caratteristiche: sezioni trapezia di cm. 30 di base, cm. 13/15 sul bordo verso la carreggiata e cm. 18/25 sul bordo verso l'aiuola.

Gli elementi saranno lunghi ml. 1 salvo nei tratti di curva a stretto raggio in cui saranno di dimensioni minori.

Lo spigolo superiore verso la carreggiata sarà arrotondato con raggio di cm. 2:3.

I singoli elementi verranno posti in opera su un letto di calcestruzzo a 2 ql/mc. di cemento tipo 325 dello spessore di cm. 10 a base di 50 cm. con un rinfiacco su entrambi i lati della cordonatura fino a cm. 7 sopra il bordo inferiore degli elementi prefabbricati.

Il vano risultante della pavimentazione, verrà intasato con conglomerato bituminoso fortemente costipato con pestello e tale da garantire la assoluta continuità fra pavimentazione e cordonato.

Gli elementi di cordolo verranno posati attestati, lasciando fra le teste contigue lo spazio di 0,5 cm. tale spazio sarà riempito di malta cementizia dosata a 350 Kg. di cemento tipo 325 per mc. di sabbia.

ART. 20 - CASSEFORME - ARMATURE E CENTINATURE

Per tali opere provvisorie, l'Impresa può adottare il sistema che ritiene più idoneo e di sua convenienza, purché soddisfi alle condizioni di stabilità e di sicurezza, compreso il disarmo e la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

L'Impresa è tenuta ad osservare, nella progettazione ed esecuzione di armatura e centinatura, le norme ed i vincoli che fossero imposti dagli Enti e persone responsabili circa il rispetto della zona interessata dalla nuova costruzione.

Le operazioni di disarmo saranno effettuate secondo le norme di legge, e in mancanza di queste, secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Nella costruzione sia delle armature che delle centinature, l'Impresa è tenuta a prendere gli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura, l'abbassamento possa venire fatto simultaneamente.

Nella progettazione e nell'esecuzione delle armature e delle centinature, l'Impresa è inoltre tenuta a rispettare le norme e le prescrizioni che, eventualmente, venissero impartite dagli Uffici competenti circa l'ingombro degli alvei attraversati.

ART. 21.1 - LAVORO IN FERRO E SPECIALI

a) armatura per le opere in c.a. Con riferimento alla legge 5.11.1971 n. 1086 ed al D.M. in vigore sul C.A.O. Norme Tecniche (cap. 11 del D.M. "Norme tecniche per le costruzioni" del 2018), per

l'armatura del conglomerato sarà ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure e controlli di cui al cap. 11 del citato D.M. 17/01/2018. È vietato mettere in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali che ne menomino la resistenza, o ricoperte da sostanze che possano ridurre l'aderenza al conglomerato; le armature metalliche che presentino superficie grassa o ricoperta da prodotti verniciati dovranno essere preventivamente passate alla fiamma e quindi ben ripulite.

Le caratteristiche delle armature nei riguardi della resistenza dovranno essere controllate mediante prove regolamentari di trazione o di piegamento su provini ricavati dagli spessori prelevati secondo quanto disposto dal D.M. 17/01/2018 e dalle Norme UNI EN ISO 15630-1:2019 .

Le barre d'acciaio, costituenti l'armatura metallica, potranno essere fabbricate con:

- acciai ad aderenza migliorata: saranno del tipo B450A e B450C;
- reti elettrosaldate: saranno realizzate con barre ad a.m. del tipo previsto per l'acciaio per c.a., di diametro compreso fra 5 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 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 30% 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 (D.M. 09/01/96) e dalle norme armonizzate di riferimento (EN 10080).

I tondini di acciaio ad aderenza migliorata, per le armature dovranno provvedersi in barre di qualunque dimensione, secondo le sezioni e le lunghezze, e dovranno essere piegati e sagomati con ogni cura in conformità dei disegni esecutivi e nel rispetto della normativa vigente.

Le giunzioni sono di norma vietate.

b) tubolari e profilati da impiegarsi per i manufatti in ferro - saranno del tipo prescritto dalla Direzione Lavori - escluso in ogni caso l'impiego dell'A.OO; dovranno avere diametro o dimensioni richieste, come stabilito dalle tabelle U.N.I. e corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 14.2.1992 e successive modificazioni. In particolare si farà riferimento a quanto previsto secondo le seguenti normative:

- 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".
- D.M. del Ministero dei lavori Pubblici del 17/01/2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circolare LL PP N° 35 del 21/01/2019 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- UNI EN 10025-1, Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali –Parte 1: condizioni tecniche generali di fornitura
- UNI EN 10025-2, Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali –Parte 2: condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
- UNI EN 10025-3, Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali –Parte 3: condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato
- UNI EN 10025-4, Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali –Parte 4: condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termo meccanica

– UNI EN 10025-5, Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali –Parte 5: condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

c) acciaio strutturale anche in sistema misto acciaio-calcestruzzo - sarà ancora corrispondente ai requisiti delle norme sopra citate.

d) barriere - qualunque sia il tipo di barriera che sarà ordinato all'atto esecutivo, sia tubolare che in ferro profilato, la costruzione e il collegamento in opera, sia per barriere rettilinee che in curva, dovranno essere fatte a regola d'arte nelle loro parti e nel loro complesso, secondo la precisa forma e dimensioni dei disegni di progetto e secondo le norme che impartirà la Direzione dei Lavori all'atto esecutivo.

ART. 21.2 – BARRIERE DI SICUREZZA E PARAPETTI

Per le barriere di sicurezza e i parapetti in acciaio la normativa di riferimento risulta essere la seguente:

- D.M. LL.PP. 18 febbraio 1992, n. 223, “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”;
- D.M. LL.PP. 15 ottobre 1996, “Aggiornamento del D.M. 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”;
- D.M. LL.PP. 3 giugno 1998, “Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell’omologazione”;
- D.M. LL.PP. 11 giugno 1999, “Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell’omologazione”;
- D.M. 4 maggio 1990, “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali”;
- Circ. LL.PP. 11 luglio 1987, n. 2337;
- Circ. LL.PP. 9 giugno 1995, n. 2595;
- Circ. LL.PP. 16 maggio 1996, n. 2357 (e successive modifiche);
- Circ. LL.PP. 15 ottobre 1996, n. 4622;
- Circ. LL.PP. 06/04/2000;
- D.M. n. 2367 21/06/2004 “Terminologia e criteri generali per i metodi di prova relative alle barriere di sicurezza stradali – Norma UNI EN 1317”;
- Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 3065 del 25 agosto 2004 “Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”;
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 luglio 2010 – Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”;
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 ottobre 2010 – “Omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali. Aggiornamento norme comunitarie UNI EN 1317, parti 1, 2 e 3 in ambito nazionale”;

- D.M. 28/06/2011 “Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale”;
- UNI EN 1317;
- Ogni ulteriori e successive integrazioni e/o modifiche.

L'impresa che si aggiudica i lavori dovrà presentare una dichiarazione di conformità dei prodotti alle specifiche tecniche del presente capitolato e secondo i criteri che assicurino la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme vigenti, rilasciata all'Impresa aggiudicataria direttamente dal produttore o fornitore (dichiarazione di conformità).

Inoltre l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori prima della posa delle stesse il **“Certificato di omologazione” ai sensi del D.M. n° 2367 del 21.06.2004 o barriere che abbiano superato il crash test eseguito 35 secondo le norme UNI EN 1317 presso un centro prove certificato** con allegato lo schema di installazione fornito dalla ditta produttrice, oltre a ciò l'Impresa dovrà presentare alla D.L. documentazione attestante l'avvenuta verifica di tenuta dell'adattamento alla sede stradale dei singoli dispositivi utilizzati, con riferimento ai terreni di supporto, ai sistemi di fondazione, allo smaltimento delle acque e alle zone di approccio e di transizione delle casistiche riscontrate durante le lavorazioni.

Successivamente alla posa, l'Impresa dovrà fornire alla D.L. la Dichiarazione di Conformità di Installazione nella quale il Direttore Tecnico dell'Impresa installatrice garantirà la rispondenza dell'“eseguito” alle prescrizioni tecniche descritte nel “Certificato di Omologazione”. Tali adempimenti dovranno essere eseguiti per ogni singolo cantiere e per ogni classe di barriera utilizzata nel cantiere stesso.

I terminali dovranno essere omologati e quindi analoghi a quelli adottati nei crash-test della barriera utilizzata.

Le barriere stradali di sicurezza dovranno essere attuate con dispositivi che abbiano conseguito il certificato di idoneità tecnica, ovvero l'omologazione, rilasciata dal Min. LL.PP. – Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale. L'omologazione della barriera di sicurezza stradale dovrà corrispondere alla classe richiesta nell'elaborato progettuale, o con ordine di servizio dalla Direzione Lavori. Ove richiesta di omologazione sia stata inoltrata ma non sia stata rilasciata la certificazione di omologazione dal Min. LL.PP., la Ditta fornitrice, tramite l'Impresa appaltatrice, dovrà presentare prima dell'inizio effettivo dei lavori i relativi certificati di prova sul manufatto e sui materiali, per il tipo e classe di barriera richiesto nel lavoro in oggetto.

La conformità delle barriere e dei dispositivi dovrà rispondere ai termini di legge posti dal D.M. LL.PP. 3 giugno 1998, art. 5 dell'allegato (dichiarazione di conformità nella produzione e per l'installazione) e successive integrazioni e/o modifiche.

Qualora nell'elenco prezzi si riporti oltre la descrizione della barriera anche la classe di appartenenza ai sensi del D.M. LL.PP. 3 giugno 1998 e successive modifiche e/o integrazioni, con la dicitura: “..... o equivalente alla classe”; gli elementi geometrici e le caratteristiche dei materiali introdotti nella descrizione si intendono come valori o dati di riferimento, ma sarà tassativo dimostrare, da parte del fornitore, con il certificato di omologazione o di prova la rispondenza della barriera da installare alla classe indicata nell'elenco prezzi.

Per le caratteristiche tecniche di accettazione e collazione delle barriere stradali di sicurezza si farà riferimento alle prescrizioni progettuali ed alle seguente norme:

- D.M. n. 223 del 18 febbraio 1992 – “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza - e dai suoi successivi aggiornamenti”.

- D.M. n. 2367 21/06/2004 “Terminologia e criteri generali per i metodi di prova relative alle barriere di sicurezza stradali – Norma UNI EN 1317”;
- Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 3065 del 25 agosto 2004 “Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”;
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 luglio 2010 – Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”;
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 ottobre 2010 – “Omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali. Aggiornamento norme comunitarie UNI EN 1317, parti 1, 2 e 3 in ambito nazionale”;
- D.M. 28/06/2011 “Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale”;

Requisiti dei dispositivi di ritenuta stradali

A decorrere dal 1° gennaio 2011 i dispositivi di ritenuta stradale utilizzati ed installati sono muniti di marcatura CE in conformità alla norma europea armonizzata di cui all'art. 1, comma1, del D.M. 28/06/2011, apposta a seguito dell'emissione di certificato CE di conformità, rilasciato da un organismo notificato, e di dichiarazione CE di conformità, rilasciata dal fabbricante o produttore, ovvero dal suo mandatario stabilito nell'Unione europea.

Il fabbricante di dispositivi di ritenuta stradale, o il suo mandatario stabilito nell'Unione europea, e' tenuto a dichiarare le caratteristiche tecniche del prodotto elencate al punto ZA.1 dell'allegato ZA alla citata norma europea armonizzata, nelle forme previste al punto ZA.3 dell'allegato ZA stesso, apponendole nella marcatura ed etichettatura.

L'installazione, la manutenzione, i controlli e le riparazioni dei dispositivi di ritenuta stradale sono eseguiti conformemente alle prescrizioni, alle indicazioni e alle informazioni fornite dal fabbricante o produttore, ovvero dal suo mandatario stabilito nell'Unione europea, e descritte, nel rispetto delle pertinenti istruzioni tecniche di installazione vigenti, nel manuale per l'utilizzo e l'installazione, i cui contenuti minimi sono riportati nell'allegato 1, del D.M. 28/06/2011.

La stazione appaltante, oltre alla documentazione di cui al comma 1, acquisiscono in originale o in copia conforme i rapporti delle prove al vero, effettuate su prototipi rappresentativi del dispositivo di ritenuta stradale considerato ai sensi della serie di norme UNI EN 1317, e le modalità di esecuzione delle prove stesse, comprensivi della verifica dei materiali costituenti il prodotto con cui il dispositivo medesimo è stato sottoposto a prova ai sensi di quanto previsto dalla norma UNI EN 1317-5.

Tipologie e classi di barriere stradali

La norma italiana D.M. 2367/04 individua le classi minime delle barriere in funzione del TMG (traffico giornaliero medio nei due sensi) e delle caratteristiche delle strade:

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte (1)
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H3-H4
Strade extraurbane secondarie (C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

Tipo di traffico	TGM	% Veicoli con massa > 3,5 t
I	≤ 1000	Qualsiasi
I	> 1000	≤ 5
II	> 1000	5 < n ≤ 15
III	> 1000	> 15

L'Appaltatore dovrà sottoporre a preventiva autorizzazione da parte della D.L. le tipologie di barriera che intende utilizzare e che dovranno corrispondere alle caratteristiche fissate da progetto; resta salva la possibilità per la D.L. di accettare barriere con caratteristiche diverse purché rientranti sempre all'interno della stessa classe.

Collaudi e documenti tecnici

La qualità delle materie prime deve essere certificata dai relativi Produttori o da Enti o Laboratori Ufficiali di cui all'art.20 L. 1086/71 o autorizzati con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici. Tutte le barriere dovranno essere identificabili con il nome del produttore.

Le barriere dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi all'altezza indicata nei certificati di prova al vero (crash test). I montanti verticali dovranno avere caratteristiche conformi a quanto riportato in progetto ed il loro interesse.

Alla D.L. dovranno essere forniti i rispettivi certificati delle prove di crash-test nonché la dichiarazione della corretta posa in opera. Per le barriere installate su banchine (collegate o meno a barriere bordo ponte) sarà onere dell'Appaltatore accompagnare la dichiarazione della corretta posa in opera con una dichiarazione, a firma di tecnico abilitato, di corrispondenza di comportamento della barriera posata rispetto ai risultati delle prove di crash-test; dichiarazione che dovrà pertanto tener conto delle effettive condizioni di posa delle barriere sulle banchine realizzate dall'Appaltatore.

Il tipo e la forma delle barriere in lamiera d'acciaio zincate dovrà essere concordato preventivamente con la Direzione Lavori affinché la loro messa in opera possa essere armonizzata con gli interventi eseguiti e programmati dal Servizio Manutenzione Stradale dell'Amministrazione. Tutte le strutture, escluse le barriere zincate, a lavoro ultimato dovranno essere trattate con una triplice verniciatura di cui la prima di antiruggine e le successive due di vernice ad olio oppure

zincate.

1) PARAPETTI E CORRIMANO

Parapetti in acciaio

Conformi alle normative vigenti già citate.

Eventuali ELEMENTI RIFRANGENTI saranno del tipo a catadiottero in resina acrilica di colore BIANCO/ROSSO.

La ZINCATURA A CALDO è PER IMMERSIONE con quantità minima di gr. 500/mq.

Parapetti in acciaio-legno

Sono realizzate in legno lamellare ed acciaio tipo corten, caratterizzate da una struttura robusta in grado di resistere a sollecitazioni superiori a 130 Kg/m, progettata sul modello delle barriere di sicurezza stradali.

Caratteristiche acciaio

Acciaio EN 10025-S355J0WP per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica (tipo Corten); si tratta di un acciaio nel quale sono presenti alcuni elementi di lega che ne aumentano la resistenza alla corrosione atmosferica, mediante la formazione di uno strato protettivo di ossido sul metallo base, sotto l'azione degli agenti atmosferici.

Caratteristiche legno lamellare di conifera

Legno lamellare incollato (Glulam) di conifera, con requisiti di utilizzabilità fino in classe di servizio 3 secondo EN 386, ottenuto mediante incollaggio di lamelle in legno di conifera (Abete od altro legno di conifera idoneo), con spessore non maggiore di 45 mm, tagliate nel senso delle fibre e disposte in modo tale da avere la fibratura sostanzialmente parallela.

Il legno è preventivamente essiccato artificialmente in modo tale che le lamelle presentino un valore d'umidità compreso nell'intervallo 8,15%, con un gradiente d'umidità tra le diverse lamelle costituenti lo stesso elemento di Glulam non superiore al 4%. La colla viene spalmata uniformemente, sulla faccia della lamella opportunamente piallata, con una densità superficiale minima di 350 gr/m²

L'adesivo impiegato è di tipo I secondo EN 301, il che corrisponde ad un'utilizzabilità a temperature d'esercizio >50°C od in condizioni climatiche che prevedono una umidità relativa dell'aria >85% a 20°C, equivalenti ad una piena esposizione alle intemperie.

Il legno utilizzato proviene da foreste gestite secondo lo schema di certificazione PEFC.

Bulloneria in acciaio zincato ad alta resistenza

Bulloneria speciale per barriere stradali in acciaio zincato ad alta resistenza (classe 8.8 per le viti, classe 6S per i dadi).

Viti a legno a testa esagonale Ø 14 x 90 mm in acciaio zincato (classe 4.6).

Trattamento d'impregnazione a pressione in autoclave per il legno

Trattamento d'impregnazione a pressione in autoclave mediante sostanze preservanti, a seguito del quale il legno risulta protetto, sia in superficie che in profondità, dall'azione degenerativa degli agenti atmosferici e dall'attacco da parte degli agenti biologici cui è sottoposta la barriera in ambiente esterno.

Trattamento: impregnazione a sali tipo a pressione in autoclave, con ciclo vuoto iniziale/pressione/vuoto finale.

Sostanza preservante: preservante ecologico completamente inodore a base di sali di rame,

boro e di sostanze organiche, privo di cromo ed arsenico.

Assorbimento: non inferiore a 3,5 kg preservante/m³legno

Condizioni di utilizzo: fino in classe di rischio 4 secondo EN 355-1, corrispondente a condizioni di permanente contatto con il suolo o con l'acqua dolce.

Trattamento in superficie

Al fine di proteggere il legno dall'azione degenerativa dei raggi solari, e per conferirgli al tempo stesso un gradevole colore che ne esalti le naturali caratteristiche estetiche, si esegue un trattamento superficiale che rallenta notevolmente il naturale ingrigimento, tipico di qualsiasi legno posto in ambiente esterno. La presenza di resine nell'impregnante superficiale, inoltre, riduce gli scambi di umidità con l'ambiente e diminuisce, quindi, la propensione alla fessurazione, anch'essa tipica del legno posto in opera in ambiente esterno.

Manutenzione

Per i materiali impiegati, le tecniche di costruzione e di trattamenti eseguiti sulle componenti in legno, la barriera posta in opera non necessita di alcun tipo di manutenzione e mantiene inalterate nel tempo le proprie caratteristiche prestazionali.

Malgrado ciò, il legno, come qualunque altro materiale posto permanentemente in ambiente esterno, sotto l'azione degenerativa dei raggi UV tende a perdere il colore originario, più o meno rapidamente, nel corso del tempo. È possibile che, dopo alcuni anni (in funzione della maggiore o minore esposizione alla radiazione solare), per ripristinare l'aspetto estetico originario della barriera, possa essere necessario ripetere, sul posto, il trattamento superficiale mediante applicazione manuale d'impregnanti coloranti.

A titolo informativo si segnala che il legno sottoposto al solo trattamento d'impregnazione in profondità (e, quindi, non a quello superficiale con sostanze pigmentanti) tende ad ingrigire nell'arco di 12 mesi.

2) PANNELLI DI PROTEZIONE IN RETE METALLICA

Si prevedono pannelli di protezione in rete costituita da pannello rete da ancorare sulla ringhiera parapetto della lunghezza di m 3.00 e dell'altezza di m 1.975; con maglia non superiore a mm 50x50x2.5 e telaio in profilato laminato a freddo C 60x60x2.8 il tutto zincato in bagno a caldo da porre in opera su ringhiera parapetto già opportunamente ancorata rendendola solidale con le medesime

3) BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO

In progetto sono previste barriere di sicurezza in acciaio classe H2 e H3.

Tali dispositivi dovranno essere conformi alla normativa attualmente in vigore.

Qualità dei materiali

1) Caratteristiche dell'acciaio.

L'acciaio impiegato per le barriere dovrà essere esente da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra, per qualità, spessori e finiture. La qualità dovrà essere del tipo S235-275-355JR – secondo EN 10025

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.

Bulloneria secondo EN ISO 898 - EN 20898 - UNI EN ISO 4042:2003

2) Tolleranze dimensionali.

Nella costruzione dei profilati d'acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI EN 10162:2006. 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 $\pm 0,05$ mm;

Lamiere o nastri da 3,50 mm a 7,00 mm - Tolleranza di spessore ammessa $\pm 0,10$ mm;

Lamiere o nastri oltre 7,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa $\pm 0,15$ mm.

3) Unioni bullonate.

La bulloneria impiegata dovrà essere classe 8.8 conforme alle EN ISO 898 - UNI EN ISO 4042:2003.

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 e delle NTC 2018.

In particolare l'Appaltatore, qualora non espressamente descritto nei disegni di Progetto, dovrà rispettare le Norme sopra richiamate, tenendo presente di volta in volta, le caratteristiche generali e particolari delle saldature stesse, ivi compresi, qualità e spessori dei materiali, procedimenti, tipi di giunto e classi di saldatura.

5) Zincatura.

Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie, secondo le norme UNI EN ISO 1461.

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.

6) Caratteristiche della rete e dei fili metallici.

La rete, utilizzata a complemento dei parapetti metallici, sarà realizzata con fili d'acciaio crudo, con resistenza minima unitaria di rottura di 55 kg/mm^2 , mentre i fili di legatura saranno in acciaio dolce.

La rete e i fili saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante).

In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 g/m^2 .

Il rivestimento protettivo della rete e dei fili sarà costituito da zinco di qualità Zn 99,95, oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio. In questo caso la percentuale d'alluminio presente nella lega non dovrà superare il 5%.

4) BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO-LEGNO

Le barriere di sicurezza in acciaio-legno impiegate in progetto avranno le seguenti caratteristiche: Barriera stradale di sicurezza a due fasce per bordo stradale realizzata in legno ed acciaio, OMOLOGATA per destinazione BORDO LATERALE in classe di contenimento elevato H2 (Livello di contenimento $L_c = 288 \text{ kJ}$) in conformità con il D.M. del Ministero LL. PP. Del 18/02/92 e successivi, con certificato n° 35 del 03/03/2003.

CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DELLA BARRIERA

Prove effettuate.

N° Prova LIER	Prova	Velocità d'urto	Angolo d'urto	Massa veicolo	Tipo Veicolo
MAR/GBM-08/523 del 27/06/01	TB 11	100 km/h	20°	900 Kg	Autovettura
MAR/GBM-08/523 del 27/06/01	TB 51	70 km/h	20°	13000 Kg	Autobus

Prestazioni dinamiche.

PARAMETRO	Valore rilevato	Valore limite	N° Prova LIER
ASI o indice di severità di impatto	0,9	< 1,0	MAR/GBM-08/523
Livello di contenimento LC (KJ)	306,0	> 288 – 5%	MAR/GBM-09/524
Livello di larghezza utile (TB11)	classe W3 (0,84 m)	< 1,0 m	MAR/GBM-08/523
Livello di larghezza utile (TB51)	classe W6 (1,95 m)	< 2,1 m	MAR/GBM-09/524
THIV o velocità teorica d'urto (km/h)	24,3	≤ 33,0	MAR/GBM-08/523
PHD o Accelerazione post-urto (g)	16,0	≤ 20,0	MAR/GBM-08/523

CARATTERISTICHE DELLE SINGOLE COMPONENTI

Montanti

Realizzati con un profilato di tipo “ C” 5x25x70x100 mm e lungo 1.770 mm in acciaio EN 10025-S355J0WP, rivestito su tutti i suoi lati, nella parte fuori terra, mediante due gusci in legno lamellare di conifera, aventi gli spigoli smussati e la parte superiore arrotondata. L'assemblaggio tra i gusci di rivestimento ed il montante in acciaio è ottenuto mediante n. 2 viti M10x150.

Fascia orizzontale

Realizzata con n. 2 travi in legno lamellare di conifera 100x160x1.980 mm piallate su tutte le facce, a spigoli smussati, assemblate ad un nastro in acciaio EN 10025-S355J0WP 3x370x1.900 mm mediante n. 20 viti a legno Ø 14.

Per conferire continuità strutturale in senso longitudinale alla fascia, i nastri metallici sono collegati nel senso della lunghezza attraverso un giunto realizzato da una piastra di continuità 4x210x384x500 mm in acciaio EN 10025-S355J0WP, n. 8 viti M16x125 classe 8.8 e n. 4 viti M16x30 classe 8.8.

Distanziatore

Realizzato ad W 4x115x210x224 mm in acciaio EN 10025-S355J0WP, collega la piastra di continuità al montante tramite n.2 viti M16x30 classe 8.8. Il distanziatore è fissato al montante tramite n. 1 vite M16x30 classe 8.8.

Terminali

Per completare la barriera all'inizio ed alla fine di ogni tratto, vanno inseriti elementi terminali curvi, dritti o inclinati verso terra in legno lamellare di conifera.

MATERIALI

Acciaio

Acciaio EN 10025-S355J0WP per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione

atmosferica (tipo Corten) ; si tratta di un acciaio nel quale sono presenti alcuni elementi di lega che ne aumentano la resistenza alla corrosione atmosferica, mediante la formazione di uno strato protettivo di ossido sul metallo base, sotto l'azione degli agenti atmosferici.

Legno lamellare di conifera

Legno lamellare incollato (Glulam) di conifera, con requisiti di utilizzabilità fino in classe di servizio 3 secondo UNI EN 14080:2013, ottenuto mediante incollaggio di lamelle in legno di conifera (Abete od altro legno di conifera idoneo) , con spessore non maggiore di 45 mm, tagliate nel senso delle fibre e disposte in modo tale da avere la fibratura sostanzialmente parallela.

Il legno è preventivamente essiccato artificialmente in modo tale che le lamelle presentino un valore d'umidità compreso nell'intervallo 8,15%, con un gradiente d'umidità tra le diverse lamelle costituenti lo stesso elemento di Glulam non superiore al 4%. La colla viene spalmata uniformemente, sulla faccia della lamella opportunamente piallata, con una densità superficiale minima di 350 gr/m²

L'adesivo impiegato è di tipo I secondo UNI EN 301:2013, il che corrisponde ad un'utilizzabilità a temperature d'esercizio >50°C od in condizioni climatiche che prevedono una umidità relativa dell'aria >85% a 20°C, equivalenti ad una piena esposizione alle intemperie.

Il legno utilizzato proviene da foreste gestite secondo lo schema di certificazione PEFC.

Bulloneria in acciaio zincato ad alta resistenza

Bulloneria speciale per barriere stradali in acciaio zincato ad alta resistenza (classe 8.8 per le viti, classe 6S per i dadi).

Viti a legno a testa esagonale Ø 14 x 90 mm in acciaio zincato (classe 4.6).

TRATTAMENTI PRESERVANTI DEL LEGNO

Trattamento d'impregnazione a pressione in autoclave

Trattamento d'impregnazione a pressione in autoclave mediante sostanze preservanti, a seguito del quale il legno risulta protetto, sia in superficie che in profondità, dall'azione degenerativa degli agenti atmosferici e dall'attacco da parte degli agenti biologici cui è sottoposta la barriera in ambiente esterno.

Trattamento: impregnazione a sali tipo a pressione in autoclave, con ciclo vuoto iniziale/pressione/vuoto finale.

Sostanza preservante: preservante ecologico completamente inodore a base di sali di rame, boro e di sostanze organiche, privo di cromo ed arsenico.

Assorbimento: non inferiore a 3,5 kg preservante/m³legno

Condizioni di utilizzo: fino in classe di rischio 4, corrispondente a condizioni di permanente contatto con il suolo o con l'acqua dolce.

Trattamento in superficie

Al fine di proteggere il legno dall'azione degenerativa dei raggi solari, e per conferirgli al tempo stesso un gradevole colore che ne esalti le naturali caratteristiche estetiche, si esegue un trattamento superficiale che rallenta notevolmente il naturale ingrigimento, tipico di qualsiasi legno posto in ambiente esterno. La presenza di resine nell'impregnante superficiale, inoltre, riduce gli scambi di umidità con l'ambiente e diminuisce, quindi, la propensione alla fessurazione, anch'essa tipica del legno posto in opera in ambiente esterno.

MANUTENZIONE

Per i materiali impiegati, le tecniche di costruzione e di trattamenti eseguiti sulle componenti in legno, la barriera posta in opera non necessita di alcun tipo di manutenzione e mantiene inalterate nel tempo le proprie caratteristiche prestazionali.

Malgrado ciò, il legno, come qualunque altro materiale posto permanentemente in ambiente esterno, sotto l'azione degenerativa dei raggi UV tende a perdere il colore originario, più o meno rapidamente, nel corso del tempo. È possibile che, dopo alcuni anni (in funzione della maggiore o minore esposizione alla radiazione solare), per ripristinare l'aspetto estetico originario della barriera, possa essere necessario ripetere, sul posto, il trattamento superficiale mediante applicazione manuale d'impregnanti coloranti.

A titolo informativo si segnala che il legno sottoposto al solo trattamento d'impregnazione in profondità (e, quindi, non a quello superficiale con sostanze pigmentanti) tende ad ingrigire nell'arco di 12 mesi.

ART. 21.3 – BARRIERE ANTIRUMORE E BARRIERE DI SICUREZZA CON PANNELLO ANTIRUMORE INTEGRATO

Le barriere previste in progetto devono avere altezza minima del pannello dalla superficie stradale pari a 2.00m. Le barriere integrate sono del tipo integrato H2 e H3.

Il pannello deve essere del tipo A4/B3

Sarà compito dell'Amministrazione Provinciale prevedere un sistema di monitoraggio, dopo la messa in esercizio delle opere in progetto, così come prescritto dal parere ARPA Prot. n°2013/0086279 dell'11/09/2013. Qualora dovessero riscontrarsi delle carenze che non consentono il rispetto dei limiti acustici previsti, sarà onere dell'impresa esecutrice dei lavori attuare soluzioni per porvi rimedio.

Prequalifica del sistema 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 attualmente in vigore.

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 garantirne 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 (Road traffic noise reducing devices – Specifications) ed essere marcati CE secondo quanto indicato nel rapporto tecnico UNI/TR 11338.

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 prescrittive;
- certificati di collaudo e verifiche di durabilità richieste dalla Direzione Lavori in base alle indicazioni progettuali.

Requisiti acustici.

Modalità di esecuzione delle prove e classificazione dei sistemi

I requisiti acustici che i sistemi antirumore devono possedere all'atto della prequalifica si riferiscono alle cosiddette caratteristiche intrinseche.

Questa categoria comprende le caratteristiche proprie del prodotto antirumore, indipendentemente dall'ambiente in cui esso sarà installato e dall'effetto finale di riduzione del rumore; sono tali le proprietà di assorbimento o riflessione del suono (vedere UNI EN 1793-1 - prova di laboratorio e UNI CEN/TS 1793-5 - prova in campo aperto), le proprietà di isolamento acustico per via aerea (vedere UNI EN 1793-2 - prova di laboratorio e UNI CEN/TS 1793-5 – prova in campo aperto) e, per le barriere con dispositivi aggiunti, le modalità di diffrazione al bordo superiore (vedere UNI CEN/TS 1793-4 – prova in campo aperto).

I valori minimi indicati dalla norma tecnica non escludono specifiche richieste effettuate dal progetto. In questi casi i sistemi antirumore, all'atto della prequalifica, dovranno soddisfare i requisiti minimi di Progetto.

Le prove in campo aperto sopracitate possono essere ripetute sulla barriera installata, su richiesta della Direzione Lavori, per valutare la corretta installazione (collaudo) o per valutare nel tempo il mantenimento delle caratteristiche iniziali (controlli previsti dal piano di manutenzione).

A fini di collaudo i rilievi devono essere eseguiti in ragione di almeno un punto individuato dalla Direzione Lavori, per 2.000 metri lineari di barriera. Rispetto ai valori nominali di prequalificazione è ammessa una tolleranza in difetto pari al 10% per quanto riguarda l'indice di riflessione, DLRI, in ciascuna banda di 1/3 ottava, e a 2 dB per quanto riguarda il fonoisolamento, espresso come DLSI. Se previsto dal piano di manutenzione, le stesse procedure possono essere utilizzate per verificare la durabilità dei materiali impiegati, con riferimento all'invecchiamento (condizioni meteorologiche, effetti chimico-fisici).

rilievi devono essere eseguiti negli stessi punti su cui sono state effettuate le prove di collaudo in sito, a distanza di cinque anni dalla data di ultimazione dell'intervento. Rispetto ai valori nominali di pre-qualificazione è ammessa una tolleranza in difetto pari al 20% per quanto riguarda l'indice di riflessione, DLRI, in ciascuna banda di 1/3 ottava, ed a 3 dB per quanto riguarda il fonoisolamento, espresso come DLSI.

Assorbimento acustico

Per assorbimento acustico si intende la capacità di ridurre l'energia sonora riflessa dal sistema antirumore.

Le caratteristiche intrinseche di assorbimento acustico, ovvero di riflessione del suono, sono determinate:

- in laboratorio in un campo sonoro diffuso, in conformità alla UNI EN 1793-1; viene misurato il coefficiente di assorbimento acustico α_S ;
- in ambiente esterno in un campo sonoro direttivo, in conformità alla UNI CEN/TS 1793-5; viene misurato il reflectionindex, RI.

Entrambe le metodologie richiedono che le prestazioni siano valutate in funzione della frequenza in bande di terzi di ottava da 100 Hz a 5 kHz e, successivamente, sintetizzate dall'indice unico di valutazione, che viene indicato come:

- $DL\alpha$ per prodotti sottoposti a prova, in accordo alla UNI EN 1793-1;
- DLRI per prodotti sottoposti a prova, in accordo alla UNI CEN/TS 1793-5.

L'indice unico di valutazione viene calcolato in funzione dello spettro di rumore da traffico stradale, riportato nella UNI EN 1793-3 e raggruppato per classi così come definite dalla norma UNI EN 1793-1.

Tale classificazione consente di definire un range di prestazioni del sistema antirumore come esplicitato qui di seguito:

Indice $DL\alpha$ (dB)	Categoria
Non determinato	A0
< 4	A1
Da 4 a 7	A2
Da 8 a 11	A3
> 11	A4

Isolamento acustico

Per isolamento acustico si intende la capacità di ridurre l'energia sonora trasmessa dal sistema antirumore.

Le caratteristiche intrinseche di isolamento acustico per via aerea sono determinate:

- in laboratorio in un campo sonoro diffuso, in conformità alla UNI EN 1793-2; viene misurato il potere fonoisolante, R;
- in ambiente esterno in un campo sonoro direttivo, in conformità alla UNI CEN/TS 1793-5; viene misurato il sound insulationindex, SI.

Entrambe le metodologie richiedono che le prestazioni siano valutate in funzione della frequenza in bande di terzi di ottava da 100 Hz a 5 kHz e, successivamente, sintetizzate dall'indice unico di valutazione, che viene indicato come:

- DLR, per prodotti provati in accordo alla UNI EN 1793-2;
- DLSI, per prodotti provati in accordo alla UNI CEN/TS 1793-5.

L'indice unico di valutazione viene calcolato in funzione dello spettro di rumore da traffico stradale, riportato nella UNI EN 1793-3 e raggruppato per classi così come definite dalla norma UNI EN 1793-2.

Tale classificazione consente di definire un range di prestazioni del sistema antirumore come esplicitato qui di seguito:

Indice DLR (dB)	Categoria
Non determinato	B0
< 15	B1
Da 15 A 24	B2
> 24	B3

Diffrazione del bordo superiore

Al fine di influenzare l'efficacia acustica del sistema antirumore agendo primariamente sull'energia diffratta, vengono in casi specifici previsti dispositivi aggiunti, installati generalmente sul profilo superiore.

Le caratteristiche intrinseche di prestazione acustica associate a tali dispositivi sono determinate in un campo sonoro direttivo in ambiente esterno, in conformità alla UNI CEN/TS 1793-4; viene misurata la grandezza diffractionindexdifference, ΔDI .

Ai fini della prequalifica, la misurazione viene eseguita con il dispositivo aggiunto a:

- un muro di riferimento acusticamente riflettente, ottenendo la ΔDI_{refl} ;
- un muro di riferimento acusticamente assorbente, ottenendo la ΔDI_{abs} .

Ai fini della verifica in situ di un dispositivo aggiunto ad un sistema antirumore installato, la misurazione viene eseguita con il dispositivo aggiunto al sistema antirumore così come installato in opera, ottenendo la ΔDI_{situ} .

La UNI CEN/TS 1793-4 richiede di esprimere i risultati in funzione della frequenza in bande di terzi di ottava da 100 Hz a 5 kHz.

Le prestazioni misurate in funzione della frequenza sono sintetizzate dall'indice di valutazione, che viene indicato come:

- $DL\Delta DI_{refl}$, per prodotti provati in accordo alla UNI CEN/TS 1793-4 su di un muro di riferimento acusticamente riflettente;
- $DL\Delta DI_{abs}$, per prodotti provati in accordo alla UNI CEN/TS 1793-4 su di un muro di riferimento acusticamente assorbente;
- $DL\Delta DI_{situ}$, per prodotti provati in accordo alla UNI CEN/TS 1793-4 su di un sistema antirumore così come installato in opera.

Per ottenere gli indici di valutazione deve essere impiegato lo spettro di rumore da traffico stradale, riportato nella UNI EN 1793-3, nel caso di infrastrutture stradali.

Requisiti strutturali

I sistemi antirumore collocati in margine alle infrastrutture stradali sono sottoposti alle azioni meccaniche conseguenti al carico del vento e della neve, alla spinta aerodinamica dei mezzi in transito ed al peso proprio. Occasionalmente possono essere interessati da impatto di pietrisco e sottoposti al carico addizionale della neve espulsa dai mezzi di sgombero.

La norma di riferimento relativa alle caratteristiche strutturali dei sistemi antirumore è la UNI EN 1794-1. Si deve inoltre tenere conto dei criteri generali per la progettazione strutturale, riportati nelle Norme UNI EN dal numero 1990 al 1999 (Eurocodici) e ai relativi Documenti Nazionali di riferimento.

Il Progetto prevede anche l'utilizzo di sistemi combinati di sicurezza ed antirumore (barriere integrate), pertanto, oltre alle verifiche di conformità previste per le barriere antirumore, le barriere dovranno rispondere anche alla normativa vigente in materia di barriere di sicurezza stradale (D.M.21/6/2004, UNI EN 1317-1 e UNI EN 1317-2).

Requisiti di durabilità e criteri di manutenzione

Il sistema antirumore deve mantenere le prestazioni dichiarate (i requisiti funzionali strutturali ed acustici) per l'intera durata della vita utile.

Per la durabilità delle caratteristiche acustiche si fa riferimento alla prEN 14389-1.

Secondo questa norma è onere del produttore di sistemi antirumore dichiarare la durabilità delle caratteristiche acustiche di ogni tipologia di elemento prodotto.

La durabilità delle caratteristiche acustiche deve essere espressa dalla degradazione delle prestazioni (indice di valutazione di reflectionindex e sound insulationindex), in decibel, in funzione degli anni di installazione della barriera.

Essa può essere stabilita in due modi:

- con soluzioni descrittive basate sull'esperienza pregressa;
- con prove prestazionali secondo la UNI CEN/TS 1793-5.

Relativamente alla durabilità delle caratteristiche non acustiche, con riferimento alla UNI EN 14389-2 che fornisce un'indicazione non vincolante, la durata della vita di servizio è posta pari a:

- 15 anni per gli elementi acustici;
- 30 per gli elementi strutturali.

Il produttore deve presentare per ogni tipologia di elemento acustico e strutturale una attestazione (sotto forma di certificato emesso da un laboratorio prove) sulla durata della vita di servizio prevista, con la classificazione delle condizioni ambientali utilizzate per la valutazione, la specificazione delle procedure progettuali usate e le eventuali prove sperimentali.

Caratteristiche dei pannelli e dei materiali costituenti le barriere

I componenti di sistemi antirumore per infrastrutture di trasporto possono essere realizzati con materiali di varia natura che devono garantire i requisiti prestazionali. Il presente capitolo, per le tipologie di prodotto finito comunemente utilizzate, specifica le caratteristiche fisiche e chimiche rilevanti dei materiali costituenti e definisce i rispettivi valori di riferimento affinché il sistema antirumore mantenga le prestazioni dichiarate per l'intera durata della vita di servizio.

Pannelli metallici

Si tratta di elementi acustici costituiti da uno o più gusci in lamiera metallica con eventuali nervature di irrigidimento, in genere preassemblati fino a costituire un pannello scatolato.

Il guscio metallico può essere realizzato in lega di alluminio, in acciaio o in altro metallo, adeguatamente protetto contro la corrosione

Al suo interno è inserita una stratificazione di materiale fonoassorbente, costituito da complessi porosi o fibrosi che sfruttano fenomeni di attrito e risonanza.

Caratteristiche del guscio in alluminio

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche minime raccomandate per il guscio in alluminio unitamente al metodo di verifica a cui il materiale deve essere sottoposto.

Lo stato fisico dell'alluminio, indipendentemente dal tipo di lega, deve essere tale da permettere la formabilità a freddo senza che siano compromesse le caratteristiche meccaniche (per esempio a causa della formazione di cricche).

Nella realizzazione di giunzioni metalliche occorre evitare il problema della corrosione per contatto bimetallico.

E' raccomandato l'impiego di lamiere buccardate che consentono di mascherare eventuali piccoli danni arrecati al prodotto durante il montaggio o nella sua vita operativa.

La lega di alluminio non deve essere stabilmente in contatto con materiale di diverso potenziale

elettrico al fine di prevenire fenomeni di corrosione per effetto galvanico.

Al fine di assicurare lo smorzamento meccanico del materiale ed incrementare le proprietà fonoisolanti del pannello è possibile applicare sulla lamiera non forata una guaina smorzante avente massa areica non inferiore a 5 kg/mq. Di questa guaina occorre controllarne le modalità applicative per garantire la completa adesione alla superficie metallica. Il materiale costituente, in genere di tipo elastomerico, deve assicurare il mantenimento delle caratteristiche elastiche nel range di temperature di impiego dei pannelli.

Metodi di prova e valori raccomandati di alcune proprietà dei gusci metallici dei pannelli scatolati		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
Percentuale di foratura della lamiera (lato sorgente)	---	30% $\leq p_f \leq$ 40%
Lega di alluminio – tipologia	UNI EN 573-1	Lega Al-Mg-Mn del gruppo 3xxx
Lega di alluminio – spessore minimo	---	1,2 mm

Il film di vernice deve inoltre rispondere alle caratteristiche riportate in tabella. Al fine di garantire l'integrità dello strato protettivo si raccomanda che le operazioni meccaniche di foratura siano effettuate prima dell'esecuzione del trattamento. E' pertanto da escludere l'impiego di coils preverniciati per la realizzazione dei pannelli.

Metodi di prova e valori raccomandati di alcune proprietà dei prodotti verniciati		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
Valutazione dello spessore del film di vernice	UNI EN ISO 2360	> 60 μ m
Determinazione della brillantezza (con luce incidente a 60°)	UNI EN ISO 2813	30 \pm 5 gloss
Valutazione del grado di aderenza	UNI EN ISO 2409	Classe 0 (nessun distacco)
Valutazione della durezza (resistenza all'impronta Buchholz)	UNI EN ISO 2815	>80
Valutazione della resistenza all'urto	UNI EN ISO 6272	Nessun distacco o fessurazione
Prova di resistenza alla corrosione in camera a nebbia salina acetica	UNI ISO 9227	Dopo 1500 h di esposizione l'arruggimento e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 16 mm ² per un taglio di 100 mm, con un massimo di 4 mm per ogni infiltrazione. Non è ammessa altra alterazione visibile o perdita di aderenza
Prova di resistenza alla corrosione accelerata Kesternich	UNI EN ISO 3231	Nessuna corrosione oltre 1 mm dall'incisione dopo 24 cicli
Determinazione della ritenzione della brillantezza	UNI EN ISO 11341	Perdita < 50% del valore iniziale
Determinazione della resistenza del colore	UNI EN ISO 11341	Perdita < 50% del valore iniziale
Determinazione della resistenza all'umidità	UNI EN ISO 6270-1	Dopo 1000 ore di esposizione, nessuna formazione di bolle e penetrazione < 1 mm
Determinazione della resistenza alla corrosione filiforme	UNI EN ISO 3665	Dopo 1500 ore di esposizione, penetrazione < 2 mm

Materiali fonoassorbente

Il materiale fonoassorbente inserito nel guscio metallico è in genere costituito da materassini di materiale fibroso (lane minerali o fibra di poliestere).

Per la fibra in poliestere termolegata deve essere garantita l'assenza di collanti termoindurenti nei materiali costituiti da fibre plastiche. Per aumentare la durabilità ed evitare impregnazioni il guscio metallico deve essere dotato di accorgimenti e soluzioni atte a garantire l'evacuazione dell'acqua. Ad ulteriore garanzia per le lane minerali occorre prevedere una membrana microporosa ed idrorepellente, posizionata sulla superficie del materassino rivolta verso la sorgente del rumore. Il materiale deve risultare imputrescibile, inerte agli agenti atmosferici e non infiammabile. Per le fibre minerali (roccia o vetro) deve essere esclusa la classificazione di sostanza pericolosa in relazione a quanto previsto dalla Direttiva 97/69/CE del 5/12/97.

Per assicurare le proprietà acustiche, di resistenza e di durabilità, i materiali fonoassorbenti fibrosi utilizzati devono soddisfare i requisiti riportati in tabella

Valori raccomandati di alcune proprietà relative ai più diffusi materiali fonoassorbenti fibrosi presenti negli elementi acustici		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
Spessore strato	---	> 50 mm
Diametro medio delle fibre	UNI 6484	> 6 µm
Massa volumica apparente	UNI 6485	Lana di roccia: 90 kg/m ³ ≤ Mva ≤ 180 kg/m ³ Lana di vetro 40 kg/m ³ ≤ Mva ≤ 60 kg/m ³ Fibre di poliestere 30 kg/m ³ ≤ Mva ≤ 60 kg/m ³
Grado di igroscopicità	UNI 6543	<0.2% in volume con tempo di prova: 1 giorno
Classe di reazione al fuoco (nel caso di installazione in galleria)	EN 13501-1	Contributo al fuoco: A1 e A2 (non combustibili) Densità dei fumi s1 (assenza di fumi) Gocce incandescenti: d0 (assenza di gocce entro 600s)

Per quanto riguarda le proprietà di resistenza all'acqua, resistenza al calore ed ancoraggio del materiale fonoassorbente, non esistono metodi di prova normalizzati. Nella tabella sono riportati i metodi di prova da seguire per la valutazione delle proprietà testé citate ed i valori di riferimento raccomandati.

Metodi di prova non normalizzati e relativi valori di riferimento		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
Resistenza all'acqua	Si pone un provino del materiale in esame, di dimensioni 100 mm x 100 mm e stesso spessore di quello effettivamente utilizzato, completamente immerso in acqua distillata per 24 h a temperatura ambiente.	Al termine della prova non devono essere avvenuti né sfaldamenti né colorazione rispettivamente del provino e dell'acqua.
Resistenza al calore	Si pone un provino del materiale in esame, di dimensioni 100 mm x 100 mm e stesso spessore di quello effettivamente utilizzato, in una stufa ad 80° C per 24 h poggiandolo su una delle due facce.	Al termine della prova non devono essere avvenute variazioni di lunghezza o larghezza del provino superiori a 5 mm, né variazioni di spessore superiori ad 1 mm.
Ancoraggio del materiale fonoassorbente	L'elemento acustico, o una sua porzione significativa, disposto in posizione verticale, è sottoposto per 24 h a vibrazione, anch'essa verticale, con livello di accelerazione di 123 dB nell'intervallo di frequenza compreso tra 1 e 80 Hz. La vibrazione deve essere trasmessa all'elemento in prova imponendo una scansione a passi di 1 Hz, riproducendo un ciclo completo di scansione ogni 12 minuti (9 s per singola frequenza)	Al termine della prova, il materiale fonoassorbente deve risultare privo di sfaldamenti ed ancora saldamente ancorato alla struttura.

Pannelli in legno

Si tratta di elementi acustici costituiti da una struttura scatolare in legno al cui interno è alloggiata una stratificazione di materiale fonoassorbente, costituito da complessi porosi o fibrosi che sfruttano fenomeni di attrito e risonanza.

La struttura scatolare è in genere costituita da travetti portanti in legno a cui è fissato posteriormente un tavolato perlinato ed anteriormente una griglia di contenimento del materassino fonoassorbente formata da listelli di legno.

In alternativa questa griglia anteriore può essere sostituita da lamiera grecata in alluminio a realizzare un sistema misto legno – metallo.

Per le caratteristiche prescritzionali delle parti metalliche e del materassino fonoassorbente si rinvia a quanto riportato precedentemente.

Segue una trattazione specifica delle componenti in legno.

Caratteristiche della struttura scatolare in legno

Per il grado di esposizione agli agenti atmosferici, i pannelli devono essere accuratamente lavorati e realizzati con legno di ottima qualità, esente da radici, funghi e muffe. Non sono accettabili elementi danneggiati dagli attacchi da parte di batteri o insetti. Analogamente non sono accettabili elementi che presentino cricche, fessure profonde e nodi non collegati fermamente alla struttura.

Il legno deve resistere al deperimento organico e va trattato con impregnanti speciali per evitare la formazione di funghi. In alternativa è previsto l'impiego di legno di durabilità naturale che non richiede di essere protetto mediante impregnazione in autoclave.

Come sostanza impregnante devono essere utilizzati sali preservanti inorganici indilavabili cosiddetti "ecologici", cioè esenti da arsenico e cromo.

Il legno utilizzato deve provenire da foreste gestite in maniera sostenibile nel rispetto delle norme ambientali di corretta politica forestale.

Metodi di prova, valori raccomandati e altri requisiti di alcune proprietà degli elementi acustici in legno		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
Legno lamellare – classe di resistenza	DIN 4074, DIN 1052	Classe II
Classe di impregnazione	UNI EN 350-1	Classe 1 o 2
Classificazione di penetrazione e ritenzione del preservante	UNI EN 351-1	Conforme il legno impregnato deve essere stato trattato con sali preservanti inorganici indilavabili cosiddetti "ecologici", cioè esenti da arsenico e cromo, in autoclave in pressione
Durabilità del legno	UNI EN 350-1	Certificata
Classe della specie legnosa per il legno di pino	UNI EN 350-2	Certificata
Caratteristiche minime della struttura del pannello, al fine di garantire una durabilità di almeno 15 anni	UNI 11160, punto 8.2.3	Conforme

Le caratteristiche minime della struttura del pannello, al fine di garantire una durabilità di almeno 15 anni, devono essere le seguenti:

- telaio scatolare in legni di massello con sezione di 100 mm x 80 mm, bloccati fra loro da incastri angolari;
- telaio attrezzato sui lati della lunghezza con una fresatura esterna per la sede dei regoli in legno, aventi lo scopo di congiungere ermeticamente la sovrapposizione dei pannelli;
- tavolato finale di tamponamento composto da assiti trattati, di spessore minimo 20 mm, fissato sia in lunghezza che in altezza almeno in almeno tre punti con viti in acciaio inossidabile;
- tessuto antispolvero in rete di polietilene con tramatura rinforzata, resistente ai raggi UVA, da posizionare anteriormente a protezione del materassino fonoassorbente;

I listelli in legno, che possono essere una variante ai modelli dei pannelli, devono essere trattati in autoclave, avere sezione minima di 50 mm x 25 mm, essere opportunamente lavorati e sagomati, fissati con viti in acciaio inossidabile alle estremità, in fori predisposti, lasciando la parte legnosa di 20 mm - 30 mm.

Deve essere presente una scossalina in lamierino di acciaio verniciato a caldo a protezione dei pannelli. Tutta la parte metallica necessaria all'assemblaggio del pannello, deve essere in acciaio inossidabile.

Pannelli in calcestruzzo

Si tratta di pannelli costituiti da uno strato portante in calcestruzzo armato abbinato ad uno strato di materiale poroso di varie tipologie.

Lo strato portante assicura le proprietà fonoisolanti del pannello; lo strato poroso assicura le proprietà fonoassorbenti grazie alla sua geometria ed al materiale di cui può essere costituito

(granuli di argilla espansa o lapillo vulcanico).

I due strati sono normalmente abbinati in fase di getto con la tecnica del fresco su fresco che assicura l'omogeneità del pannello se effettuata con tempi di getto ravvicinati in modo da garantire la contemporaneità del fenomeno di presa.

Esistono tuttavia altre modalità produttive quali la prefabbricazione separata dei moduli alleggeriti ed il successivo fissaggio meccanico allo strato portante.

Per questa tipologia di elementi acustici, la norma tecnica EN 14990 contiene i riferimenti tecnici per le caratteristiche meccaniche, di sicurezza e durabilità.

L'eventuale colorazione dello strato fonoassorbente deve essere preferibilmente realizzata con pigmentazione dell'impasto mediante impiego di ossidi, al fine di non pregiudicare le proprietà fonoassorbenti del manufatto. Il ricorso a sistemi di colorazioni mediante vernici silicatiche o poliuretatiche è approvato se i test di fonoassorbimento sono effettuati sul pannello verniciato.

Le due tipologie di pigmentazione possono essere applicate indifferentemente per lo strato portante in calcestruzzo.

Qualora siano richieste unicamente proprietà fonoisolanti (esempio pannello di base di barriere antirumore) il pannello sarà realizzato in unico strato in cls armato.

Strato in cls armato

I pannelli che costituiscono la barriera saranno realizzati con calcestruzzo durevole avente requisiti di resistenza e porosità adeguati al tipo di protezione antifonica richiesta; in ogni caso la resistenza a compressione, secondo UNI EN 12390-3 non dovrà essere inferiore a 40 N/mm² e lo spessore del pannello non inferiore a 8 cm per ottenere uno spessore adeguato del copriferro.

I materiali utilizzati nel confezionamento del calcestruzzo devono essere marcati CE secondo il D.P.R. 246/93 e devono soddisfare le norme richiamate dalla UNI EN 206-1.

Il cemento sarà di tipo Portland o pozzolanico conformi alla UNI EN197/1. L'acqua d'impasto deve essere conforme alla norma UNI EN 1008. Gli additivi devono essere conformi alla norma UNI EN 934/2.

Gli aggregati devono essere conformi alle UNI EN 12620 e UNI 8520. In particolare, dovranno avere assorbimento inferiore al 2,5% e, per applicazioni in ambienti gelivi (classe di esposizione XF), inferiore all'1%. È possibile l'utilizzo degli aggregati di riciclo in conformità alla norma UNI 11104.

Il coefficiente di permeabilità, secondo UNI EN 12390-8, ottenuto con prova a carico costante alla pressione di 1400 kPa su provini di 100 mm di diametro oppure preliminarmente ai getti su provini cubici aventi lo spigolo di 150 mm, dovrà essere $K < 10^{-10} \text{ cm s}^{-1}$.

Le superfici di cemento o calcestruzzo dovranno essere protette con additivi idrofobizzanti inseriti in fase di confezionamento.

L'armatura sarà in reti elettrosaldate e/o barre d'acciaio ad aderenza migliorata del tipo B450C o B450A come da D.M. 14/01/2008.

Strato fonoassorbente in argilla espansa o pomice

La superficie fonoassorbente del pannello è ottenuta con un getto di argilla espansa o pomice normalmente grecato per incrementare la superficie fonoassorbente attiva.

I pannelli dovranno avere apposita protezione della struttura cellulare in argilla espansa o pomice esposta agli agenti atmosferici mediante applicazione in fase di confezionamento di additivi idrofobizzanti.

La protezione della superficie deve impedire l'assorbimento delle acque meteoriche, limitando così i rischi del gelo ed impedendo la naturale formazione di vegetazione, nonché la proliferazione di

microrganismi all'interno del materiale.

La protezione nei confronti degli agenti atmosferici potrà essere realizzata in tempi successivi al processo produttivo, mediante trattamenti superficiali, effettuati in stabilimento o in cantiere, con impiego di una soluzione composta di acqua e silicone spruzzata sulla superficie, oppure da una soluzione a base di silani (in quantitativi dipendenti dalla porosità del supporto), applicata sulle superfici pulite e asciutte tramite irroratori a bassa pressione. Questo tipo di applicazione, avendo effetti sul fonoassorbimento del manufatto, comporta la certificazione di questa caratteristica per il pannello verniciato.

Nel caso di realizzazione del pannello stratificato con la tecnica del fresco su fresco, le caratteristiche dell'argilla espansa sono riportate in tabella.

Metodi di prova e valori raccomandati di alcune proprietà dell'argilla espansa in granuli utilizzata in conglomerati cementizi non strutturali		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
Massa volumica in mucchio dei granuli di argilla espansa	UNI EN 13055-1	$350 \text{ kg/m}^3 \leq M_{va} \leq 850 \text{ kg/m}^3$
Diametro massimo dei granuli di argilla espansa	UNI EN 13055-1	$12 \text{ mm} \leq D_{max} \leq 20 \text{ mm}$
Dosaggio del cemento (pozzolanico o Portland) per metro cubo di impasto		$200 \text{ kg/m}^3 \leq \text{Dosaggio} \leq 350 \text{ kg/m}^3$
Massa volumica del calcestruzzo di argilla espansa	UNI 7548-2	$\leq 1200 \text{ kg/m}^3$
Spessore dello strato di calcestruzzo poroso		$\geq 40 \text{ mm}$
Resistenza media a compressione del calcestruzzo di argilla espansa misurata su cubetti stagionati con lato di 100 mm	UNI EN 1345	$\geq 5 \text{ N/mm}^2$

In alcune applicazioni vengono realizzati blocchi di argilla espansa vibrocompressi successivamente solidarizzati ad uno strato portante in calcestruzzo. Per questo tipo di applicazione le caratteristiche dell'argilla espansa sono riportate in tabella.

Metodi di prova e valori raccomandati di alcune proprietà degli elementi vibrocompressi fonoassorbenti in calcestruzzo di argilla espansa da solidarizzare ad una struttura portante		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
Massa volumica in mucchio dei granuli di argilla espansa	UNI EN 13055-1	$500 \text{ kg/m}^3 \leq M_{va} \leq 800 \text{ kg/m}^3$
Diametro massimo dei granuli di argilla espansa	UNI EN 13055-1	$\leq 20 \text{ mm}$
Dosaggio del cemento (pozzolanico o Portland) per metro cubo di impasto.		$\geq 200 \text{ kg/m}^2$
Massa volumica del calcestruzzo di argilla espansa	UNI 7548-2	$\leq 1200 \text{ kg/m}^3$
Spessore dello strato di calcestruzzo poroso		$\geq 80 \text{ mm}$
Resistenza media a compressione del calcestruzzo di argilla espansa misurata su cubetti stagionati con lato di 100 mm	UNI EN 1345	$\geq 5 \text{ N/mm}^2$

Alternativamente all'argilla espansa, per realizzare lo strato fonoassorbente del pannello può essere utilizzato lapillo vulcanico o pomice che deve avere le caratteristiche riportate in tabella.

Metodi di prova e valori raccomandati di alcune proprietà dell'inerte naturale di pomice in conglomerati cementizi non strutturali.		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
Massa volumica in mucchio dell'inerte naturale di pomice	UNI EN 13055-1	$600 \text{ kg/m}^3 \leq M_{va} \leq 900 \text{ kg/m}^3$
Diametro massimo dei granuli	UNI EN 13055-1	$\leq 14 \text{ mm}$
Dosaggio del cemento (pozzolanico o Portland) per metro cubo di inerte		$200 \text{ kg/m}^3 \leq M_{va} \leq 350 \text{ kg/m}^3$
Massa volumica del calcestruzzo con inerte naturale di pomice	UNI EN 13055-1	$\leq 1200 \text{ kg/m}^3$
Spessore minimo dello strato in calcestruzzo poroso		$\geq 40 \text{ mm}$
Resistenza media a compressione del calcestruzzo poroso di argilla espansa	UNI EN 1345	$\geq 5 \text{ N/mm}^2$

misurata su cubetti stagionati con lato di 100 mm		
---	--	--

Diffrattori di sommità per barriere

Si tratta di dispositivi che installati sulla sommità delle barriere antirumore agiscono sull'onda diffratta migliorando le prestazioni globali della barriera stessa. Sono in genere elementi lineari collegati alla struttura portante della barriera e costituiti da un guscio metallico con materassino interno fonoassorbente. In questi casi le loro caratteristiche tecniche devono essere rispondenti alle specifiche elencate al paragrafo relativo ai pannelli metallici

Dal punto di vista acustico è prevista l'effettuazione del test di diffrazione del bordo superiore.

Relativamente alle prove di tipo statico deve essere verificata la resistenza ai carichi.

Relativamente alla sicurezza in esercizio devono essere verificati i sistemi anticaduta ed il comportamento in presenza di fuoco

Pannelli realizzati con altri materiali

Ove vengano adottati pannelli realizzati con materiali diversi da quelli indicati o integrati con sistemi innovativi di attenuazione del rumore, dovranno essere fornite tutte le caratteristiche necessarie per il controllo qualitativo dei materiali ai fini acustici, strutturali, di sicurezza, durabilità e di corretto inserimento paesaggistico/ambientale, nonché la casistica delle situazioni similari in cui sono stati applicati, corredata della certificazione degli Enti appaltanti.

Detti prodotti devono comunque essere sottoposti alla preventiva approvazione del Committente.

Carpenteria metallica portante

I montanti metallici se realizzati con profili aperti laminati devono essere realizzati in acciaio con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo S275JR (UNI EN 10025-1÷6).

Per laminati in forma di profilati cavi la norma di riferimento è la EN 10210-1.

Per i montanti metallici è prevista la zincatura a caldo per immersione in accordo alla Norma UNI EN ISO 1461/99, per uno spessore non inferiore a 85 µm, previo ciclo di sabbiatura SA 21/2 oppure trattamento di decapaggio chimico. Inoltre è richiesto un ulteriore trattamento della superficie, subito dopo la zincatura, secondo il sistema seguente:

- applicazione di mano di fondo a base di pittura epossidica al fosfato di zinco di spessore 60÷80 µm.
- applicazione di mano di copertura a base di pittura poliuretanic di spessore 60÷80 µm.

Lo spessore minimo locale della protezione, compreso lo spessore della zincatura, deve essere di almeno 200 µm in modo da realizzare una superficie esente da pori.

Il fornitore deve comunque indicare il sistema del trattamento previsto per la protezione anticorrosiva della superficie dei diversi elementi ed allegare le schede tecniche dei prodotti vernicianti impiegati e le modalità di applicazione.

Controlli sugli strati protettivi dell'acciaio costituente gli elementi in carpenteria portante		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
Resistenza all'urto	UNI 8901	La pellicola non deve presentare fessurazioni a seguito della caduta del maglio da una altezza di 50 cm
Aderenza	EN ISO 2409	Resistenza alla quadrettatura – nessun distacco.
Brillantezza	UNI 9389	Glossmetro a 60° ; gloss massimo 60
Piegamento su mandrino cilindrico	UNI ISO 1519	Con piegamento su mandrino di 4 mm la pellicola non deve fessurarsi
Resistenza in nebbia salina neutra	UNI ISO 9227	Dopo 150 ore - penetrazione massima della corrosione di 1 mm lungo la crocettatura. Dopo 500 ore - penetrazione massima della corrosione di 15 mm lungo la crocettatura; blistering massimo 8 medium secondo ASTM D 814
Resistenza in camera umidostatica		Dopo 150 ore - blistering assente Dopo 500 ore – blistering massimo 8 medium secondo ASTM D 814

Tutte le saldature manuali devono essere effettuate ad arco con elettrodi rivestiti E44 aventi

caratteristiche di classe 2, 3, 4 secondo UNI EN ISO 2560, per spessori inferiori a 30 mm e classe 4B per spessori superiori.

Sui profili costituenti i montanti che non risultino "prodotti qualificati" ai sensi del DM 9/1/96, devono essere effettuate tutte le prove meccaniche e chimiche previste dalle norme UNI (oppure EN), in numero atto a fornire un'idonea conoscenza delle proprietà di ogni singolo lotto di fornitura e comunque almeno tre saggi per ogni 20 tons di ogni singolo profilo.

In alternativa è ammesso l'impiego di acciai marcati CE secondo le procedure di rilascio del marchio dei manufatti in acciaio ricadenti sotto Direttiva Europea 89/106 Prodotti da costruzione.

Accessori

Tutti gli elementi metallici non precedentemente esaminati (bulloneria, rivetti, rondelle elastiche e non, piastre di base dei montanti, distanziatori, tirafondi, ecc.) devono essere in acciaio zincato a caldo in accordo alla norma UNI EN ISO 1461, per uno spessore non inferiore a 60 micron (ad eccezione delle piastre di base per le quali vale quanto indicato per i montanti).

Per quanto riguarda i tirafondi, questi devono essere costituiti da barre filettate in acciaio di caratteristiche di resistenza non inferiore alla classe 8.8 secondo UNI EN 898 parte I con dadi di classe 8 secondo NI EN ISO 898-2:2012.

In alternativa, possono essere utilizzati ancoraggi.

La bulloneria ad alta resistenza per le unioni acciaio-acciaio deve essere conforme per le caratteristiche dimensionali delle viti alle UNI EN 898-1 riferimento UNI 5712 e per quelle dei dadi alle UNI EN ISO 898-2 riferimento UNI 5713, appartenenti alla classe 8.8 e 8 della UNI EN ISO 4759 Le rosette metalliche devono essere in acciaio C50 UNI EN 10083-2/UNI 5714 temprato e rinvenuto (HRC 32÷40).

I sigillanti e le guarnizioni devono garantire nel tempo l'ermeticità acustica e deve quindi resistere all'invecchiamento da agenti naturali (raggi UV, variazioni di temperatura, ecc.).

Il fornitore dovrà specificare preventivamente le caratteristiche tecniche dei materiali utilizzati per i sigillanti e le guarnizioni specie per quanto riguarda la qualità dell'elemento elastico e la sua resistenza all'invecchiamento.

ART. 22.1 - FONDAZIONE DELLA CARREGGIATA

Il primo strato di fondazione della carreggiata è previsto dello spessore di 10 cm. costituito da misto granulare stabilizzato con legante naturale; per questo si intende la frazione passante al setaccio ASTM n.40 con apertura di 0.42 mm.. Trattasi di materiale naturale granulare o frantumato e corretto in cava o in impianto fisso di frantumazione e miscelazione, avente i requisiti di cui al Cap.9 delle norme C.N.R.-U.N.I. 10006 relative al tipo A ove non indicato diversamente e cioè:

- 1) dimensioni massime dell'aggregato non superiore a mm.71;
- 2) granulometria compresa nel seguente fuso con andamento sensibilmente continuo senza accusare cioè mancanze pronunciate di determinate frazioni:

- Apertura crivelli o setacci	% in peso di passante
mm. 71	100
" 30	70:100
- Apertura crivelli o setacci	% in peso di passante
mm. 10	30: 70
" 5	23: 55
" 2	15: 40
" 0.42	8: 25
" 0.074	2: 15

3) rapporto tra il passante al setaccio da 0,074 mm. di apertura e in passante al setaccio da 0,42 mm., inferiore a 2/3;

4) limite liquido non superiore a 25 e indice di plasticità non superiore a 3;

5) indice di portanza C.B.R. eseguito su campioni costipati (con energia di costipamento AASHO mod.) dopo immersione in acqua per quattro giorni non inferiore a 80.

Il valore del C.B.R. non dovrà scendere al di sotto del suddetto valore per un intervallo di umidità di costipamento del 4%.

Il materiale sarà umidificato ad un contenuto di acqua il più possibile vicino alla umidità ottima di costipamento.

Il controllo di costipamento sarà eseguito mediante la determinazione della densità in sito che dovrà raggiungere valori non minori del 95% della densità max AASHO Mod. di laboratorio.

Con frequenza di una prova ogni 2000 mq di strato finito si determinerà il valore del modulo di deformazione MD (b.u. n°146 del 14/12/92), il valore richiesto è **Md > 100N/mmq nell'intervallo di carico compreso tra 0.15 e 0.25 N/mmq**. Detto materiale potrà venire steso in uno o due strati in tempi successivi secondo le disposizioni della Direzione Lavori che potrà ordinare in un primo tempo la stesa del primo strato ed il secondo strato in un tempo successivo a risagomatura della carreggiata prima della posa della pavimentazione bituminosa.

Qualora lo strato di fondazione venga posto su carreggiata bitumata esistente, si procederà, prima della stesa, alla scarifica della pavimentazione, che sarà compensata col prezzo relativo alla preparazione del terreno riutilizzando il materiale di risulta idoneo.

In trincea si valuterà come fondazione lo strato superiore mentre lo strato inferiore in ghiaia e sabbia sarà valutato come rilevato. Prima della stesa del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento, si dovrà procedere al risarcimento del materiale di riempimento delle eventuali buche ed avvallamenti provocati dal traffico e dovrà essere rimesso in perfetta sagoma il piano della carreggiata; i suddetti lavori saranno eseguiti a cura e spese dell'Impresa.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto oltre 1 cm. controllato a mezzo di un regolo di m.4.50 di lunghezza e disposto su due strati ortogonali.

ART. 22.2 – FONDAZIONE (SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO - DESCRIZIONE

Il misto cementato per fondazione (sottobase) sarà costituito da una miscela di inerti lapidei, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o volume, da stendersi in un unico strato dello spessore max. di cm.20

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

Saranno impiegate ghiaie e sabbia di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30 ed il 60% in peso sul totale degli inerti (la Direzione Lavori potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito; in questo caso la miscela

finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni 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.).

Gli inerti avranno i seguenti requisiti:

- a) Aggregato di dimensioni non superiori a 40 mm., né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) Granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme.

Serie crivelli e setacci UNI Passante % in peso

	Crivelli	40			
		100			
	Crivelli		30		
				80 - 100	
	Crivelli	25			
		72 - 90			
	Crivelli	15			
		53 - 70			
	Crivelli	10			
		40 - 55			
	Crivelli	5			
		28 - 40			
	Setacci		2		
				18 - 30	
	Setacci	0,4			
		8 - 18			
	Setacci	0,18			
		6 - 14			
	Setacci	0,075			5 - 10

c) Perdita in peso alla prova Los Angeles non superiore a 30;

d) Equivalente in sabbia compreso fra 30 e 60;

e) Indice di plasticità uguale a zero (materiale non plastico).

L'Impresa, dopo aver eseguito prove di laboratorio, dovrà proporre alla Direzione Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri. Verrà ammessa una tolleranza di ± 5 punti % fino al passante al crivello n.5 e di ± 2 punti % per il passante a setaccio 2 e inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

Legante

Verrà impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno). A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa fra il 2,5% e il 3,5% in peso sul peso degli inerti asciutti.

Acqua

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione

alle prove di resistenza appresso indicate.

Resistenza

Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm., diametro 15,24 cm, volume 3242 cmc); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno 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 dovrà 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 verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolando fra loro, con il cemento 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. (o setaccio ASTM ¾") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata con la sola pasta di cemento ad essi aderente).

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHO T180 e 85 colpi per strato, in modo da ottenere un'energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm.50,8; peso pestello Kg.4,54; altezza di caduta cm.45,7).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuale in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello di 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 confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 25 Kg/cmq. e non superiori a 45 Kg/cmq, ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" **(1)** non inferiore a 2,5 Kg/cmq. (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 dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

PREPARAZIONE

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti ed il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 mc di miscela.

POSA IN OPERA

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti e rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati), tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno per ogni cantiere determinate dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prova di costipamento). La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperatura ambiente inferiore a 0°C e superiori a 25°C e

non sotto la pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperatura tra i 25°C e i 30°C. In questo caso sarà però necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo d'impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela. Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15°C –18°C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti. Comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente un'eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1-2 ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale simile) conservati umidi. Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto, se non si fa uso della tavola, sarà necessario prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale di tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti, all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quelli in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

PROTEZIONE SUPERFICIALE

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguita la posa di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1-2 Kg/mq., in relazione al tempo ed all'intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto, e successivo spargimento di sabbia.

NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI E DI ACCETTAZIONE

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto. Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno 2 prove per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stessa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumetro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25mm. Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione della formula di trasformazione precedentemente riportata, oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25mm. e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumetro.

La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso.

Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15-20 giorni di stagionatura), su provini estratti tramite carotatrice da quest'ultimo; la densità secca verrà ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105-110 °C fino al peso costante, ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino; in

questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze del presente articolo. La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simili a quello di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento di 6 provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione), previa la vagliatura al crivello da 25mm.

Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 mc. di materiale costipato.

La resistenza a sette giorni di ciascun provino preparato con la miscela stesa non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinata in laboratorio di oltre $\pm 20\%$ e comunque non dovrà mai essere inferiore a 25 Kg/cm² per compressione e 2,5 Kg/cm² per la trazione. Con frequenza di una prova ogni 2000mq di strato finito, entro 24 ore dalla posa in opera, si determinerà il valore del modulo di deformazione MD (b.u. n°146 del 14/12/92), il valore richiesto è **Md > 120N/mm²**

nell'intervallo di carico compreso tra 0.15 e 0.25 N/mm² La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm., controllato a mezzo di un regolo di m.4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario.

Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spesa lo strato per il suo intero spessore.

NOTE:

(1) N° 4 ASTM. La prova va eseguita con dispositivo meccanico di discioglimento.

NORME PER LA VALUTAZIONE E LA MISURA DEI LAVORI

Le fondazioni sono valutate in base alla superficie ed a costipamento ultimato, secondo il relativo prezzo di elenco. Si precisa che le larghezze e gli spessori superiori a quelli di progetto non saranno computati per la parte eccedente e che lo spessore medio sarà la media aritmetica degli spessori misurati in sito a mezzo sondaggi eseguiti a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, il cui numero sarà fissato ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

ART. 22.3 - FORNITURA E POSA IN OPERA DI CONGLOMERATO BITUMINOSO

Fornitura e posa in opera di conglomerato bituminoso tipo "tappetone" granulometria 0/20 con tenore di bitume al 5.5/6%, posto in opera con vibrofinitrice per uno spessore medio finito di cm. 7 dopo idonea cilindratura, è compreso l'onere per la stesa di emulsione quale ancoraggio sul piano di posa. Per le prove si faccia riferimento agli art. seguenti riguardanti i materiali bituminosi.

ART. 23.1 - STRATO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DI BASE

1. Descrizione

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo n. 4/1953), normalmente dello spessore di 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici. Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori.

2. Materiali inerti

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. - 1953. Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del C.N.R B.U. n. 34 (28-3-1973), anziché col metodo DEVAL. L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della DL e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%. In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla DL in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia (C.N.R. 27 -1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): passante in peso: 100%;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): passante in peso: 90%.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

3. Legante

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 50 - 70 dmm. Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle norme per l'accertazione dei bitumi del EN 12591. Per la valutazione delle caratteristiche di penetrazione, punto di rammollimento P.A., punto di rottura Fraas, indice di penetrazione e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: EN 1426; EN 1427; EN 12593; EN 12591B; EN 12607-1-3. Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire secondo la norma EN 58.

4. Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dello strato di base dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione fra bitume ed aggregato ("dopes" di adesività). Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i Laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche fisico - chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate. Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare. I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione dei Lavori. L'immissione delle sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

5. Bitume modificato

Per applicazioni impegnative e comunque ad insindacabile giudizio della DL, ogni qualvolta si riscontri l'esigenza di modificare le proprietà reologiche dei leganti bituminosi normali e di migliorare le caratteristiche prestazionali dei conglomerati, dovranno essere impiegati bitumi modificati mediante l'opportuna additivazione di idonei polimeri al fine di determinare un aumento dell'intervallo di plasticità (riduzione della suscettibilità termica), un aumento dell'adesione ed un aumento della viscosità. La modifica delle proprietà reologiche dovrà inoltre conseguire nei conglomerati bituminosi, una maggiore resistenza alle sollecitazioni ed alla loro ripetizione (comportamento a fatica). Il dosaggio dei polimeri suscettibili di impiego potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 5 e l'8% sul peso del bitume. I tipi, i dosaggi e le condizioni di impiego, dovranno ottenere il preventivo benestare della DL. Il legante modificato dovrà essere prodotto in appositi impianti capaci di dosare e disperdere perfettamente i polimeri nel bitume e dovrà presentare caratteristiche di costanza qualitativa, verificata da laboratori attrezzati. Lo stoccaggio dovrà avvenire in apposito serbatoio riscaldato, coibentato e preventivamente svuotato dal bitume preesistente. Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire secondo la norma EN 58. I dati della caratterizzazione chimico-fisica e reologica del legante elastomerizzato dovranno rientrare fra quelli di seguito indicati:

Tipo di prova richieste	Metodo di prova	Caratteristiche
Punto di rammollimento P.A.	EN 1427	superiore a 60 °C
Penetrazione a 25°C	EN 1426	50 - 70 dmm
Punto di rottura Fraass	EN 12593	< -12°C
Viscosità dinamica a 160°C	ASTM D 4402	superiore a 0,250 Pa*s
Ritorno elastico a 25°C	EN 13398	min. 50%
Stabilità allo stoccaggio:	EN 13399	
- sulla penetrazione		± 5
dmm dall'originale		
- sul rammollimento		±
3°C dall'originale		
Invecchiamento (RTFOT)	EN 12607	
- sulla penetrazione		>
60% dell'originale		
- sul rammollimento		±
5°C dall'originale		
Coesione a 5°C	Pr EN	min.
5 J/cm2		
Temperature tipiche del bitume:		
Stoccaggio	fino a 3 giorni	
max 180°C		
	fino a 15 giorni	
150 - 170°C		
	prolungato	
90 - 100°C		
Pompabilità		
> 135°C		
Impasto		160 -
180°C		
Spruzzatura		
170 - 180°C		

6.Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I	Passante % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 - 100
Crivello 25	70 - 95
Crivello 15	45 - 70
Crivello 10	35 - 60
Crivello 5	25 - 50
Setaccio 2	20 - 40
Setaccio 0,4	6 - 20
Setaccio 0,18	4 - 14
Setaccio 0,075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,0% e il 5,0% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 -1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%. I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa. La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.

7. Controllo dei requisiti di accettazione

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante per la relativa accettazione. L'Impresa è poi tenuta a presentare, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione, 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. Una volta accettata dalla DL la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con controlli giornalieri. Non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore $\pm 3\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5\%$ sulla percentuale di additivo. Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0,3\%$. Tali valori dovranno essere verificati con le prove sul conglomerato bituminoso prelevato all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito. In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato e condotto da personale appositamente addestrato per le prove ed i controlli in corso di produzione. In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato bituminoso (granulometria degli inerti, % di bitume, % di additivo) prelevando lo stesso all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (C.N.R. B.U. n. 40/73) media di due prove; percentuale dei vuoti (C.N.R. B.U. n. 39/73), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall (C.N.R. B.U. n. 30/73);

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno. In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla DL sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati. In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la DL effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

8. Formazione e confezione delle miscele.

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto. L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto. Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo. La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate. Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi. La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della DL in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

9. Posa in opera delle miscele

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla DL la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati negli articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato. Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato o misto granulare stabilizzato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/mq. La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla DL, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici. Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali, derivanti dalle

interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa, dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C (150°C quando si usa bitume modificato). La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Al termine della compattazione, lo strato dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo la norma B.U. C.N.R. 40-1973, su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m 4, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

ART. 23.2 - STRATO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DI COLLEGAMENTO(BINDER)

1. Descrizione

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori. Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo le definizioni riportate nell' Art. 1 delle norme C.N.R., fascicolo n. 4/1953 "norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali", mescolati con bitume a caldo e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

2. Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo 4/1953. Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle Norme C.N.R. 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso

sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme C.N.R. B.U n. 34 (del 28-3-1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietriscetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

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

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R. fascicolo 4/1953, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R. fascicolo 4/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R. fascicolo 4/1953.

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%. Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento di cui sopra. L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell' Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953 ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHTO T 176, non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R. fascicolo 4/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2/5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM. Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

3. Legante

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 50 - 70 dmm. Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle norme per l'accertazione dei bitumi del EN 12591. Per la valutazione delle caratteristiche di penetrazione, punto di rammollimento P.A., punto di rottura Fraas, indice di penetrazione e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: EN 1426; EN 1427; EN 12593; EN 12591B; EN 12607-1-3. Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire secondo la norma EN 58.

4. Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dello strato di binder dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione fra bitume ed aggregato ("dopes" di adesività). Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i Laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche fisico - chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate. Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare. I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione dei Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

5. Bitume modificato

Per applicazioni impegnative e comunque ad insindacabile giudizio della DL, ogni qualvolta si riscontri l'esigenza di modificare le proprietà reologiche dei leganti bituminosi normali e di migliorare le caratteristiche prestazionali dei conglomerati, dovranno essere impiegati bitumi modificati mediante l'opportuna additivazione di idonei polimeri al fine di determinare un aumento dell'intervallo di plasticità (riduzione della suscettibilità termica), un aumento dell'adesione ed un aumento della viscosità. La modifica delle proprietà reologiche dovrà inoltre conseguire nei conglomerati bituminosi, una maggiore resistenza alle sollecitazioni ed alla loro ripetizione (comportamento a fatica). Il dosaggio dei polimeri suscettibili di impiego potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 5 e l'8% sul peso del bitume. I tipi, i dosaggi e le condizioni di impiego, dovranno ottenere il preventivo benestare della DL. Il legante modificato dovrà essere prodotto in appositi impianti capaci di dosare e disperdere perfettamente i polimeri nel bitume e dovrà presentare caratteristiche di costanza qualitativa, verificata da laboratori attrezzati. Lo stoccaggio dovrà avvenire in apposito serbatoio riscaldato, coibentato e preventivamente svuotato dal bitume preesistente. Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire secondo la norma EN 58. I dati della caratterizzazione chimico-fisica e reologica del legante elastomerizzato dovranno rientrare fra quelli di seguito indicati:

Tipo di prova richieste	Metodo di prova	Caratteristiche
Punto di rammollimento P.A.	EN 1427	superiore a 60 °C
Penetrazione a 25°C	EN 1426	50 - 70 dmm
Punto di rottura Fraass	EN 12593	< -12°C
Viscosità dinamica a 160°C	ASTM D 4402	superiore a 0,250 Pa*s
Ritorno elastico a 25°C	EN 13398	min. 50%
Stabilità allo stoccaggio:	EN 13399	
- sulla penetrazione		± 5
dmm dall'originale		
- sul rammollimento		±
3°C dall'originale		
Invecchiamento (RTFOT)	EN 12607	
- sulla penetrazione		>
60% dell'originale		
- sul rammollimento		±
5°C dall'originale		
Coesione a 5°C	Pr EN	min.
5 J/cm ²		
Temperature tipiche del bitume:		
Stoccaggio	fino a 3 giorni	
	max 180°C	
	fino a 15 giorni	
	150 - 170°C	
	prolungato	
	90 - 100°C	
Pompabilità		
	> 135°C	
Impasto		160 -
180°C		
Spruzzatura		
170 - 180°C		

6. Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I	Passante % totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	70 - 95
Crivello 10	55 - 75
Crivello 5	35 - 55
Setaccio 2	25 - 40
Setaccio 0,4	7 - 25
Setaccio 0,18	5 - 15
Setaccio 0,075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità

Marshall e compattezza di seguito riportati. Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 e 7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa. Nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative.

Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 30 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario. La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.

7. Controllo dei requisiti di accettazione

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante per la relativa accettazione. L'Impresa è poi tenuta a presentare, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione, 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. Una volta accettata dalla DL la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con controlli giornalieri. Non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore $\pm 3\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5\%$ sulla percentuale di additivo. Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilità di $\pm 0,3\%$. Tali valori dovranno essere verificati con le prove sul conglomerato bituminoso prelevato all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito. In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato e condotto da personale appositamente addestrato per le prove ed i controlli in corso di produzione. In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato bituminoso (granulometria degli inerti, % di bitume, % di additivo) prelevando lo stesso all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (C.N.R. B.U. n. 40/73) media di due prove; percentuale dei vuoti (C.N.R. B.U. n. 39/73), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall (C.N.R. B.U. n. 30/73); inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei

termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno. In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla DL sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati. In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la DL effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

8. Formazione e confezione delle miscele.

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto. L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto. Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo. La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate. Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 25 secondi. La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della DL in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

9. Posa in opera delle miscele.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dopo che sia stata accertata dalla DL la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati. Prima della stesa del conglomerato sullo strato sottostante, per garantire l'ancoraggio, tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/mq. La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla DL, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o

più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere distesa, dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C (150°C quando si usa bitume modificato). La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Al termine della compattazione, lo strato dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo la norma B.U. C.N.R. 40-1973, su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m 4, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti saltuari e contenuti nel limite di 10 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

ART. 23.3 - CONGLOMERATO BITUMOSO FONOASSORBENTE PER STRATI DI USURA TIPO ASPHALT RUBBER OPEN GRADED

Lo strato di usura della tangenziale in progetto sarà realizzato mediante l'impiego di conglomerato bituminoso fonoassorbente tipo asphaltrubber open graded avente spessore pari a 5cm.

1. GENERALITA' E DEFINIZIONI

I conglomerati bituminosi tipo Asphalt Rubber sono miscele di *nuova generazione* costituite da aggregati lapidei di primo impiego e da bitume modificato con polverino di gomma riciclata mediante metodologia wet, denominato Asphalt Rubber (AR) da cui il conglomerato prende nome. Il conglomerato bituminoso tipo AR “*open graded*” è un conglomerato poroso semi-aperto dotato di elevata rugosità superficiale, drenante e fonoassorbente, in grado di fornire una buona aderenza anche in caso di pioggia e di abbattere il rumore di rotolamento.

2. QUALIFICAZIONE DEI MATERIALI

(a) AGGREGATI

La fase solida dei conglomerati tipo AR è costituita da aggregati lapidei di primo impiego costituiti da elementi, sani, duri, di forma poliedrica, esenti da polveri e materiali estranei. I granuli non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler, che può provenire dalla frazione fina o essere aggiunto.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

Aggregato grosso

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Tali elementi potranno essere di provenienza e natura petrografica diversa purché risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella 1.

Tabella 1. Requisiti dell'aggregato grosso

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	.	≤ 20	LA ₂₀
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	.	100	C ₁₀₀₀
Dimensione Max	UNI EN 933-1	mm	12	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f ₁
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 1	F ₁
Affinità aggregato-legante (*)	CNR 138/92	-	0	-
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 20	FL ₂₀
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	≤ 1,5	WA ₂₄₂
Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	%	≥ 45	PSV ₄₅
(*) La determinazione dell'affinità aggregato-legante dovrà essere valutata con un dei metodi previsti dalla norma UNI EN 12697-11 non appena saranno pubblicati gli annessi nazionali recanti i requisiti attribuiti alle eventuali classi di prestazione.				

Aggregato fine

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

Esso deve essere costituito esclusivamente da sabbie ricavate per frantumazione di rocce e da elementi litoidi di fiume e deve possedere le caratteristiche riassunte nella tabella 2.

Qualora l'aggregato fine sia ottenuto dalla frantumazione di materiali aventi valore di levigabilità $PSV \leq 45$, il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 10%.

Tabella 2. Requisiti dell'aggregato fine

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	.	≥ 80	-
Quantità di frantumato	CNR 109/85	.	100	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	.	≤ 10	f_{10}

Il **filler**, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fine 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, la granulometria del filler dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043 e deve soddisfare i requisiti indicati in tabella 3.

Tabella 3. Requisiti del filler

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	.	N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	.	28-45	$V_{28/45}$
Stiffening Power-Rapporto filler/legante = 1,5	UNI EN 13179-1	°C	≥ 8	$\square_{R\&B} 8/16$
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	.	≥ 80	-

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre, ai fini dell'accettazione, la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio di fiducia dell'Amministrazione.

(b) LEGANTE ASPHALT RUBBER

Il legante impiegato Asphalt Rubber per il confezionamento di miscele tipo Asphalt Rubber consiste in un bitume modificato con polverino di gomma riciclata di pneumatico, incorporata nel bitume tramite processo "wet". L'aggiunta a caldo del polverino di gomma, in ragione del 15÷22% riferito al peso totale del legante (bitume + polverino di gomma), modifica la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche del bitume base.

Bitume base

Il bitume base deve appartenere alla classe 50/70 definita dalla norma UNI EN 12591 e possedere un punto di rammollimento $\geq 50^\circ\text{C}$.

Polverino di gomma

Il polverino di gomma deve essere ottenuto dal riciclaggio di pneumatici di automobili o autocarri e deve possedere le seguenti caratteristiche:

1. gomma di pneumatico, 100% vulcanizzata;
2. assenza di fibra, tessuto, metallo o di qualsiasi altro materiale contaminante;
3. dopo la triturazione deve presentarsi come una polvere, non incollata, di materiale granulare con un peso specifico di $1,15 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$;
4. quantità di polvere minerale, carbonato di calcio o talco (utilizzato per impedire l'aderenza delle particelle), non superiore al 4% del peso della gomma;
5. contenuto d'acqua non superiore al 2% in peso, per evitare la formazione di bollicine d'aria durante il processo di miscelazione.

La granulometria del polverino di gomma deve rispettare i requisiti indicati nella tabella 4.

Tabella 4. Requisiti di granulometria per il polverino di gomma

	<i>Serie stacci ISO 525 (mm)</i>	<i>% Passante ASTM D 5644</i>
Staccio	1,180	100
Staccio	0,850	95-100
Staccio	0,600	85-100
Staccio	0,425	45-70
Staccio	0,250	5-25
Staccio	0,075	0-5

Tabella 5. Requisiti del bitume modificato con polverino di gomma

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	25-55
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55
Resilienza a 25 °C	ASTM D 3407	%	≥ 20
Viscosità dinamica a 175°C, (20 giri/min)	UNI EN 13302	mPa·s	1500-5000
Valori dopo RTFOT^(*)			
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	≥ 40
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 12
(*) Rolling Thin Film Oven Test (UNI EN12607-1)			

Asphalt Rubber

Le proprietà richieste per il legante AR ed i relativi metodi di prova sono riportati nella tabella 5. La verifica delle prestazioni del legante AR deve essere eseguita non prima di 45 minuti dalla sua produzione.

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e che faccia parte dell'albo dei Laboratori Ufficiali presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture.

(c) ADDITIVI E FIBRE

È escluso l'utilizzo di qualsiasi tipologia di fibre e/o additivi.

3. MISCELA

(a) COMPOSIZIONE DELLA MISCELA

La miscela di aggregati da adottarsi per i conglomerati bituminosi tipo AR open graded deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nella tabella 6.

La percentuale di legante, riferita al peso totale della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella 6.

Il fuso suggerito deve essere impiegato adottando spessori di progetto compresi tra 20 e 40 mm.

Tabella 6. Requisiti granulometrici della miscela

	<i>Serie stacci UNI EN 933-2 UNI EN 13043 (mm)</i>	<i>% Passante UNI EN 933-1</i>
Staccio	12,5	100
Staccio	10	90-100
Staccio	8	70-88
Staccio	4	20-35
Staccio	2	6-10
Staccio	0,5	3-7
Staccio	0,063	2-4
% di legante in peso		8,5 – 9,5

Tabella 7. Requisiti della miscela studiata con metodo Marshall

METODO MARSHALL			
<i>Condizioni di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
Costipamento	UNI EN 12697-34	Colpi x faccia	75
<i>Risultati richiesti</i>			
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	kN	> 6
Scorrimento Marshall	UNI EN 12697-34	mm	1,5 – 3,0
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	> 3,0
Vuoti residui	UNI EN 12697-8	%	9 – 15
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	CNR n. 149/92	%	<25

La quantità di legante di effettivo impiego deve essere determinata mediante uno studio della miscela tipo AR open graded eseguito esclusivamente con metodo Marshall (UNI EN 12697-34) sulla base delle caratteristiche riportate nella tabella 7.

(b) ACCETTAZIONE DELLA MISCELA

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa.

Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità delle miscele di progetto e di tutti gli elementi che la compongono. Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

La D.L., in contraddittorio con l'Impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

(c) TOLLERANZE SUI RISULTATI

Nella curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 3 punti percentuali, del contenuto di aggregato fine di ± 2 punti percentuali, del passante allo staccio 0,063 mm di $\pm 1,5$ punti percentuali.

Per la percentuale di legante è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$.

Tali valori devono essere soddisfatti 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 legante di ancoraggio derivante dall'applicazione di mani d'attacco o di impregnazioni.

4. ESECUZIONE DEI LAVORI

(a) CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

In ciascun impianto, la produzione non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento degli aggregati, 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) purché il dosaggio dei componenti della 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 legante alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio del legante.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati 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 aggregati con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190°C e quella del legante modificato tra 160°C e 190°.

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.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

(b) PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DI STESA

Prima di iniziare la stesa della miscela AR open graded va verificata l'efficienza delle opere per il deflusso delle acque. Se non sono rispettate le pendenze trasversali del piano di posa (sempre > 2,5%), questo deve essere risagomato; inoltre, devono essere verificate le condizioni di regolarità longitudinale e la presenza di ormaie, per valutare la necessità di eseguire un intervento preliminare di regolarizzazione del piano di posa dello strato di usura. Questi sono necessari qualora l'IRI sia maggiore di 1,8 mm/m e di 2,0 mm/m, rispettivamente per intervento su tutta o su parte della carreggiata, e le ormaie abbiano profondità maggiore di 10 mm.

Eventuali interventi preliminari di risanamento profondo o di rinforzo della pavimentazione esistente, necessari a garantire la vita utile richiesta, devono essere previsti in fase di progettazione.

È poi necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche l'eventuale preesistente segnaletica orizzontale.

Successivamente, in base alle caratteristiche del piano di posa, si deve procedere nei modi di seguito descritti:

- qualora il conglomerato bituminoso tipo AR open graded debba essere posizionato su di una vecchia pavimentazione fresata, in buone condizioni, senza fessurazioni, deve essere stesa come impermeabilizzazione per la struttura sottostante, una membrana sottile realizzata con bitumi modificati spruzzati a caldo (temperatura > 180°C) in ragione di $1,20 \pm 0,2 \text{ kg/m}^2$, mediante apposite macchine spanditrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Il bitume modificato steso a caldo deve avere le caratteristiche riportate in tabella 8. In alternativa può essere utilizzato bitume modificato AR nella stessa quantità per unità di superficie e avente le caratteristiche riportate in tabella 5. Per evitare il danneggiamento della membrana che potrebbe essere causato dall'adesione dei mezzi di cantiere alla stessa, a discrezione della Direzione Lavori, si dovrà provvedere allo spandimento, con apposito mezzo, di graniglia prebitumata avente pezzatura 4/8 mm, in quantità di circa 6-8 l/m^2 . Allo stesso scopo potrà essere utilizzata sabbia o calce idrata;

- nel caso in cui il conglomerato bituminoso AR open graded debba essere realizzato su di una vecchia pavimentazione fresata ma fessurata, si deve provvedere alla posa in opera una **membrana rinforzata SAMI (Stress Absorbing Membrane Interlayer)**. Essa permette di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente, di impermeabilizzare la struttura esistente, di prevenire la risalita di eventuali fessure dagli strati sottostanti e distribuire uniformemente le tensioni dovute al passaggio dei veicoli. La posa in opera della SAMI deve essere preceduta dalla pulizia della superficie stradale allo scopo di eliminare polveri ed eventuali detriti dal piano viabile. Per realizzare la SAMI si deve procedere allo spargimento di bitume Rubbit a caldo (temperatura > 180 °C) in ragione di $2,2 \pm 0,2 \text{ kg/m}^2$, mediante apposite macchine spanditrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Successivamente si deve provvedere alla stesa immediata della graniglia, avente pezzatura di 8-12 mm, data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia in quantità di circa 20 l/m^2 . Quest'ultima operazione deve essere seguita dal passaggio di rullo gommato e successivamente della motospazzatrice per l'asporto della graniglia non bene ancorata alla membrana;
- nel caso in cui il conglomerato bituminoso AR open graded debba essere realizzato su di una pavimentazione in conglomerato bituminoso in buone condizioni, la mano d'attacco impermeabilizzante deve essere eseguita con la spruzzatura di una emulsione di bitume modificato effettuata mediante apposite macchine spanditrici automatiche in modo tale che il bitume residuo risulti pari a $1,1 \pm 0,1 \text{ kg/m}^2$ oppure con bitume modificato o legante AR steso a caldo nella stessa quantità per unità di superficie. L'emulsione per mano d'attacco, il bitume modificato steso a caldo e il bitume modificato con polverino di gomma devono rispondere alle caratteristiche riportate, rispettivamente, nelle tabelle 9, 8 e 5. Successivamente verrà effettuata una granigliatura come descritto al primo punto.

Tabella 8. Requisiti dei bitumi modificati con polimeri SBS

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Classe UNI EN 14023</i>
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	45-80	4
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 65	5
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -15	7
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	≥ 70	3
Viscosità dinamica a 160°C, $\square=10^{-1}$	UNI EN 13702-2	Pa·s	≥ 0,4	-
Stabilità allo stoccaggio	UNI EN 13399			
Differenza del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5	2
Valori dopo RTFOT^(*)				
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,8	4
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	≥ 60	7
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 8	2
(*) Rolling Thin Film Oven Test (UNI EN12607-1)				

Tabella 9. Requisiti della emulsione bituminosa

C 65 BP 3				
<i>Indicatore di qualità</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Requisito</i>	<i>Classe UNI EN 13808</i>
Polarità	UNI EN 1430	%	positiva	2
Contenuto di bitume	UNI EN 1431	%	□ 65	7
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	≤ 10	3
<i>Residuo bituminoso per evaporazione</i>	UNI EN 13074			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	50-70	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 65	1
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	> 75	5

(c) POSA IN OPERA DELLA MISCELA

La posa in opera del conglomerato bituminoso tipo AR open graded 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 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Lo spessore dello strato deve essere posato per la sua intera altezza con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie. Per evitare un raffreddamento troppo rapido del conglomerato bituminoso va interdetta la stesa sia in caso di precipitazioni che a temperatura ambiente inferiore a 10°C. Per lo stesso motivo, se le vibrofinitrici devono essere fermate per più di 15 minuti o se esiste un intervallo di 15 minuti tra la fine dello scarico di un camion e l'inizio dello scarico del camion successivo, le vibrofinitrici devono essere allontanate dal manto per permettere la compattazione dell'area.

Il conglomerato eventualmente compromesso deve essere immediatamente rimosso e, successivamente, lo strato deve essere ricostruito a spese dell'Impresa.

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. 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. Eccezionalmente si può riscaldare il bordo della striscia adiacente già stesa con il ristuccatore a raggi infrarossi montato sulla finitrice.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezionamento 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 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 150 °C.

La compattazione del conglomerato deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Il costipamento deve essere realizzato mediante rullo statico a ruote metalliche di tipo e peso adeguati per assicurare la percentuale di vuoti richiesta, nonché la rifinitura dei giunti e delle riprese.

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 AR open graded 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.

5. CONTROLLI

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi AR 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 sito.

(a) CONTROLLO DELLE FORNITURE

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L.

Il controllo della qualità degli aggregati di primo impiego deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del legante dovrà essere eseguito su campioni prelevati direttamente alla cisterna dell'impianto di produzione del conglomerato.

I requisiti da soddisfare sono riportati nella tabella 10.

Tabella 10. Controllo delle forniture

<i>Tipo di campione</i>	<i>Ubicazione prelievo</i>	<i>Requisiti richiesti</i>
Legante	Cisterna	Tabella 5
Aggregato grosso	Impianto	Tabella 1
Aggregato fine	Impianto	Tabella 2
Filler	Impianto	Tabella 3

(b) CONTROLLO DELLA MISCELA PRELEVATA AL MOMENTO DELLA STESA

Il prelievo del conglomerato bituminoso sciolto avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il tipo di prelievi da eseguire è riportato in tabella 11. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e che faccia parte dell'albo dei Laboratori Ufficiali presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture, i seguenti controlli:

- la percentuale di legante (UNI EN 12697 - 39);

– la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2).
Inoltre, mediante il metodo Marshall saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante compattatore ad impatto devono essere sottoposti a prova Marshall (UNI EN 12697-34).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al §3.

Tabella 11. Controlli delle miscele prelevate al momento della stesa

<i>Tipo di campione</i>	<i>Ubicazione prelievo</i>	<i>Requisiti richiesti</i>
Conglomerato sciolto	Vibrofinitrice	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela

(c) CONTROLLI PRESTAZIONALI SULLO STRATO FINITO

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l’Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il tipo di prelievo da eseguire è riportato nella tabella 12.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere non inferiore a quello previsto nel progetto.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore di 2 punti percentuali rispetto a quella di progetto e non inferiore al limite previsto nella tabella 7 per un numero di colpi pari a 50 per faccia del compattatore ad impatto.

Tabella 12. Controlli prestazionali sullo strato finito

<i>Tipo di campione</i>	<i>Ubicazione prelievo</i>	<i>Requisiti richiesti</i>
Carote per spessori	Pavimentazione	Spessore previsto in progetto
Carote vuoti in sito	Pavimentazione	≤ % dei vuoti della miscela di progetto+2% ≥ limite di tabella 7 per 50 colpi per faccia

Caratteristiche superficiali

Sulle pavimentazioni finite dovranno essere eseguite prove per il controllo dei valori di aderenza e macrotestitura superficiale dello strato di usura con le frequenze riportate in tabella 13.

Le misure di aderenza (resistenza ad attrito radente) eseguite con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4, dovranno fornire valori di PTV (Pendulum Test Value) ≥ 55. Per valori di PTV inferiori verrà applicata una detrazione dell’1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno. La testitura superficiale, misurata mediante la tecnica volumetrica ad impronta (UNI EN 13036-1), deve fornire un valore MTD ≥ 0,6 mm.

Tabella 13. Controllo delle caratteristiche superficiali

<i>Tipo di campione</i>	<i>Ubicazione prelievo</i>	<i>Frequenza prove</i>	<i>Requisiti richiesti</i>
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	PTV \geq 55
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	MTD \geq 0,6 mm

In alternativa, per la misura dell'aderenza e della macrotestitura, potranno essere eseguite prove ad alto rendimento utilizzando una delle apparecchiature che hanno partecipato all'esperimento di armonizzazione dell'AIPCR (1992). Per il calcolo del parametro MTD da prove eseguite con profilometro laser, l'elaborazione dei dati deve essere eseguita secondo la procedura prevista nella UNI EN ISO 13473-1.

I valori di aderenza ottenuti con tali apparecchiature saranno ricondotti a valori di PTV utilizzando una specifica relazione determinata nel corso della sperimentazione del progetto Leopoldo. Le misure di aderenza e di macrotestitura dovranno essere effettuate in un periodo compreso tra il 60° e il 180° giorno dall'apertura al traffico. Le tratte da misurare, aventi lunghezze pari almeno a 200 m, potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; in ogni caso, l'aderenza dovrà essere controllata per tutta l'estensione dell'intervento.

Per la valutazione delle caratteristiche di aderenza e tessitura superficiale si farà riferimento ai valori medi, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m) o dai valori già mediati ogni 50 m, relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore, distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Le tratte omogenee saranno individuate con una procedura statistica.

Le misure di aderenza e di tessitura dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e i valori misurati potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici.

In sito dovrà essere misurata la capacità drenante con il permeametro secondo la norma UNI EN 12697-40 e con la frequenza riportata in tabella 14. Il tempo di deflusso misurato deve essere \leq 48 sec.

Dalla miscela prelevata all'atto della stesa saranno confezionati tre campioni con compattatore ad impatto, ad un numero di colpi pari a 50, su cui verranno controllate le caratteristiche di fonoassorbimento mediante tubo di impedenza secondo la procedura definita nella UNI EN ISO 10534-2. I valori dei coefficienti di fono-assorbimento devono essere quelli riportati in tabella 15 per almeno 5 delle 7 frequenze indicate.

Tabella 14. Controllo della capacità drenante

<i>Tipo di campione</i>	<i>Ubicazione prelievo</i>	<i>Frequenza prove</i>	<i>Requisiti richiesti</i>
Pavimentazione	Pavimentazione	Su dieci postazioni	Tempo di deflusso \leq 50 sec

Tabella 15. Controllo delle caratteristiche di fono-assorbimento

<i>Frequenza (Hz)</i>	400	500	630	800	1000	1250	1600
<i>Coefficiente di fono-assorbimento</i>	$\alpha \geq 0,08$	$\alpha \geq 0,11$	$\alpha \geq 0,12$	$\alpha \geq 0,19$	$\alpha \geq 0,30$	$\alpha \geq 0,30$	$\alpha \geq 0,25$

ART. 24 - STRATO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DI USURA**1. Descrizione**

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori. Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo le definizioni riportate nell' Art. 1 delle norme C.N.R., fascicolo n. 4/1953 "norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali", mescolati con bitume a caldo e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

2. Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo 4/1953. Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle Norme C.N.R. 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme C.N.R. B.U n. 34 (del 28-3-1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei. L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore od uguale al 20%;
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R. fascicolo n. 4/1953, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R. fascicolo 4/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R. fascicolo 4/1953, con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra. L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell' Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953 ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R. fascicolo 4/1953, con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2/5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da

cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM. Il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 - 8% di bitume ad alta percentuale di asfaltini con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm. Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

3. Legante

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 50 - 70 dmm. Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle norme per l'accertazione dei bitumi del EN 12591. Per la valutazione delle caratteristiche di penetrazione, punto di rammollimento P.A., punto di rottura Fraas, indice di penetrazione e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: EN 1426; EN 1427; EN 12593; EN 12591B; EN 12607-1-3. Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire secondo la norma EN 58.

4. Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dello strato di binder dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione fra bitume ed aggregato ("dopes" di adesività). Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i Laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche fisico - chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate. Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare. I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione dei Lavori. L'immissione delle sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

5. Bitume modificato

Per applicazioni impegnative e comunque ad insindacabile giudizio della DL, ogni qualvolta si riscontri l'esigenza di modificare le proprietà reologiche dei leganti bituminosi normali e di migliorare le caratteristiche prestazionali dei conglomerati, dovranno essere impiegati bitumi modificati mediante l'opportuna additivazione di idonei polimeri al fine di determinare un aumento dell'intervallo di plasticità (riduzione della suscettibilità termica), un aumento dell'adesione ed un aumento della viscosità. La modifica delle proprietà reologiche dovrà inoltre conseguire nei conglomerati bituminosi, una maggiore resistenza alle sollecitazioni ed alla loro ripetizione (comportamento a fatica). Il dosaggio dei polimeri suscettibili di impiego potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 5 e l'8% sul peso del bitume. I tipi, i dosaggi e le condizioni di impiego, dovranno ottenere il preventivo benestare della DL. Il legante modificato dovrà essere prodotto in appositi impianti capaci di dosare e disperdere perfettamente i polimeri nel bitume e dovrà presentare caratteristiche di costanza qualitativa, verificata da laboratori attrezzati. Lo stoccaggio dovrà avvenire in apposito serbatoio riscaldato, coibentato e preventivamente svuotato dal bitume preesistente. Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire secondo la norma EN 58. I dati della caratterizzazione chimico-fisica e reologica del legante elastomerizzato dovranno rientrare fra quelli di seguito indicati:

Tipo di prova richieste	Metodo di prova	Caratteristiche
Punto di rammollimento P.A.	EN 1427	superiore a 60 °C
Penetrazione a 25°C	EN 1426	50 - 70 dmm
Punto di rottura Fraass	EN 12593	< -12°C
Viscosità dinamica a 160°C	ASTM D 4402	superiore a 0,250 Pa*s
Ritorno elastico a 25°C	EN 13398	min. 50%
Stabilità allo stoccaggio:	EN 13399	
- sulla penetrazione dmm dall'originale		± 5
- sul rammollimento 3°C dall'originale		±
Invecchiamento (RTFOT)	EN 12607	
- sulla penetrazione 60% dell'originale		>
- sul rammollimento 5°C dall'originale		±
Coesione a 5°C 5 J/cm ²	Pr EN	min.
Temperature tipiche del bitume:		
Stoccaggio	fino a 3 giorni	
	max 180°C	
	fino a 15 giorni	
	150 - 170°C	
	prolungato	
	90 - 100°C	
Pompabilità	> 135°C	
Impasto		160 -
180°C		
Spruzzatura		
170 - 180°C		

6. Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I	Passante % totale in peso
Crivello 15	100
Crivello 10	70 - 100
Crivello 5	43 - 67
Setaccio 2	25 - 45
Setaccio 0,4	12 - 24
Setaccio 0,18	7 - 15
Setaccio 0,075	6 - 11

Il legante bituminoso dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6,0% riferito al peso totale degli aggregati. Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela

addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata. Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 1000 Kg.

Inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni a temperatura ambiente, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati. Nel caso di conglomerato confezionato con bitume modificato, il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 1200 Kg. Lo scorrimento Marshall, misurato sugli stessi provini, dovrà essere compreso fra 2 e 4.

Inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 350;

b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;

c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;

d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentisi alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10 - 6 cm/sec. Nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario. La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.

7. Controllo dei requisiti di accettazione

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante per la relativa accettazione. L'Impresa è poi tenuta a presentare, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione, 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. Una volta accettata dalla DL la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con controlli giornalieri. Non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore $\pm 3\%$ sulla

percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5\%$ sulla percentuale di additivo. Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0,3\%$. Tali valori dovranno essere verificati con le prove sul conglomerato bituminoso prelevato all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito. In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato e condotto da personale appositamente addestrato per le prove ed i controlli in corso di produzione. In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato bituminoso (granulometria degli inerti, % di bitume, % di additivo) prelevando lo stesso all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (C.N.R. B.U. n. 40/73) media di due prove; percentuale dei vuoti (C.N.R. B.U. n. 39/73), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall (C.N.R. B.U. n. 30/73);

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno. In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla DL sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati. In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la DL effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

8. Formazione e confezione delle miscele.

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto. L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto. Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo. La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate. Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di

sotto dei 25 secondi. La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della DL in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

9. Posa in opera delle miscele.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dopo che sia stata accertata dalla DL la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati. Prima della stesa del conglomerato sullo strato sottostante, per garantire l'ancoraggio, tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/mq. La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla DL, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici. Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere disteso, dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C (150°C quando si usa bitume modificato). La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Al termine della compattazione, lo strato dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo la norma B.U. C.N.R. 40-1973, su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati dovrà presentarsi

priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m 4, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti saltuari e contenuti nel limite di 4 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

ART. 25 - LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE

I lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, secondo il migliore magistero. Tutte le opere non eseguite a perfetta regola d'arte, o secondo le prescrizioni impartite, dovranno essere demolite e ricostruite a spese dell'Impresa.

La delimitazione delle aree da rivestire con manto vegetale, sarà effettuata in sede di consegna dei lavori ed avrà riferimento ai picchetti delle progressive della strada e dei rami di svincolo.

L'Impresa dovrà eseguire, con terreno agrario, le eventuali riprese di erosioni che possono verificarsi prima degli impianti a verde; le riprese saranno profilate con la inclinazione fissata dalle modine delle scarpate.

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

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

ART. 26 - PIETRAMME E CIOTTOLAME PER DRENAGGI IN OPERA

I drenaggi dovranno essere formati, dopo eseguita la cunetta murata con pietrame i ciottoli da collocarsi in opera su terreni ben costipati al fine di evitare cedimenti.

Il materiale sarà posto a mano con i necessari accorgimenti in modo da evitare assestamenti. Si dovrà impiegare, per gli strati inferiori il materiale di maggiori dimensioni e per l'ultimo strato di materiale più fino (ghiaia o pietrisco) per impedire alla terra sovrastante di penetrare e scendere otturando così gli interstizi fra le pietre.

Su ordine della Direzione Lavori potrà essere prescritto, a cura e spese dell'Impresa, anche l'intasamento del drenaggio, già costituito, con sabbia lavata.

Qualora il drenaggio dovesse essere coperto con terra, questa dovrà essere convenientemente pigiata sull'ultimo strato di pietrisco o ghiaia così da creare uno spessore di maggiore impermeabilità.

ART. 27 - TOMBINI TUBOLARI DI CEMENTO

Condotti in tubi di cemento tipo Tubo Phlomag CNZ turbocentrifugato circolare armato, della lunghezza utile di ml. 3.00 spessore del tubo uguale o maggiore di 1/10 del diametro interno, armato con gabbia elettrosaldata costituita da spirale continua in acciaio ex FeB44K (B450C) ad aderenza migliorata e da barre in acciaio longitudinali, **idoneo a sopportare un carico stradale di I°cat.**, conforme alle norme DIN 4035, confezionato con calcestruzzo di cemento tipo 425 Portland), con classe di resistenza caratteristica $R_{ck} > 45 \text{MPa}$), compreso giunto a bicchiere e maschio tornito tipo "CNZ" predisposto per l'alloggio di guarnizione a sezione a cuneo a strisciamento per la tenuta idraulica fino a 2,5 atm, con prova di tenuta ad aria, secondo DIN EN

1610, misurazione della tolleranza dei manicotti, marchiatura con numero progressivo per l'identificazione dei risultati effettuati e registrati, il tutto deve essere eseguito su ogni singolo tubo. L'estradosso delle tubazioni dovrà risultare alla distanza non inferiore a cm.60 dalla quota finita del piano stradale e non dovrà interferire con la tubazione in pvc per la raccolta delle acque meteoriche provenienti dal piano stradale. A discrezione della D.L. potranno essere effettuate prove di tenuta prima del ricoprimento della tubazione.

Il tubo dovrà essere turbocentrifugato, o a doppia compressione radiale, ben stagionato, compattato, levigato, liscio, perfettamente rettilineo, a sezione interna esattamente circolare, di spessore uniforme, scevro da screpolature e fessure, conforme alle norme tecniche emanate con D.M. 12.12.85 e successive modifiche od integrazioni.

Il tubo dovrà essere confezionato con calcestruzzo di cemento tipo 425 Portland o (vedi voce capitolato cementi), con classe di resistenza caratteristica $R_{ck} > 45$ MPa (vedi cemento impiegato), con inerti perfettamente lavati di granulometria assortita di almeno 3 granulometrie, rispettando il fuso granulometrico di Fuller, in conformità a quanto prescritto dalla UNI EN 206. Il calcestruzzo dovrà essere prodotto nel cantiere di prefabbricazione con propri impianti di betonaggio, provvedendo oltre al controllo delle miscele, anche il controllo del rapporto acqua cemento tenendo conto dell'umidità degli inerti.

Il tubo dovrà essere armato con gabbia rigida costituita da rete elettrosaldata o con spirale continua in acciaio ex FeB 44 K ad aderenza migliorata conforme alle vigenti norme, saldata elettricamente con barre longitudinali in acciaio, in conformità alla normativa sui cementi armati e DIN 4035, con copriferro min. di cm.3 (comunque in base alla classe di esposizione), opportunamente calcolata e dimensionata in funzione dei carichi e delle sollecitazioni previste.

Il tubo dovrà avere spessore uguale o maggiore di 1/10 del diametro interno, lunghezza utile non inferiore a mt. 2,00 e non superiore a mt. 3,00.

Il tubo dovrà avere il giunto a bicchiere e maschio tornito tipo "CNZ" predisposto per l'alloggio di guarnizione in gomma SBR, con durezza di 40 IRHD, sezione a cuneo a strisciamento, tipo Ring-GS, conforme alle norme UNI 4920 o DIN 4060 per la perfetta tenuta idraulica fino a 2.5 bar, con prova di tenuta ad aria, secondo DIN EN 1610, misurazione della tolleranza dei manicotti, marchiatura con numero progressivo per l'identificazione dei risultati effettuati e registrati, il tutto deve essere eseguito su ogni singolo tubo, il tubo dovrà avere (rivestimento con resine vedi voce di capitolato), caratteristiche come dai disegni di progetto, e tali da poter sopportare i carichi previsti, in riferimento alle norme UNI 7517, DIN 4035 e 4033.

Dovrà essere attestato che le modalità di fabbricazione del tubo sono conformi alle procedure del sistema qualità di cui alle norme UNI EN ISO 9001, in ogni caso il manufatto dovrà essere fabbricato in officina o cantiere debitamente attrezzato, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti di tutti manufatti prodotti, tutte le operazioni che compongono il processo di lavorazione, dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato, in conformità alle norme DIN 4035.

Il tubo dovrà essere tale da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4, dei "criteri, metodologie, e norme tecniche generali" di cui all'art.2, lettere b), d), e), della legge 10 maggio 1976, n°.319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

Il tubo dovrà essere posto in opera con posizionamento su letto di calcestruzzo, riempimento da addossare alle pareti verticali con materiale incoerente, la formazione delle livellette dovrà essere eseguita con attrezzatura di alta precisione, la giunzione fra le tubazioni dovrà essere realizzata

solamente mediante apparecchiatura idraulica o manuale di tipo (TIR-FOR).

La posa del tubo dovrà comprendere i movimenti di terra oltre la larghezza e profondità dello scavo per la posa dei condotti, il sottofondo in calcestruzzo e i rinterri previsto dai grafici di progetto, compreso ogni altro onere per dare il lavoro finito a regola d'arte.

L'Impresa sarà tenuta a realizzare a proprie spese il collaudo della tubazione secondo quanto stabilito dalle norme DIN 4033 o EN 1610 e fornire tutti i calcoli di verifica, firmati da un professionista abilitato.

Se richieste e su giudizio insindacabile della Direzione Lavori l'impresa dovrà sottoporre a prova di schiacciamento e di impermeabilità dei tubi a campione, presso lo stabilimento di produzione secondo le modalità stabilite dalle norme DIN 4035 e dal D.M. 12.12.85, presentare le analisi chimiche del conglomerato cementizio e del tipo di cemento impiegato per la costruzione del condotto, rilasciate da un Istituto di ricerca autorizzato a tale scopo.

ART. 28.1 - TUBAZIONI IN PVC

Tubi e raccordi in PVC

Fornitura a piè d'opera di tubazioni e raccordi in PVC rigido per fognature e scarichi industriali con giunto a bicchiere e guarnizione in elastomero.

I tubi ed i raccordi dovranno essere conformi alle norme EN 1401 e alle norme nazionali (es. Italia UNI 7447/87). Il prodotto deve riportare il nome del produttore ed il marchio che attesti l'istituto che ha effettuato i controlli di conformità presso il produttore, per esempio in Italia il marchio è IIP. Il fabbricante delle tubazioni e dei raccordi dovrà, pena la non accettazione del materiale, essere certificato per lo standard ISO 9001.

Caratteristiche generali:

I tubi ed i raccordi in PVC dovranno essere ottenuti da estrusione e stampaggio da PVC esente da plastificanti.

Caratteristiche del materiale:

I componenti dei tubi e dei raccordi conformi a questa norma hanno generalmente queste caratteristiche:

Modulo di elasticità: $E (1\text{min}) \geq 3000 \text{ MPa}$

Massima volumetrica media: $1,4 \text{ g/cm}^3$

Coefficiente medio di dilatazione termica: $0,08 \text{ mm/m}^\circ\text{K}$

Conducibilità termica: $0,16 \text{ WK-1m-1}$

Resistività superficiale: $> 10^{12} \text{ ohm}$

Rigidità anulare

La rigidità anulare dei tubi conformi a questa norma, se determinata secondo la ISO 71097 è la seguente:

$\geq 2 \text{ kN/m}^2$ per SDR 51

$\geq 4 \text{ kN/m}^2$ per SDR 41

$\geq 8 \text{ kN/m}^2$ per SDR 34

Quando un raccordo conforme a questa norma ha il medesimo spessore di parete del tubo corrispondente, la rigidità di tale raccordo, a causa della sua configurazione geometrica, è uguale o maggiore della rigidità del tubo. Pertanto, i raccordi SDR 41 sono abilitati per essere impiegati con tubi SDR 34.

Tabella DN/Spessori secondo EN1401

Diametro esterno (mm)	SN2-SDR51 (mm)	SN4-SDR41 (mm)	SN8-SDR34 *(mm)
110	-	3,2	3,2
125	-	3,2	3,7
160	3,2	4,0	4,7
200	3,9	4,9	5,9
250 4,9	6,2	7,3	
315	6,2	7,7	9,2
400 7,9	9,8	11,7	
500	9,8	12,3	14,6
630	12,3	15,4	18,4
710	13,9	17,4	-
800	15,7	19,6	-
900	17,6	22,0	-
1000	19,6	24,5	-

* Spessori vincolanti solo per i tubi:
i raccordi SDR 41 sono abilitati per l'impiego con tubi SDR 34

Rapporto di deformazione diametrale permanente (creep)

Il rapporto di deformazione diametrale permanente viene calcolato rapportandola deformazione diametrale dopo due anni di carico costante con la deformazione iniziale all'applicazione del carico.

Il rapporto di "creep" per i tubi ed i raccordi conformi a questa norma, se determinato secondo la EN ISO 9967, è minore di 2.

Resistenza chimica

I sistemi di tubazioni di PVC-U conformi a questa norma sono resistenti alla corrosione da parte di acqua con ampio intervallo di valori pH, come l'acqua degli scarichi domestici, l'acqua piovana, l'acqua di superficie e del suolo.

Se i sistemi di tubazione conformi alla EN 1401 possono essere usati per acque di scarico contaminate chimicamente, come gli scarichi industriali, la resistenza chimica e la temperatura devono essere tenute in considerazione. Per informazioni sulla resistenza chimica dei materiali di PVC-U una guida è data nell'ISO/TR 10358.

Resistenza all'abrasione

I tubi e i raccordi conformi a questa norma sono resistenti all'abrasione. Per circostanze speciali, l'abrasione può essere determinata con il metodo di prova dato nella EN 295-3.

Scabrosità idraulica

Le superfici interne dei tubi e dei raccordi conformi alla EN 1401 sono idraulicamente lisce. La configurazione delle giunzioni e di raccordi assicura buone prestazioni idrauliche.

Deformazione diametrale

In condizioni normali di installazione, la deformazione prevedibile del diametro esterno dei tubi è

minore dell'8%. Tuttavia, deformazioni fino al 15%, per es. causate da movimenti del suolo, non peggiorano il corretto funzionamento del sistema di tubazioni.

Modalità di posa

La posa delle condotte e dei raccordi dovrà avvenire secondo le prescrizioni riportate nelle documentazioni del fabbricante, realizzando ove possibile una posa in trincea stretta.

Prova idraulica della condotta

Le tubazioni ed i raccordi in PVC devono essere impermeabili. Le prove di tenuta idraulica dovranno essere eseguite su tratti di tubazioni comprese tra due pozzetti successivi e saranno eseguite a campione.

Le estremità della condotta saranno chiuse con tappi opportuni a tenuta e successivamente il tratto in oggetto sarà portato ad una pressione di 0.5 bar. Questo valore dovrà essere mantenuto per 30 minuti; la tubazione è considerata collaudata se la perdita di acqua è inferiore a 0,04 l/m² di superficie interna del tubo.

ART. 28.2 -TUBAZIONI IN PVC-U UNI EN 1452 PN6 – PN10

Fornitura e posa in opera di TUBAZIONI in PVC-U per condotte in pressione per il trasporto di acque ad uso irriguo prodotte secondo norma UNI EN ISO 1452 serie PN 10, con giunzione a bicchiere e guarnizione elastica a labbro Tipo Block preinserita e bloccata nella sede con ghiera in acciaio. I tubi devono essere idonei alla realizzazione di reti di acquedotto, condotte irrigue e industriali, interrate e conformi al DM 06/04/2004 n.ro 174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano" e al DM 21/3/73 per il contatto con i liquidi alimentari. I tubi riporteranno la marcatura prevista dalle citate norme ed in particolare, la serie corrispondente alla pressione nominale PN 10 espressa in bar, il marchio di qualità rilasciato da società di certificazione accreditato secondo UNI CEI EN 45011. Sono compresi: i tagli e gli sfridi, l'esecuzione delle prove idrauliche sulla condotta posata (DM 12.12.85), il lavaggio e la disinfezione ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte escluso la formazione del letto di posa e del rinfiacco con materiale idoneo da compensarsi a parte. I materiali di cui sopra devono essere prodotti da aziende operanti in regime di assicurazione di qualità secondo UNI EN ISO 9001 e certificate da società indipendenti accreditate secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17021.

DISCIPLINARE TECNICO

1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente specifica ha lo scopo di regolamentare le modalità di fornitura e collaudo dei tubi di tubi di PVC-U per l'adduzione di acqua e fluidi alimentari in pressione conformi al DLgs 06/04/2004 n.ro 174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

2. NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 1452 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione – Policloruro di vinile non plastificato PVC-U.

3. REQUISITI PRESCRITTI

3.1. MATERIA PRIMA

La miscela (Blend) deve essere costituita principalmente da PVC (polivinilcloruro) con la sola aggiunta di fluidificanti e stabilizzanti atossici, cariche inerti ed altri additivi nelle quantità strettamente necessarie a facilitare le operazioni di estrusione e a garantire la stabilità delle caratteristiche del polimero sia in fase di lavorazione sia durante la vita utile del manufatto.

Il blend utilizzato per la produzione dei tubi, in forma di granulo o polvere non deve essere stato sottoposto ad alcun uso o lavorazione diversi da quelli richiesti per la produzione dei tubi.

Non è ammesso l'impiego di:

plastificanti e/o cariche minerali che possano alterare le caratteristiche meccaniche ed igieniche del tubo;

PVC proveniente dalla rigenerazione di polimeri di recupero, anche se selezionati;

l'impiego di materiale di primo uso estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubi e raccordi già estrusi anche se aventi caratteristiche conformi alla presente specifica.

Le caratteristiche della polvere di PVC devono rispondere ai requisiti di UNI EN1452-1 e soddisfare la seguente tabella:

3.1.1. CARATTERISTICHE DELLA POLVERE DI PVC

Caratteristiche	Requisiti
Valore K	65 ÷ 70
Peso specifico apparente	0,5 ÷ 0,6
Granulometria	> 250 mm 5% max. < 63 mm 5% max.
VCM residuo (vinil cloruro monomero)	< 1 ppm (1mg/kg max.)
Sostanze volatili	≤ 0,3%

3.1.2 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA (BLEND) PVC-U

Le caratteristiche del blend in forma di tubo, devono rispondere ai requisiti di uni en1452-1 e soddisfare la seguente tabella:

Caratteristiche	Requisiti
M.R.S. (secondo ISO/TR 9080)	≥ 25 MPa
Peso specifico	1,39÷1,42 g/cm ³
Carico unitario a snervamento	≥ 48 MPa
Allungamento a snervamento	< 10%
Modulo di elasticità	> 3.000 MPa
Coeff. di dilatazione termica lineare	60÷80 mm/m°C
Conduktività termica	0,13 kcal/mh°C

3.2. TUBI

I tubi devono essere prodotti con materia prima (miscela di PVC) rispondente ai requisiti del punto precedente ed avere:

Colore	Grigio In considerazione dell'eventuale esposizione ai raggi solari un pur minimo abbassamento della tonalità del colore su di una parte del tubo non deve compromettere l'idoneità del tubo all'impiego e costituire un conseguente motivo di rifiuto della fornitura.	RAL 7011
Aspetto	La superficie interna ed esterna dei tubi deve essere liscia, pulita e priva di cavità, impurità e porosità e qualsiasi altra irregolarità superficiale che possa impedire la loro conformità alla norma di riferimento ed alla presente specifica.	UNI EN 1452

3.2.1. CARATTERISTICHE MECCANICO – FISICHE

Le caratteristiche dei tubi devono rispondere ai requisiti di UNI EN1452-2 e soddisfare la seguente tabella:

Caratteristiche	Requisiti			Metodi di prova
Resistenza all'urto	T = 0°C - TIR < 10% Conformi al prospetto 6 di UNI EN 1452-2			UNI EN 744
Resistenza alla pressione intera	Nessun cedimento durante la prova 20 °C / 1h / sigma= 42 Mpa 20 °C / 100h / sigma= 35 MPa 60 °C / 1000h / sigma= 12.5 MPa			UNI EN 921
Temperatura di rammollimento Vicat(VST)	≥ 80 °C	Conformi alla UNI EN 727		UNI EN 727
Ritiro longitudinale	≤ 5% Il tubo non deve presentare delaminazione, bolle o rotture.	Temperatura di prova	150 °C	UNI EN 743 Metodo A: bagno liquido
		Tempo di immersione per: e ≤ 8 mm e > 8 mm	15 min 30 min	
		oppure		
		Temperatura di prova	150 °C	UNI EN 743 Metodo B: in aria
		Tempo di immersione: e ≤ 8 mm e > 8 mm	30 min 60 min	
Resistenza al dicloro-metano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	Temperatura di prova	15 °C	UNI EN 580
		Tempo di immersione:	30 min	

3.2.2. CARATTERISTICHE DELLE GIUNZIONI BICCHIERE/GUARNIZIONE

La giunzioni sono a bicchiere con guarnizione elastomerica a labbro:

fino a DN 500 mm. con ghiera in acciaio integrata posizionata a caldo nel bicchiere direttamente in fabbrica, tale da risultare un corpo unico con il tubo e assicurare la inamovibilità della guarnizione dalla sede, per diametri superiori la guarnizione sarà del tipo a labbro posizionata nel bicchiere direttamente in fabbrica con apposito mastice, tale da risultare un corpo unico con il tubo e assicurare la inamovibilità della guarnizione dalla sede.

Le guarnizioni devono essere assolutamente atossiche secondo le normative cogenti e conformi alla norma UNI EN 681/1.

Il produttore dei tubi deve documentare, con Dichiarazione di prove specifiche effettuate per ciascuna classe di pressione (PN) oggetto della fornitura, l'esito positivo dell'avvenuto collaudo del sistema bicchiere/guarnizione su campioni facenti parte i lotti da consegnare in misura di una prova ogni 50 tubi per ciascuna classe di pressione (PN) oggetto della fornitura, eseguito secondo le sotto elencate norme:

EN ISO 13844 Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U – Metodo di prova per la tenuta a pressioni negative;

EN ISO 13845 Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U – Metodo di prova per la tenuta alla pressione interna con deflessione angolare del giunto.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di presenziare alle suddette prove, direttamente negli stabilimenti di produzione, qualora il produttore fosse dotato dei laboratori e delle attrezzature necessarie, oppure presso il laboratorio prove, di istituto, ente o società indipendente scelto dal produttore dei tubi conformemente a UNI CEI EN 45011.

3.2.3. MARCATURA MINIMA

La marcatura minima su ogni metro di tubo deve essere indelebile e riportare almeno i seguenti dati:

- nominativo del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- numero della norma di sistema (UNI EN1452)
- Marchio di Qualità del prodotto
- materia prima (PVC-U)
- diametro esterno del tubo X spessore;
- pressione nominale (PN) e SDR e/o serie (S...);
- giorno, mese, anno e turno di produzione;
- numero della linea di estrusione;
- numero lotto di produzione;
- numero turno di produzione.

Ulteriori parametri in marcatura potranno essere richiesti dalla committente al produttore.

3.2.4. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE - DIMENSIONI DEI TUBI

3.2.4.1. Diametri, spessori e tolleranze

I tubi dovranno avere, i diametri, gli spessori e le tolleranze rispondenti ai valori riportati nella UNI EN 1452 nelle parti:

- Premessa Nazionale pag. II
- Cap 6 Caratteristiche Geometriche (pag. 3), prospetti 1, 2, 3.

3.2.4.2. Lunghezze

I tubi devono essere forniti per tutti i De richiesti in barre di lunghezza utile 6 m incluso il bicchiere.

3.2.4.3. Estremità dei tubi

Ogni tubo dovrà pervenire con l'estremità liscia (codolo) tagliata nettamente e perpendicolare all'asse del tubo stesso con uno smusso esterno di ~ 15°.

4. DOCUMENTI E CERTIFICAZIONI DI QUALITÀ

Il fornitore in fase di offerta dovrà allegare:

- la certificazione di conformità del Sistema di Gestione della Qualità a UNI EN ISO 9000 da parte di istituto o società indipendente, rilasciata conformemente a UNI CEI EN 45012;
- dichiarazione firmata dell'utilizzo di materia prima (miscela) vergine ed esente da rilavorati e sostanze dannose all'organismo;
- la certificazione di conformità di prodotto alla norma UNI EN 1452 dei tubi rilasciata da parte di istituto, ente o società indipendente conformemente a UNI CEI EN 45011.

5. MOVIMENTAZIONE E TRASPORTO DEI MATERIALI

Per la movimentazione ed il trasporto dei tubi dovranno essere messi in atto tutti quei procedimenti idonei a far sì che questi giungano alla consegna perfettamente integri. L'eventuale deterioramento dei tubi, constatato all'atto della consegna, implica la contestazione del materiale difettoso. I pezzi contestati resteranno a disposizione del fornitore, le riparazioni ed i controlli saranno a suo carico.

Per il carico, il trasporto e lo scarico, nonché l'accatastamento dei tubi e l'immagazzinamento dei pezzi speciali si deve fare riferimento alle prescrizioni del D.M. 12.12.1985 (e successive modifiche e integrazioni) del documento.

6. TRASPORTO DEI TUBI

Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità.

Bisogna sostenere, inoltre, i tubi per tutta la loro lunghezza per evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni. Le imbracature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o con bande di canapa, nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano danneggiati.

6.1 CARICO, SCARICO E MOVIMENTAZIONE

Se il carico e scarico dai mezzi di trasporto e, comunque, la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza pari almeno a 3 metri.

Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, è da evitare in ogni modo di far strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o, comunque, su oggetti duri ed aguzzi.

Il responsabile del cantiere deve controllare tutte le operazioni di scarico per assicurarne la regolarità.

Ogni prodotto danneggiato sarà identificato con la dicitura "da non usare" e segregato in apposita zona.

Il responsabile stesso dovrà comunicare, al più presto, l'esistenza del prodotto danneggiato al Direttore dei Lavori del Committente il quale prenderà gli opportuni provvedimenti a suo insindacabile giudizio.

Nell'impiego della gru dovrà essere usato un sistema di comunicazione efficace tra l'operatore al comando della gru e l'operatore che si trova a terra.

6.2 ACCATASTAMENTO DEI TUBI

La soluzione ottimale di accatastamento tubi è realizzata con gabbie di legno o in altro materiale, in grado di resistere al peso del bancale sovrastante. Tale operazione deve essere svolta con la massima cura, specialmente nei confronti dell'allineamento dei bancali stessi. Nell'accatastamento il piano d'appoggio deve essere livellato, esente da asperità e, soprattutto, da pietre appuntite.

Deve essere attuata ogni possibile soluzione idonea a prevenire interferenze con il traffico locale,

sia veicolare che pedonale, e con ogni altra opera già esistente.

I tubi devono essere sistemati in modo da evitare ogni possibile incidente dovuto ad un loro non previsto movimento.

6.3 CONSERVAZIONE DEI MATERIALI

È indispensabile predisporre le misure necessarie affinché, in caso di stoccaggio non breve, siano disponibili locali riparati dalle radiazioni solari per lo stoccaggio dei tubi di PVC-U e dei raccordi plastici, allo scopo di evitare il rischio di degradazione dei polimeri, con decadimento delle proprietà fisico - chimico – meccaniche dei materiali.

I raccordi possono essere imballati in differenti modi, in base alla forma, dimensione e tipo di trasporto; se forniti sfusi, si deve aver cura di non ammassarli disordinatamente, evitando urti fra loro e con altri materiali pesanti.

In ogni caso è da evitare la vicinanza di fonti di calore e la diretta incidenza di radiazioni solari, fino all'atto del loro impiego.

Analoghe indicazioni valgono per la conservazione dei lubrificanti.

7 MODALITÀ E PROCEDURE DI POSA IN OPERA

7.1 Tipologie degli scavi

Il tipo di scavo previsto in progetto in base alla valutazione dei carichi, al tipo di terreno e all'organizzazione di cantiere deve poi essere "scrupolosamente" realizzato nella successiva fase esecutiva.

In sede esecutiva, quindi, è essenziale la corrispondenza scrupolosa tra il progetto e l'effettiva realizzazione.

In tabella si riportano le principali tipologie di scavo rapportando tra loro il diametro della tubazione (D in metri), la larghezza della trincea a livello della generatrice superiore del tubo (B in metri) e l'altezza di riempimento sulla generatrice superiore della tubazione (H in metri):

Tipo di trincea	B (larghezza scavo)	
Trincea stretta	$\leq 3 D$	$< H/2$
Trincea larga	$3 < D < 10$	$< H/2$
Terrapieno	$\geq 10 D$	$\geq H/2$

7.1.1 Trincea stretta

È la migliore sistemazione nella quale collocare un tubo in PVC-U. La tubazione è alleggerita del carico sovrastante, trasmettendo parte di esso al terreno circostante in funzione della deformazione per schiacciamento alla quale il manufatto stesso è sottoposto.

7.1.2 Trincea larga

Il carico sul tubo è sempre maggiore di quello relativo alla sistemazione in trincea stretta. Per questo motivo, in fase di progettazione, si consiglia di partire da quest'ipotesi per conservare un buon grado di sicurezza nei calcoli di dimensionamento.

7.1.3 Terrapieno (posizione positiva)

La sommità del tubo si colloca sul livello naturale del terreno.

Se è prevista l'azione di carichi pesanti, non deve essere adottata questa tipologia di posa a causa dei cedimenti del terreno indotti dall'assenza dei fianchi di scavo.

8.1.4 Terrapieno (posizione negativa)

La tubazione è sistemata ad un livello inferiore a quello naturale del terreno.

A seguito di un attrito, anche se modesto, tra il materiale di riempimento sistemato a terrapieno ed i fianchi naturali dello scavo, il tubo riesce a sopportare carichi leggermente superiori a quelli della posizione positiva, ma in ogni caso inferiori a quelli sopportabili nella sistemazione a trincea stretta e larga, per cui anche questa tipologia di posa è sconsigliabile.

7.2 Profondità della trincea

La profondità della tubazione H (in metri), intesa come distanza tra il piano di campagna e la generatrice superiore della condotta, deve soddisfare il più cautelativo fra i seguenti requisiti, nei quali D è il diametro esterno espresso in metri:

$$H \geq 1,0$$

$$H \geq 1,5 D$$

7.3 Larghezza della trincea

E' determinata dalla profondità di posa e dal diametro della tubazione, dovendo consentire la sistemazione del fondo, la congiunzione dei tubi e l'agibilità del personale.

La larghezza minima del fondo B (in metri) è di norma:

$$B = D + 0,5 \quad \text{per } D \leq 0,4 \text{ m}$$

$$B = 2D \quad \text{per } D \geq 0,5 \text{ m.}$$

Per altro verso, non si devono superare di molto tali valori limite inferiori, poiché l'efficienza della trincea è tanto maggiore quanto minore è la sua larghezza.

7.4 Fondo della trincea

Le trincee devono essere realizzate senza cunette o asperità, in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione. Si sconsigliano fondi costruiti con gettate di cemento o simili perché irrigidiscono la struttura.

Nelle trincee aperte in terreni eterogenei, collinosi o di montagna, occorre garantirsi dall'eventuale slittamento del terreno con opportuni ancoraggi.

Se si ha motivo di temere l'instabilità del terreno, a causa di acqua reperita nella trincea, bisogna opportunamente consolidare il fondo con l'ausilio di tubi di drenaggio al di sotto della canalizzazione, disponendo intorno ad essi uno strato spesso di ghiaia o di altro materiale appropriato; occorre, in altre parole, assicurare la condizione che non sussista la possibilità di alcuno spostamento del materiale di rinterro a causa della falda acquifera.

7.5 Letto di posa

Alla canalizzazione in PVC-U deve essere assicurato un letto di posa stabile e a superficie piana, nonché libero da ciottoli, pietrame ed eventuali altri materiali.

Il letto di posa non deve essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea.

Il materiale utilizzato in condizioni di posa normali è la **sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm.**

Nei terreni in pendenza è consigliabile evitare sabbie preferendo ghiaia o pietrisco senza spigoli tagliati di pezzatura massima pari a 10/15 mm.

Il materiale deve poi essere accuratamente compattato e raggiungere uno spessore di almeno (10+1/10D) cm.

7.6 Norme di compattazione e controlli qualitativi

Poiché le tubazioni di PVC-U sono flessibili, l'uniformità del terreno circostante è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, poiché il terreno, deformato dalla tubazione, reagisce in modo da contribuire a sopportare il carico imposto.

Per assicurare la stabilità e l'integrità nel tempo delle condotte costruite, si precisa, quale norma per l'appaltatore, che il letto di posa, il rinfiacco ed il primo ricoprimento delle tubazioni in PVC-U, devono essere eseguiti con la scrupolosa applicazione di quanto riportato nelle presenti norme.

Il grado di compattazione del materiale costituente il rinfiacco influisce in modo determinante sul valore di deformazione diametrale ($\Delta x/D$) della tubazione; tale valore, che non deve superare i limiti ammissibili stabiliti, è ricavabile dalla formula di Spangler:

$$\Delta x = \frac{0,125 \cdot Q}{E \cdot (s/D)^3 + 0,0915 \cdot E_1}$$

dove:

Q = carico totale esterno sul tubo [kg/m];

E = modulo elastico del tubo [kg/m²];

s = spessore tubo [m];

D = diametro del tubo [m];

E₁ = modulo elastico del terreno [kg/m²].

In particolare E₁ dipende dal fattore α' di compattazione secondo la relazione:

$$E_1 = \frac{9 \cdot 10^4}{\alpha'} \cdot (H + 4),$$

dove H [m] è l'altezza del riempimento misurata a partire dalla generatrice superiore del tubo.

A sua volta α' è collegato all'indice Proctor, nel modo indicato dalla tabella seguente:

Prova Proctor	α'
95%	1,0
90%	1,5
85%	1,5 ²
80%	1,5 ³
75%	1,5 ⁴

L'indice Proctor definisce convenzionalmente il grado di compattazione di un terreno.

Per le tubazioni di PVC-U deve essere considerato un **indice di Proctor almeno pari al 90%**.

L'ottenimento del valore richiesto per l'indice Proctor deve essere verificato mediante l'esecuzione di apposite prove e relative certificazioni, il cui numero è stabilito in fase di progettazione.

Le suddette prove, definite "prove di costipamento e determinazione delle caratteristiche di densità dei materiali", devono essere effettuate col metodo AASHTO standard con 4 punti della curva densità/contenuto d'acqua.

Per ottenere la densità richiesta si utilizzano opportuni metodi di costipamento (a mano, con

pigiatoi piatti o con apparecchi meccanici leggeri).

7.7 Posa del tubo

Prima della posa in opera, i tubi devono essere ispezionati singolarmente per scoprire eventuali difetti; i codoli e i bicchieri devono essere integri.

I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri (anche se l'ingombro del bicchiere è minimo, è buona norma prevedere una nicchia in corrispondenza del suo appoggio) devono, se necessario, essere accuratamente riempite onde evitare eventuali vuoti sotto i bicchieri.

7.8 Procedura di rinterro

Il riempimento della trincea ed in generale dello scavo è l'operazione fondamentale della messa in opera. Trattandosi, infatti, di tubazioni in PVC-U, l'uniformità del terreno è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, in quanto il terreno reagisce in modo da contribuire a sopportare il carico imposto.

Il materiale già usato per la costruzione del letto è sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20 cm, fino alla mezzeria del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che lo strato L_1 di rinfianco tra tubo e parete sia continuo e compatto.

Il secondo strato di rinfianco L_2 giunge fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione deve essere eseguita sempre con la massima attenzione.

Il terzo strato L_3 arriva a 15 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo.

La compattazione deve avvenire solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale.

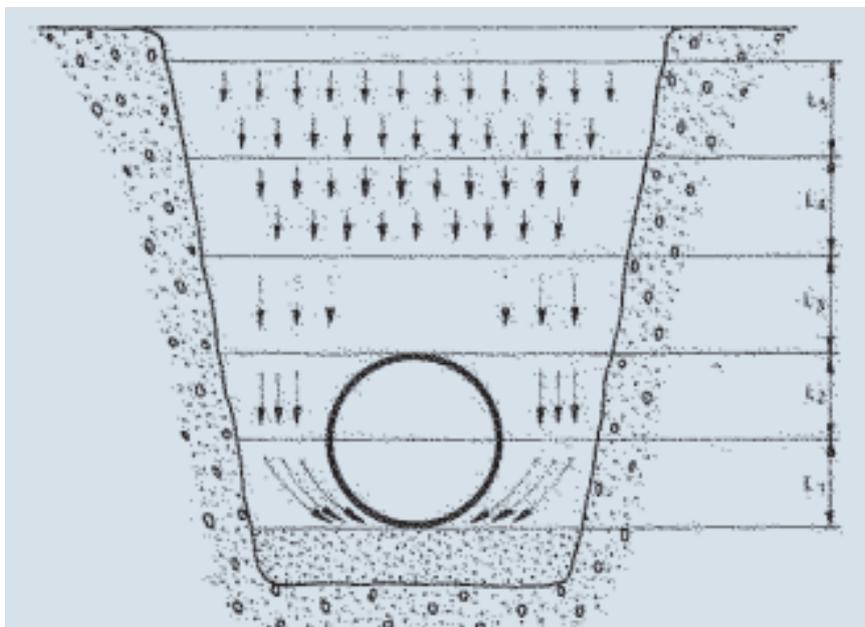
Il costipamento del riempimento che avvolge il tubo deve essere uniforme e raggiungere il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor modificata.

Il rinfianco con terreni torbosi, melmosi, argillosi, ghiacciati è proibito in quanto detti terreni non sono costipabili per il loro alto contenuto d'acqua.

L'ulteriore riempimento (strati L_4 e L_5) è effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali; va eseguito per strati successivi pari a 20 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo), in modo tale che la densità della terra in sito raggiunga, a costipazione effettuata, il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor modificata.

Il materiale più grossolano (pietriccio con diametro > 2 cm) non deve superare il limite del 30%.

Va lasciato, infine, uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale.



8.9 Condizioni di posa particolari

In presenza di falda freatica bisogna assicurarsi che detta falda non possa provocare in alcun modo spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo. Occorre, allo scopo, consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, evitando ogni possibile instabilità del terreno di posa e dei manufatti in muratura. Qualora nel corso dei lavori si verificano, per tratti limitati, condizioni di posa più gravose di quelle di progetto (sgrottamento delle pareti, frane, ecc.) si deve procedere ad opere di protezione che riconducano le condizioni di posa a quelle prescritte, con la realizzazione d'appositi muretti di pietrame o calcestruzzo atti a ridurre la lunghezza della sezione di scavo, o d'altra opportuna soluzione autorizzata dalla Direzione Lavori.

Nel caso in cui, per ragioni tecniche, l'altezza H di ricoprimento in qualche punto debba risultare inferiore ai minimi prescritti, occorre far assorbire i carichi verticali da opportuni manufatti di protezione (diaframmi rigidi di protezione e di ripartizione dei carichi da collocare sopra l'ultimo strato di materiale minuto compatto), secondo apposito ordine della Direzione Lavori.

In caso di attraversamento di linee ferroviarie, si può:

- prevedere un tubo guaina protettivo in acciaio rivestito;
- posare la tubazione in un cunicolo in cemento armato.

9 ESECUZIONE DELLE GIUNZIONI

Le giunzioni si effettuano rispettando le seguenti indicazioni, sia per i tubi sia per i pezzi speciali.

Si provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere assicurandosi che siano integre; la giunzione di tipo Block sui tubi è premontata, questo rende le operazioni di accoppiamento veloci e sicure:

- lubrificare la superficie esterna del codolo (estremità liscia del tubo) e la superficie interna del bicchiere con apposito lubrificante (grasso od olio siliconato, vaselina, acqua saponosa, ecc.). Evitare l'uso d'oli o grassi minerali che possono danneggiare la guarnizione;

- infilare la testata della tubazione fino a che l'estremità bicchiere non giunge a fine corsa, non forzare oltre. La perfetta riuscita di quest'operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione.

VOCE DI CAPITOLATO

Oggetto della fornitura

Tubi di PVC-U, esenti da cariche plastificanti, destinati al convogliamento di acqua potabile e liquidi alimentari, idonei alla realizzazione di reti acquedottistiche interrato ed impianti irrigui, prodotti in conformità alla norma UNI EN1452 e al DM 06/04/2004 n.ro 174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano" e al DM 21/3/73 per il contatto con i liquidi alimentari.

Requisiti della materia prima

La miscela impiegata per la fabbricazione dei tubi della fornitura deve essere conforme a UNI EN1452-1 ed essere costituita da PVC con la sola aggiunta di fluidificanti, stabilizzanti al calcio-zinco (assoluta atossicità), cariche inerti, colore RAL 7011, ed altri additivi nelle quantità strettamente necessarie atte a facilitare le operazioni di estrusione, garantendo comunque la stabilità delle caratteristiche del polimero sia in fase di lavorazione, sia durante la vita utile del manufatto.

Deve inoltre essere garantita l' assoluta assenza di sali di piombo.

La miscela impiegata deve possedere documentazione, da parte di laboratorio riconosciuto, attestante il valore di MRS (Minimum Required Strength) ≥ 25 MPa a 50 anni.

Requisiti dei tubi

I tubi devono essere conformi a UNI EN1452-2 e idonee al convogliamento di fluidi in pressione, acquedotti, impianti d'irrigazione e trasporto di fluidi alimentari.

I tubi sono a bicchiere con guarnizione di tenuta, forniti in barre di lunghezza commerciale di sei metri compreso il bicchiere.

Devono riportare in maniera visibile e indelebile la seguente marcatura minima secondo la normativa di riferimento:

- nome del fabbricante
- Marchio di Qualità del prodotto
- numero norma di riferimento UNI EN1452
- materiale PVC-U
- Diametro esterno e spessore
- Pressione nominale PN
- data di produzione, n.ro lotto, n.ro turno, n.ro trafila

Requisiti delle giunzioni bicchiere/quarnizione

Le giunzioni devono essere tali da garantire la tenuta idraulica in esercizio e permettere la massima velocità di posa nella massima sicurezza, quindi di tipo con guarnizione elastomerica a labbro e ghiera in acciaio integrata, posizionata a caldo nel bicchiere direttamente in fabbrica, tale da risultare un corpo unico con il tubo e assicurare la inamovibilità della guarnizione dalla sede.

Il produttore dei tubi deve documentare, con Dichiarazione di prove specifiche effettuate per ciascuna classe di pressione (PN) oggetto della fornitura, l'esito positivo dell'avvenuto collaudo del sistema bicchiere/quarnizione su campioni facenti parte i lotti da consegnare in misura di una prova ogni 50 tubi per ciascuna classe di pressione (PN) oggetto della fornitura, eseguito secondo

le sotto elencate norme:

- a) EN ISO 13844 Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U – Metodo di prova per la tenuta a pressioni negative;
- b) EN ISO 13845 Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U – Metodo di prova per la tenuta alla pressione interna con deflessione angolare del giunto.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di presenziare alle suddette prove, direttamente negli stabilimenti di produzione, qualora il produttore fosse dotato dei laboratori e delle attrezzature necessarie, oppure presso il laboratorio prove di istituto, ente o società indipendente scelto dal produttore dei tubi conformemente a UNI CEI EN 45011.

Sistema qualità e certificazioni

- a) La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità alle norme UNI EN ISO 9002 del proprio Sistema Qualità Aziendale, rilasciati secondo UNI CEI EN 45012 da enti terzi o società riconosciuti e accreditati Sincert.
- b) La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità del prodotto (marchio di qualità) sulla intera gamma fornita, rilasciato secondo UNI CEI EN 45011 da enti terzi o società riconosciuti e accreditati Sincert.
- c) I tubi devono essere forniti accompagnati da documentazione del produttore relativa ai collaudi avvenuti in conformità al ENV1452-7.

Modalità di posa in opera e collaudo

- a) L'impresa appaltatrice deve installare le tubazioni di questo capitolato attenendosi ai requisiti della norma ENV 1452-6 e operando con la migliore "regola d'arte".
- b) L'impresa appaltatrice deve collaudare la condotta in cantiere, sotto la supervisione della Direzione Lavori, in ottemperanza al Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 12/12/1985 e secondo i metodi previsti dalla norma UNI EN 805.

Ulteriori prescrizioni

Secondo quanto riportato nell'elaborato *IDR01 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA* le tubazioni in progetto risultano idonee considerando le seguenti larghezze della trincea per la posa in opera ed i seguenti ricoprimenti minimi a partire dalla generatrice superiore del tubo:

Tubazione	Larghezza trincea B [mm]	Ricoprimento minimo [mm]
PVC-U UNI EN 1452 Diametro 315mm PN 10	815	1100
PVC-U UNI EN 1452 Diametro 500mm PN 10	1000	1000
PVC-U UNI EN 1452 Diametro 630mm PN 10	1260	1000
PVC-U UNI EN 1452 Diametro 800mm PN 6	1600	1200

Si prescrive inoltre:

-letto di posa alto 20cm realizzato con sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm e compattato fino all'ottenimento di un indice Proctor pari al 90%

-rinterro con sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm e compattato fino all'ottenimento di un indice Proctor pari al 90% secondo le procedure previste dal Capitolato, ma

per una altezza pari a 15 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo. Il materiale proveniente dagli scavi e depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali andrà impiegato per rinterrare la parte rimanente. Gli ultimi 20cm dello scavo, nei casi in cui la tubazione non sottopassi la sede stradale, verranno ripristinati con l'impiego di idoneo terreno agrario.

ART. 28.3 – CLAPET ANTIRIFLUSSO

Fornitura di valvola antiriflusso fine linea costruita in polietilene, metallerie in acciaio inox, per accoppiamento a parete verticale; battente verticale, guarnizione di tenuta in EPDM installata all'interno dei manufatti a sud della nuova tangenziale. La valvola sarà installata al fine di evitare rigurgiti in caso di piena del cavo consortile

ART. 29 - TERMINI DI CONFINE

L'Impresa dovrà fornire i cippi di confine provvedendo al loro collocamento in opera lungo le linee di confine della proprietà stradale, affondandoli nel terreno mediante scavo per la sola parte di fondazione ed assodandoli nel terreno mediante scavo per la sola parte di fondazione ed assodandoli con calcestruzzo magro e con successivo rinterro. Il prezzo di cui all'elenco comprende la fornitura di elementi ed ogni altra spesa per il collocamento in opera nel modo sopraddetto.

ART. 30 SEGNALETICA VERICALE E ORIZZONTALE

Segnaletica verticale

Tutti i segnali verticali nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere costruiti e realizzati, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 km/ora.

Pellicole

Generalità

Tutte le imprese di segnaletica stradale verticale devono attenersi alle seguenti prescrizioni:

- disciplinare tecnico sulla modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali approvato con D.M. 31 marzo 1995.

- certificazioni di qualità rilasciate da organismi accreditati secondo le norme UNI EN 45000, sulla base delle norme europee della serie UNI EN 9000, al produttore delle pellicole retroriflettenti che si intendono utilizzare per la fornitura.

Le copie delle certificazioni dovranno essere identificate, a cura del produttore delle pellicole stesse, con gli estremi della ditta partecipante, nonché dalla data di rilascio della copia non antecedente alla data della lettera di invito alla presente gara e da un numero di individuazione.

Le presenti norme contengono le caratteristiche colorimetriche, fotometriche e tecnologiche, cui devono rispondere le pellicole retroriflettenti e le relative metodologie di prova alle quali devono essere sottoposte per poter essere utilizzate nella realizzazione della segnaletica stradale.

I certificati riguardanti le pellicole dovranno essere conformi esclusivamente al succitato disciplinare tecnico.

In particolari situazioni, al fine di implementare le condizioni di sicurezza sulla strada, si potranno richiedere pellicole con caratteristiche tecnologiche superiori ai minimi imposti dal disciplinare

D.M. 31 marzo 1995 solo in un regime di sperimentazione autorizzata Certificazione di conformità dei segnali finiti ai sensi delle circolari n. 652 del 17 giugno 1998 e n. 1344 del 11 marzo 1999.

Accertamento dei livelli di qualità

Le caratteristiche delle pellicole retroriflettenti devono essere verificate esclusivamente attraverso prove da eseguire presso uno dei seguenti laboratori:

Istituto elettotecnico nazionale Galileo Ferraris - Torino;

Istituto sperimentale delle Ferrovie dello Stato S.p.a. - Roma;

Stazione sperimentale per le industrie degli oli e dei grassi - Milano;

Centro sperimentale ANAS - Cesano (Roma);

Centro superiore ricerche, prove e dispositivi della M.C.T.C. del Ministero dei trasporti - Roma;

Centro prova autoveicoli - Via Marco Ulpio Traiano, 40 Milano;

Laboratorio prove e materiali della Società autostrade - Fiano Romano;

Istituto di ingegneria dell'Università di Genova;

Laboratori, ufficialmente riconosciuti, di altri Stati membri della Comunità europea.

Altri laboratori in possesso delle necessarie capacità tecniche e di idonee attrezzature per le prove dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti che siano autorizzati dal Ministero dei lavori pubblici - ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale, anche valutando eventuali accreditamenti da parte di organismi riconosciuti nell'ambito della certificazione volontaria.

La certificazione dei livelli di qualità, la cui data di rilascio non deve essere anteriore di oltre cinque anni, deve essere presentata nella sua stesura integrale; in essa tutte le prove devono essere chiaramente e dettagliatamente specificate e deve essere dichiarato che le singole prove sono state eseguite per l'intero ciclo sui medesimi campioni.

Il certificato di conformità dovrà essere riferito, oltre alle pellicole retroriflettenti colorate in origine, alle stesse pellicole serigrafate in tutte le combinazioni dei colori standard previste dal regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada.

Il tipo di inchiostro utilizzato dovrà essere inoltre esplicitamente dichiarato.

Dalle certificazioni dovrà risultare la rispondenza alle caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste dal presente disciplinare tecnico ed il superamento delle prove tecnologiche in esso elencate.

Gli organismi preposti del Ministero delle infrastrutture e trasporti hanno la facoltà di accertare in qualsiasi momento che le pellicole retroriflettenti corrispondano alle certificazioni di conformità presentate dal produttore delle pellicole.

Supporti in lamiera

I segnali saranno costituiti in lamiera di ferro di prima scelta, dello spessore non inferiore a 10/10 di millimetro o in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di millimetro (per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 5,00 m²) e dello spessore di 30/10 di millimetri per targhe superiori ai metri quadrati 5 di superficie.

- Rinforzo perimetrale

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro da una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola delle dimensioni non inferiori a 1,5 cm;

- Traverse di rinforzo e di collegamento

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di 1,50 m², i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad U dello sviluppo di 15 cm, saldate al cartello nella misura e della larghezza necessaria.

- Traverse intelaiature;

Dove necessario, sono prescritte, per i cartelli di grandi dimensioni, traverse in ferro zincate ad U di collegamento tra i vari sostegni.

Tali traverse dovranno essere complete di staffe ed attacchi a morsetto per il collegamento, con bulloni in acciaio inox nella quantità necessaria; le dimensioni della sezione della traversa saranno di 50 x 23 mm, lo spessore di 5mm, e la lunghezza sarà quella prescritta per i singoli cartelli.

La verniciatura di traverse, staffe, attacchi e bulloni dovrà essere eseguita come per i sostegni:

La zincatura delle traverse dovrà essere conforme alle norme C.E.I. 7 - fascicolo 239 (1968) sul controllo della zincatura;

- Congiunzioni diverse pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni. Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli, congiunti, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari anticorodal da 20 x 20 mm, spessore 3 mm, opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini in acciaio inox da 1/4 x 15 sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

- Trattamento lamiera (preparazione del grezzo e verniciatura).

La lamiera di ferro dovrà essere prima decapata e quindi fosfotizzata mediante procedimento di bondrizzazione al fine di ottenere sulle superfici della lamiera stessa uno strato di cristalli salini protettivi ancorati per la successiva verniciatura.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa anche mediante carteggiatura, sgrassamento a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione e ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

Il grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo.

La cottura della vernice sarà eseguita a forno e dovrà raggiungere una temperatura di 140 gradi.

Il resto e la scotolatura dei cartelli verrà rifinito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico.

Attacchi

Per evitare forature, tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard (per l'adattamento ai sostegni in ferro tubolare diametro 48-60-90 mm), ottenuti mediante fissaggio elettrico sul retro di corsoio a "C", della lunghezza minima di 22 cm, oppure ricavati (nel caso di cartelli rinforzati e composti di pannelli multipli) direttamente sulle traverse di rinforzo ad U.

Tali attacchi dovranno essere completati da opportune staffe in acciaio zincato corredate di relativa bulloneria anch'essa zincata.

Sostegni

I sostegni per i segnali verticali, portali esclusi, saranno in ferro tubolare di diametro 60-90 mm chiusi alla sommità e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati conformemente alle norme UNI 5101 e ASTM 123, ed eventualmente verniciati con doppia mano di idonea vernice sintetica opaca in tinta neutra della gradazione prescritta dalla direzione dei lavori.

Detti sostegni comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, dovranno pesare rispettivamente per i due diametri sopra citati non meno di 4,2 e 8,00 kg/m.

Sostegni a portale

I sostegni a portale del tipo a bandiera, a farfalla e a cavalletto saranno realizzati in lamiera di acciaio zincato a caldo, con ritti a sezione variabile a perimetro costante, di dimensioni calcolate

secondo l'impiego e la superficie di targhe da installare.

La traversa sarà costituita da tubolare a sezione rettangolare o quadra e collegata mediante piastra di idonea misura.

I portali saranno ancorati al terreno mediante piastra di base fissata al ritto, da bloccare alla contro piastra in acciaio ad appositi tirafondi annegati nella fondazione in calcestruzzo.

L'altezza minima del piano viabile al bordo inferiore delle targhe è di 550 cm.

La bulloneria sarà in acciaio 8.8 con trattamenti Draconet 320.

Fondazioni e posa in opera

La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando sostegni su apposito basamento delle dimensioni minime di 30 x 30 x 50 cm di altezza in conglomerato cementizio dosato a quintali 2,5 di cemento tipo 325 per metro cubo di miscela intera granulometricamente corretta.

Il basamento dovrà essere opportunamente aumentato per i cartelli di maggiori dimensioni.

L'impresa dovrà curare in modo particolare la sigillatura dei montanti nei rispettivi basamenti prendendo tutte le opportune precauzioni atte ad evitare collegamenti non rigidi, non allineati e pali non perfettamente a piombo.

Segnaletica orizzontale

Generalità

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.

I bordi delle strisce, linee arresto, zebraure scritte, ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

Le strisce orizzontali dovranno risultare perfettamente allineate con l'asse della strada.

Prove ed accertamenti

Le vernici che saranno adoperate per l'esecuzione della segnaletica orizzontale dovranno essere accompagnate da una dichiarazione delle caratteristiche, dalla quale dovranno risultare peso per litro a 25° C, il tempo di essiccazione, la viscosità, la percentuale di pigmento, la percentuale di non volatile, il peso di cromato di piombo o del biossido di titanio, il tipo di solvente da usarsi per diluire, la quantità raccomandata per l'applicazione della pittura e ogni altro requisito tecnico descritto nei precedenti articoli.

I contenitori prescelti per la prova dovranno risultare ermeticamente chiusi e dovranno essere etichettati con i dati necessari a identificare univocamente il campione.

Sull'etichetta si dovranno annotare i seguenti dati.

- descrizione;
- ditta produttrice;
- data di fabbricazione;
- numerosità e caratteristiche della partita;
- contrassegno;
- luogo del prelievo;
- data del prelievo;
- firme degli incaricati.

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

- viscosità: un intervallo di 5 unità Krebs rispetto al valore dichiarato dal venditore nella dichiarazione delle caratteristiche.

- peso per litro: 0,03 kg in più o in meno.

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

Caratteristiche delle vernici

La vernice da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente premiscelato e cioè contenere sfere di vetro mescolato durante il processo di fabbricazione, così che dopo l'essiccamento e la successiva esposizione delle sfere di vetro, dovute all'usura dello strato superficiale di vernice stessa sullo spartitraffico, svolga effettivamente efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

a) Condizioni di stabilità

Per la vernice bianca il pigmento colorato sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di zinco, per quella gialla da cromato di piombo.

Il liquido pertanto deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica; il fornitore dovrà indicare i solventi e gli essiccanti contenuti nella vernice.

La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta nè diventare gelatinosa o ispessirsi.

La vernice dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore, senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola, a dimostrare le caratteristiche desiderate in ogni momento, entro sei mesi dalla data di consegna.

La vernice non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, anche se applicata su pavimentazione bituminosa, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose.

Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,2 e 1,5 m²/kg. (ASTM D 1738); ed il peso suo specifico non dovrà essere inferiore a 1,50 kg per litro a 25° C (ASTM D 1473).

b) Caratteristiche delle sfere di vetro

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per il 90% del peso totale dovranno avere forma sferica con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1,50 determinato secondo il metodo indicato nella norma UNI 9394-89.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzioni acide saponate a pH 5-5,3 e di soluzione normale di cloruro di calcio e di sodio.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni chilogrammo di vernice prescelta dovrà essere compresa tra il 30 ed il 40%.

Le sfere di vetro (premiscelato) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche granulometriche:

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

c) Idoneità di applicazione

La vernice dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta. Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 4% in peso.

d) Quantità di vernice da impiegare e tempo di essiccamento

La quantità di vernice, applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, dovrà essere non inferiore a chilogrammi 0,100 kg/ml di striscia larga 12 cm e di 1,00 kg per superfici variabili di 1,3 m² e 1,4 m².

In conseguenza della diversa regolarità della pavimentazione ed alla temperatura dell'aria tra i 15° C e 40° C e umidità relativa non superiore al 70%, la vernice applicata dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30-40 minuti dell'applicazione; trascorso tale periodo di tempo le vernici non dovranno staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento sarà anche controllato in laboratorio secondo le norme A.S.T.M. D/711-35.

e) Viscosità

La vernice nello stato in cui viene applicata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee; tale consistenza, misurata allo stormerviscosimeter a 25° C espressa in umidità Krebs sarà compresa tra 70 e 90 (A.S.T.M. D 562).

f) Colore

La vernice dovrà essere conforme al bianco o al giallo richiesto.

La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore.

La vernice non dovrà contenere alcuno elemento colorante organico e non dovrà scolorire al sole.

Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75% relativo all'ossido di magnesio, accertata mediante opportuna attrezzatura.

Il colore dovrà conservare nel tempo, dopo l'applicazione, l'accertamento di tali conservazioni che potrà essere richiesto dalla stazione appaltante in qualunque tempo prima del collaudo e che potrà determinarsi con opportuni metodi di laboratorio.

g) Veicolo

Il residuo non volatile sarà compreso tra il 65% ed il 75% in peso sia per la vernice bianca che per quella gialla.

h) Contenuto di pigmenti

La pittura dovrà contenere pigmenti inorganici che abbiano una ottima stabilità all'azione dei raggi UV, una elevata resistenza agli agenti atmosferici e una limitata propensione all'assorbimento e alla ritenzione dello sporco.

I pigmenti contenuti nella pittura dovranno essere compresi tra il 35 ed il 45 % in peso (FTMS 141a-4021.1).

i) Contenuto di pigmenti nobili

Il contenuto di biossido di titanio (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 14% in peso e quello cromato di piombo (vernice gialla) non inferiore al 12% in peso.

l) Resistenza ai lubrificanti e carburanti

La pittura dovrà resistere all'azione lubrificante e carburante di ogni tipo e risultare insolubile ed

inattaccabile alla loro azione.

m) Prova di rugosità su strada

Le prove di rugosità potranno essere eseguite su strade nuove in un periodo tra il 10° ed il 30° giorno dalla apertura del traffico stradale.

Le misure saranno effettuate con apparecchio Skid Tester ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previste dal R.D.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 75% di quello che presenta pavimentazioni non verniciate nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pitture; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 45.

ART.31 ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Per l'esecuzione dei lavori, la realizzazione degli impianti e la scelta del materiale da utilizzare dovranno essere rispettate tutte le leggi, decreti, circolari e norme C.E.I. vigenti, in particolare:

Legge n.37/2008 Norme per la sicurezza degli impianti

Legge n.186/1968 Esecuzione degli impianti a "Regola d'Arte"

Norme UNI 11248 Illuminazione Stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche

Norme UNI EN 13201 parte 2, 3 e 4 Illuminazione Stradale

Criteri di scelta del materiale

Tutti i materiali, i dispositivi e gli apparecchi elettrici impiegati nell'impianto possiederanno la marcatura CE e ove possibile il marchio IMQ.

Inoltre saranno idonei al tipo d'installazione, ovvero resisteranno all'azioni meccaniche, chimiche e termiche alle quali possono essere esposti durante l' esercizio ed avranno un grado di protezione (IP) idoneo all' ambiente ove saranno installati.

Il grado minimo di protezione dei componenti contro la penetrazione dei corpi solidi e dei liquidi sarà non inferiore a:

IP57, per i componenti interrati o comunque entro pozzetti interrati.

IP43, per i componenti installati a meno di 3 m dal suolo.

IP23, per i componenti installati a 3 m o più dal suolo, destinati a funzionare sotto la pioggia.

I materiali conduttori dei cavi saranno in rame. Le eventuali giunzioni tra metalli di tipo diverso saranno eseguite in modo da impedire la formazione di fenomeni di corrosione.

I materiali ferrosi saranno protetti contro la corrosione mediante zincatura a caldo o verniciatura.

Tutti i componenti dell'impianto saranno in Classe II (doppio isolamento).

Caratteristiche progettuali

L'intervento dovrà essere eseguito nel pieno rispetto delle norme tecniche di riferimento, nonché di tutte le leggi e decreti relativi alla perfetta e sicura esecuzione dell'opera, al fine di rendere l'intera opera finita a regola d'arte.

L'opera in questione prevede l'installazione di una linea di illuminazione della rotatoria stradale (denominata numero 3) e dei relativi innesti costituita da corpi illuminanti posti su palo alto 10 metri fuori terra allacciati tramite linea elettriche di alimentazione interrata a bordo strada. Per quanto riguarda i corpi illuminanti questi saranno LED del tipo ITALO 2 STW 4.5-6M (15170 lm) e posti in testa ai pali.

Sarà inoltre prevista l'installazione di una linea di illuminazione per la pista ciclopedonale, denominata Reatino, costituita da corpi illuminanti posti su palo alto 6 metri fuori terra allacciati tramite linea elettrica di alimentazione interrata a bordo pista ciclopedonale. I corpi illuminanti

saranno LED del tipo ECORAYS STU-M 4.5-1M (1660lm) e posti in testa ai pali, mentre per il sottopassi saranno installati plafoniere stagne IP55 del tipo 2x36W.

L'attraversamento pedonale, in prossimità della nuova rotonda 3, prevede l'installazione di illuminazione costituita da corpi illuminanti posti su palo alto 6 metri fuori terra posto a 2,5 mt. parallelamente rispetto l'asse dell'attraversamento pedonale. I corpi illuminanti saranno LED del tipo ITALO 1 STW 4.5-2M (5160 lm). Saranno inoltre previsti l'installazione di kit sensore per la presenza di pedoni, cartello segnaletico bifacciale 60x60 cm retroilluminato su cassonetto 70x70 cm e coppia lampeggiante led bifacciale.

I pali saranno installati in plinti prefabbricati in c.a. Rck 250 completi di pozzetto con collegamenti verso il palo e la dorsale (saranno ammessi anche plinti in opera se corredati dai necessari calcoli).

Secondo la norma CEI 64-7 l'impianto sarà del tipo in derivazione, ovvero i centri luminosi dovranno essere derivati dalla linea di alimentazione e risultare in parallelo tra loro (classificato come gruppo "B", impianto alimentato in derivazione con tensione nominale \leq a 1000V in tensione alternata).

Dati dell'impianto

Tipo d'impianto: impianto elettrico utilizzatore di categoria I, con alimentazione della rete pubblica in bassa tensione;

Punto d'origine: Regolatore di flusso trifase collegato a contatore elettrico trifase;

Sistema di fornitura: Corrente alternata trifase, a frequenza nominale di 50 Hz;

Tensione nominale: 400 V;

Sistema di distribuzione: tipo TT;

Correnti di corto circuito presunta nel punto di inserzione: 6 kA

Potenza massima di progetto 10 kW

Descrizione generale impianto con fornitura in b.t.

Sistema di neutro tt

L'impianto in oggetto rientra, secondo la classificazione delle norme CEI 64-8 22.1, nei "Sistemi di I categoria a tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V c.a., e da oltre 120 V fino a 1500 Vc.c. ", per uniformità con il sistema utilizzato dall'ENEL. sarà utilizzato il sistema TT, e quindi attuata la protezione contro i contatti diretti prevista per il sistema TT .

Il sistema è classificato tramite il suo modo di collegamento a terra con due lettere, che hanno il seguente significato:

Prima lettera. Situazione del sistema rispetto a terra:

T collegamento diretto a terra di un punto (in genere il neutro) .

Seconda lettera. Situazione delle masse rispetto a terra:

T collegamento a terra

Secondo la classificazione delle norme CEI il sistema TT è così definito:

" sistema con un punto collegato direttamente a terra e le masse dell'impianto collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema d'alimentazione ".

Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata mediante messa a terra ed interruzione del

guasto come previsto per gli impianti utilizzatori della Norma CEI 64-8/7.

Nei sistemi TT dovrà avvenire l'interruzione dell'alimentazione, in caso di guasto a terra, mediante interruttori differenziali coordinati in modo che risulti soddisfatta la seguente condizione:

$$R_t \times I_{\Delta n} \leq 50$$

Dove:

R_t è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione della massa in Ohm;

$I_{\Delta n}$ è la corrente nominale differenziale che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione magnetotermico differenziale.

Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti sarà del tipo totale, effettuata mediante l'isolamento delle parti attive.

La protezione totale sarà realizzata mediante:

Isolamento delle parti attive senza possibilità di rimuovere l'isolamento stesso

Involucri e barriere che assicurino un grado di protezione delle parti attive \geq IP XXB (inaccessibilità al dito di prova articolato $\Phi = 12$ mm e $l = 18$ mm, il quale penetra completamente ma mantiene una distanza adeguata da parti pericolose).

La rimozione di barriere o involucri a portata di mano dovrà essere effettuata mediante attrezzo (cacciavite, chiave,...).

Corrente di corto circuito presunta

Il valore della corrente di c.c. presunta all'origine dell'impianto sarà fornita dall'ente distributore della energia elettrica.

I dispositivi di protezione da installare sui quadri elettrici sono stati scelti con un potere d'interruzione massimo, I_{cn} (nominale), riferito rispettivamente alla tensione nominale, superiore al valore di corrente di c.c. presunto nel punto di installazione stesso.

Tutti i dispositivi di protezione delle linee elettriche a servizio dell'impianto in oggetto avranno un potere di interruzione nominale massimo (I_{cn} o I_{cu}) almeno pari a 4,5KA per circuiti monofase e 6KA per circuiti trifase.

Dispositivi di manovra e protezione e cavi elettrici

All'inizio dell'impianto è presente un interruttore generale quadripolare, facente parte del quadro di bordo macchina della centrale elettronica di regolazione.

L'apertura di tale interruttore consentirà l'interruzione elettrica e meccanica di tutti i conduttori attivi collegati a valle del sopra citato dispositivo compreso il conduttore di neutro.

All'origine delle linee uscenti della centralina sono presenti interruttori automatici magneto-termici in grado di aprire la fase a servizio del circuito guasto.

Nella scelta sarà rispettato lo standard di qualità di ogni dispositivo o apparecchiatura elettrica.

I cavi del circuito 230/400V posati entro cavidotti interrati avranno tensione nominale non inferiore a 600/1000 V e saranno del tipo non propaganti l'incendio (CEI 20-22), inoltre saranno provvisti di una guaina esterna in aggiunta al proprio isolamento.

Protezione dei cavi contro i sovraccarichi

Il dimensionamento dei cavi in base ai rispettivi dispositivi di protezione, è stato eseguito, in ottemperanza a quanto richiesto dalla norma CEI 64-8, secondo le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_n$$

dove:

I_b è la corrente d'impiego della conduttura determinata in base al tipo di carico alimentato;

I_n è la corrente nominale o di regolazione del dispositivo di protezione;

I_z è la portata reale in regime permanente della conduttura;

I_f è la corrente di sicuro funzionamento del dispositivo di protezione.

Per rispettare la prima condizione sono state impiegate sezioni di cavo la cui portata effettiva I_z è superiore od uguale alla corrente nominale I_n del dispositivo di protezione, la quale è a sua volta superiore od uguale alla corrente d'impiego I_b del circuito alimentato.

Per quanto riguarda il rispetto della seconda condizione, avendo a che fare, nel caso in esame, con interruttori automatici, non è stata necessaria nessuna verifica, in quanto la corrente di sicuro funzionamento I_f è: 1,45I_n per interruttori per uso domestico e similare conformi alla norma CEI 23-3.

Dove non inequivocabilmente specificato, la scelta dei conduttori e dei cavi dovrà essere concordata con la D.L..

Verifica del valore di energia specifica passante

Le sezioni dei cavi, indicate negli schemi allegati, sono state scelte in modo da risultare protette sia in caso di corto circuito massimo ad inizio linea, che in caso di corto circuito minimo al termine di essa, contro il rischio di danneggiamento dovuto agli effetti dell'energia specifica passante I²T lasciata transitare dal dispositivo di protezione, ovvero è stata rispettata la seguente relazione:

$$K^2 \times S^2 \geq A^2 \times s$$

Dove:

K è un coefficiente funzione del materiale di cui è costituito il conduttore:

115 per i conduttori in rame isolati in PVC.

135 per i conduttori in rame isolati con gomma ordinaria o butilica.

143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica (EPR) e polietilene reticolato (XLPE).

S la sezione del conduttore.

A² x s la sollecitazione termica specifica lasciata passare dall' interruttore di protezione.

Impianto di messa a terra

Sistema di neutro TT.

L'impianto di terra sarà realizzato mediante corda nuda in rame isolato di sezione pari a 35 mmq interrata ad almeno 0,5 m di profondità.

Il nuovo impianto di terra sarà costituito da tanti dispersori a croce in acciaio zincato infissi nel terreno alla base dei corpi illuminanti e ciascuno di essi sarà collegato, mediante un conduttore di rame isolato in PVC giallo/verde di sezione pari a 4 mmq, alla rete di terra generale.

Le derivazioni di collegamento tra il conduttore di terra generale ed il conduttore di terra equi potenziale del palo metallico, nonché del conduttore di protezione del circuito d'illuminazione saranno eseguite entro i pozzetti.

L'impianto di terra è di fondamentale importanza perché permette la realizzazione della "protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione", per realizzare la protezione contro i contatti indiretti, pertanto dovrà essere realizzato e verificato, prima della messa in esercizio dell'impianto stesso, secondo la regola dell'arte.

Resistenza d'isolamento verso terra

Al termine della realizzazione dell'impianto elettrico a servizio della pubblica illuminazione in oggetto, e prima della messa in servizio dello stesso, la Ditta installatrice dovrà eseguire tutte le verifiche richieste dalla norma CEI 64/7 e 64-8, mediante strumentazione idonea, per accertarne la conformità.

Tra le misure richieste dovrà essere eseguita quella relativa alla resistenza di isolamento.

Il risultato di tale misura dovrà essere compatibile con il valore dato dalla seguente formula:

$$2U_0 / (L+N) \text{ (M}\Omega\text{)}$$

Dove:

U₀ è la tensione nominale verso terra in chiloVolt, con un minimo di 1kV;

L è la lunghezza complessiva della linea in chilometri, un minimo di 1km;

N è il numero degli apparecchi di illuminazione presenti nel sistema elettrico.

Distanze di rispetto dei cavi interrati

Le tubazioni devono essere poste in tubazioni ad una profondità minima di 50 cm e segnalate tramite nastro monitore posto ad almeno 10 cm sopra e per tutta la lunghezza.

Non sono poste condizioni particolari per incroci con cavi di energia ma i punti di attraversamento dovranno essere tali da mantenere possibilmente una distanza di 15 cm tra le tubazioni.

Per gli attraversamenti di cavi di telecomunicazione non sono prescritti accorgimenti in quanto le condotte sono costituite da tubi in plastica e non è prescritta distanza di sicurezza neanche nei tratti con le condotte parallele.

Per gli attraversamenti di tubazioni metalliche non contenenti materiali infiammabili si prescrive una distanza minima di 50 cm o 30 cm nel caso si interponga tra i tubi una soletta di calcestruzzo o materiale isolante; nel caso di parallelismi è richiesta una distanza di almeno 30cm.

Per gli attraversamenti di tubazioni metalliche contenenti materiali infiammabili il DM 24/11/1984 prescrive una distanza minima di 50 cm o 30 cm nel caso si interponga tra i tubi una soletta di calcestruzzo o materiale isolante che si prolunghi per almeno un metro nei sovrappassi e 3 metri nei sottopassi; nel caso di parallelismi è richiesta una distanza di almeno 50 cm.

Distanze degli impianti dai limiti della carreggiata e della sede stradale

La distanza dei sostegni e di ogni altra parte dell'impianto dai limiti della carreggiata deve essere tale da non creare interferenze con i veicoli che circolano regolarmente sulla carreggiata.

Inoltre, i sostegni devono essere posizionati in modo da non costituire impedimento a persone su sedia a ruote.

I sostegni ed ogni altra parte dell'impianto fino ad una altezza di 5 metri dalla pavimentazione della carreggiata è opportuno che siano posizionati:

Nelle strade urbane ad una distanza di almeno 50 cm dal limite della carreggiata.

Nelle strade extra-urbane, di regola, ad una distanza orizzontale di almeno 140 cm dal limite della carreggiata.

Al fine di consentire il passaggio di persone su sedia a ruote, i sostegni devono essere posizionati in modo che il passaggio pedonale abbia una larghezza di almeno 90 cm.

L'altezza minima sulla carreggiata di una qualsiasi parte dell'impianto deve essere pari a 6 metri.

Prima della presa in consegna dell' impianto, la ditta esecutrice dovrà fornire debitamente firmata la seguente documentazione:

A)

1. relazione tecnica;

2. calcolo linee e protezioni;
3. calcolo illuminotecnico;
4. planimetria impianto di illuminazione pubblica eseguito (AS BUILD);
5. schema quadro elettrico generale illuminazione stradale;
6. dichiarazione di conformità illuminotecnica del progetto alla L.R. 19/2003,
B)
 1. relazione tipologia materiali utilizzati;
 2. relazione di conformità quadro elettrico;
 3. relazione marcatura C.E. quadro elettrico;
 4. relazione prove e misure quadro elettrico;
 5. relazione tipologia materiali utilizzati per quadro elettrico;
 6. disegni quadro elettrico;
 7. manuale d'uso controllore elettronico di potenza;
 8. certificazione di collaudo C.E.P.;
 9. relazione di collaudo impianto elettrico di illuminazione pubblica;
 10. dichiarazione di conformità di installazione alla L.R. 19/2003

ART. 32 – IMPERMEABILIZZAZIONE, GIUNTI e DISPOSITIVI WATERSTOP**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 Norme Tecniche prive di residui di boiaccia o di malta cementizia, di prodotti disarmanti. 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.

1) Giunto di ripresa idroespansivo

In tutte le riprese di getto tra fondazione ed elevazione, o in qualunque altra ripresa di getto in punti interessati dalla falda, si prevedono giunto di ripresa di getto per strutture in calcestruzzo situate in ambienti umidi di sezione minima pari a 20 cm, costituito da cordolo idroespansivo a contatto con acqua composto per il 75% da bentonite di sodio naturale e per il 25% da leganti elastomerici, o a base di polimeri modificati di sezione 25 x 20h mm.

Descrizione waterstop idroespansivo tipo

Waterstop idroespansivo a base di polimeri modificati con elevata capacità idrofila, in grado di espandersi in contatto con acqua.

Può essere collegato anche ad una rete di waterstop convenzionali in PVC per realizzare una rete continua ed interconnessa di waterstop.

L'elemento dovrà essere applicato seguendo tutti gli accorgimenti e le prescrizioni con specifico riferimento alla scheda tecnica del prodotto installato.

Caratteristiche tecniche e prestazionali tipo (es. ADCOR 500S Grace)

Forma	Elemento preformato a sezione rettangolare
Colore	blu chiaro
Dimensioni	20 x 25 mm
Peso	0.73 Kg/m
Peso specifico	1.46 Kg/dm ²
Resistenza alla pressione idrostatica	12 bar (120 metri colonna d'acqua) (3)
Massima esposizione all'acqua	1 giorno
Conservazione	12 mesi negli imballi originali chiusi e in luogo asciutto
Piegatura	massimo 180° a 0°C
Temperatura di applicazione	da -15°C a 60°C
Temperatura di esercizio	da -45°C a 120°C

2) Giunti di dilatazione waterstop

In corrispondenza delle riprese di getto si prevede la posa in opera di profili in PVC (water-stop) per la realizzazione di giunti di dilatazione; forniti e posti in opera compresi gli oneri per il

posizionamento nei casseri, le saldature di continuità e quant'altro necessario a dare l'opera completa e perfettamente finita in ogni sua parte con profilo da inserire sul bordo del getto.

Descrizione waterstop in PVC tipo

Sistema di Waterstop interni preformati fabbricati per estrusione di compesti in PVC ad elevata qualità, progettati per sigillare giunti di costruzione, ripresa e di dilatazione e movimento in strutture di cemento armato. Impiegabili per strutture di contenimento di liquidi.

Requisiti minimi

CARATTERISTICHE DEL MATERIALE :

TIPO	: CLORURO DI POLIVINILE
PESO SPECIFICO	: 1.28 kg/l ± 0.02
DUREZZA SHORE α +20°C	: 68 ± 0.02
RESISTENZA A TRAZIONE α +20°C	: ≥ 10 N/mm ²
ALLUNGAMENTO A ROTTURA	: $\geq 275\%$

CARATTERISTICHE DEL PROFILO :

MOVIMENTO ASSIALE	: 20 mm
MOVIMENTO TRASVERSALE	: 40 mm

3) Sistema di impermeabilizzazione

Per i sottopassi ciclopedonali e gli scatolari idraulici in c.a. gettati in opera si prevede l'adozione di idoneo sistema di impermeabilizzazione come da elaborati grafici.

Nel seguito si riportano le caratteristiche tecniche e le modalità di posa dei diversi prodotti costituenti il sistema di impermeabilizzazione.

a) MEMBRANA PRE-GETTO PLATEA DI FONDAZIONE

Fornitura e posa in opera sul piano orizzontale (magrone) della membrana pregetto tipo Grace Preprufe 160R o equivalente superiore, non contenente frazione bentonitica, multistrato in polietilene ad alta densità (HDPE) accoppiata ad una speciale matrice multilaminare che sviluppa una forte adesione pellicolare completa e permanente al calcestruzzo.

La membrana dovrà soddisfare tutti i seguenti requisiti tecnici:

Resistenza alla pressione idrostatica >800 KPa (ASTMD5385 M);

Resistenza alla migrazione laterale >800 KPa (ASTM D5385 M);

Adesione al calcestruzzo 140 N per 50mm (MOAT 27:5.1.3);

Allungamento $>500\%$ (BS 2782:320A);

Trasmissibilità al vapor acqueo $=\emptyset$ (BS 3177:1959);

Trasmissibilità al gas radon $<21 \cdot 10^{-9}$ m/s

(SP.SWEDISH INSTITUTE).

La membrana è resistente ad agenti chimici disciolti in acqua o terreno, al gas radon e metano. Si poseranno le armature, corredate di distanziatori direttamente sul Grace Preprufe 160R senza interposizione di protezioni meccaniche o massetto.

Il getto di CLS verrà eseguito direttamente a contatto della membrana e i dettagli di finitura, le giunzioni e gli eventuali rinforzi verranno eseguiti con nastro autoadesivo tipo Grace Preprufe Tape.

Grace Preprufe 160R è applicabile in ogni periodo dell'anno ed è insensibile alle condizioni ambientali.

L'applicazione deve essere eseguita seguendo le istruzioni e le prescrizioni del produttore (W.R. Grace Italiana S.p.A. nel caso di Preprufe 160R) al fine di garantire la riuscita del lavoro a regola d'arte.

Valori dichiarati secondo la normativa EN 13967

Proprietà Preprufe	Valori		Metodo di prova
	300R	160R	
Difetti visibili	No	No	EN 1850-2
Lunghezza (m)	30 ± 0,15	35 ± 0,15	EN 1848-2
Larghezza rotolo (m)	1,203 ± 0,005	1,203 ± 0,005	EN 1848-2
Rettilinearità	Supera	Supera	EN 1848-2
Spessore (mm)	1,2 ± 0,05	0,9 ± 0,05	EN 1849-2
Massa (g/m ²)	1150 ± 70	810 ± 50	EN 1849-2
Tenuta all'acqua	Supera	Supera	EN 1928
Resistenza all'urto (Met. A)	400 mm - Supera	250 mm - Supera	EN 12691
Resistenza all'urto (Met. B)	2000 mm - Supera	1800 mm - Supera	EN 12691
Tenuta all'acqua dopo invecchiamento	Supera	Supera	EN 12961 - EN 1928
Tenuta all'acqua in presenza di ag. chimici	Supera	Supera	EN 1847 - EN 1928
Esposizione al bitume	Supera	Supera	EN 1548
Resistenza allo strappo da chiodo long.	450 N	300 N	EN 12310-1
Resistenza allo strappo da chiodo trasv.	600 N	450 N	EN 12310-1
Resistenza a trazione delle giunzioni	850 N/50mm	480 N/50mm	EN 12317-2
Trasmissione del vapore d'acqua (μ= sD/d)	835.000-855.000	950.000-970.000	EN 1931 Met. B
Resistenza al carico statico	Supera	Supera	EN 12730
Carico a rottura longitudinale	110 N/6mm	60 N/6mm	EN 12311-2 Met. B
Carico a rottura trasversale	120 N/6mm	60 N/6mm	EN 12311-2 Met. B
Allungamento a rottura longitudinale	4,5 %	4,5 %	EN 12311-2 Met. B
Allungamento a rottura trasversale	4 %	4 %	EN 12311-2 Met. B
Resistenza alla deformazione al carico	NPD	NPD	EN 13967 Annesso B
Reazione al fuoco	classe E	classe E	EN 13501-1

Altre caratteristiche

Proprietà	300R	160R
Adesione al calcestruzzo (N/mm)	2,88	2,88
Adesione nelle sovrapposizioni (N/mm)	9,52	9,52
Resistenza alla pressione idrostatica (m) ASTM D5385 mod.	>70 m di colonna d'acqua	>70 m di colonna d'acqua
Resistenza al punzonamento (N)	990	445
Trasmissibilità al vapore acqueo (g/m ² /24h)	0	0
Permeabilità al gas metano (ml/m ² ·24h·atm)	44,31	60,81
Coefficiente di diffusione del gas radon (m ² /s)	7,7 x 10 ⁻¹²	5,7 x 10 ⁻¹²

Fornitura

Preprufe	300R	160R	Tape LT* & HC**
Spessore (mm)	1,2	0,8	0,7
Dimensioni rotolo (m)	1,2 x 30	1,2 x 35	0,1 x 15
Superficie rotolo (m ²)	36	42	
Peso rotolo (kg)	50	42	2
Sormonta minima (mm)	75	75	75
* versione LT per temperature fra -4°C e +30°C – ** versione HC per temperature fra +10°C e +40°C			
Prodotti complementari			
Bituthene LM	Latte da 5,7 litri		
Adcor 500S	Confezioni da 6 rotoli da 5m		
Adcor 550MI	Kit da 40 metri		

b) IMPERMEABILIZZAZIONE DI STRUTTURE INTERRATE VERTICALI CON MEMBRANA POSTGETTO PREVIA PRIMERIZZAZIONE DELLA SUPERFICIE (SCAVO APERTO)

Da applicarsi nelle pareti verticali dei sottopassi ciclopedonali dei relativi muri a U e degli scatolari idraulici nei lati a contatto con il terreno.

La membrana è da applicarsi anche nei muri andatori degli scatolari idraulici nei lati a contatto con il terreno compreso l'estradosso della platea di fondazione.

Fornitura e posa in opera di membrana impermeabilizzante multistrato preformata con spessore 0,8 mm tipo Grace Preprufe 800PA o equivalente superiore, autoadesiva applicabile a freddo senza l'impiego di fiamma, costituita da un composto sintetico chiaro non bituminoso ad un quadruplo film in polietilene laminato ed incrociato ad alta densità (HDPE).

La membrana dovrà soddisfare tutti i seguenti requisiti tecnici:

Resist. alla pressione idrostatica > 70 mt (ASTM D5385);

Coefficiente di diffusione del gas Radon $7,7 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{sec}$ (CTU K124/02/95);

Permeabilità al vapor acqueo < 0.05 g/m²gg (ASTM E96-92);

Allungamento a rottura longitud. 130% trasv. 100% (EN 12311-2 B);

Adesione al calcestruzzo a 23 °C 3,2 N/mm (ASTM D 803 Modificato);

Il sistema sarà in completa aderenza alla superficie in calcestruzzo impedendo ogni possibile migrazione laterale dell'acqua. Sarà necessaria la stesura di una mano di Preprufe SC1, composto sintetico monocomponente a base solvente adatto alla preparazione di superfici cementizie per la posa di membrane tipo Preprufe 800PA.

Dopo aver applicato la membrana tipo Preprufe 800PA, la stessa dovrà essere protetta dagli eventuali danneggiamenti meccanici che possono essere causati durante la fase del reinterro. Si dovrà provvedere alla stesura di pannelli di protezione tipo Grace Hydroduct 08 protezione in HDPE preformata a risalti tronco conici ad alta resistenza meccanica e resistente alla maggior parte degli acidi in forma diluita, la protezione verrà messa in opera a protezione del Grace Preprufe 800PA fissata mediante listellatura chiodata.

Fornitura e posa in opera di membrana impermeabilizzante con spessore di 0,8 mm tipo Grace Preprufe 800PA della Grace o equivalente, autoadesiva a freddo con composto sintetico superaderente non bituminoso accoppiato a film in HDPE incrociato, previa primerizzazione con Grace Preprufe SC1. Il sistema necessita di protezione meccanica prima del reinterro.

L'applicazione deve essere eseguita seguendo le istruzioni e le prescrizioni del produttore (W.R. Grace Italiana S.p.A. nel caso di Preprufe 800Pa) al fine di garantire la riuscita del lavoro a regola d'arte.

Valori dichiarati secondo la normativa EN 13967

Proprietà	Valori	Metodo di prova
Difetti visibili	No	EN 1850-2
Lunghezza (m)	35	EN 1848-2
Larghezza rotolo (m)	1,2	EN 1848-2
Rettilineità	Supera	EN 1848-2
Spessore (mm)	0,8	EN 1849-2
Massa (g/m ²)	735	EN 1849-2
Tenuta all'acqua	Supera	EN 1928
Resistenza all'urto (Metodo A) (mm)	150 - Supera	EN 12691
Resistenza all'urto (Metodo B) (mm)	2000 - Supera	EN 12691
Tenuta all'acqua dopo invecchiamento	Supera	EN 12961 - EN 1928
Tenuta all'acqua in presenza di agenti chimici	Supera	EN 1847 - EN 1928
Esposizione al bitume	Supera	EN 1548
Resistenza allo strappo da chiodo logitudinale (N)	155	EN 12310-1
Resistenza allo strappo da chiodo trasversale (N)	180	EN 12310-1
Resistenza a trazione delle giunzioni (N/50mm)	300	EN 12317-2
Trasmissione del vapore d'acqua ($\mu = sD/d$)	465.000-485.000	EN 1931 Metodo B
Resistenza al carico statico	Supera	EN 12730
Carico a rottura longitudinale (N/6mm)	50	EN 12311-2 Metodo B
Carico a rottura trasversale (N/6mm)	55	EN 12311-2 Metodo B
Allungamento a rottura longitudinale (%)	130	EN 12311-2 Metodo B
Allungamento a rottura trasversale (%)	100	EN 12311-2 Metodo B
Resistenza alla deformazione al carico	NPD	EN 13967 Annesso B
Reazione al fuoco (classe)	E	EN 13501-1

Altre caratteristiche

Adesione al calcestruzzo a 23° C	3,2	ASTM D803 mod
Resistenza alla pressione idrostatica	>70 m di colonna d'acqua	ASTM D5385
Permeabilità al gas metano	74,2 ml/m ² ·24h·atm	Versaperm Ltd test
Coefficiente di diffusione del gas radon	7,7 x 10 ⁻¹² m ² /s	CTU University of Prague

Fornitura

Preprufe 800PA	Rotoli da 1,2m x 35m (42 mq) - Peso: 36 kg
Preprufe SC1	Stoccare in verticale in ambiente asciutto al di sotto di +35°C Tanche da 5 e 20 litri - Resa 8-10 m ² per litro
Prodotti complementari	
Preprufe LM	Latte da 5,54 litri
Bituthene Protection Boards	Pannelli da 3mm x 1m x 2m (±6%)
Grace Protection Roll	Rotoli da 2mm x 1m x 20m
Adcor 500S	Confezioni da 6 rotoli da 5 metri
Adcor 550MI	Kit da 40 metri
Bitustik 4000	Rotoli da 150mm x 12m
Hydroduct 08	Rotoli da h 1,5-2,0-2,5 m x 20 metri

c) SISTEMA DI PROTEZIONE PER MEMBRANA AUTOADESIVA

Il seguente sistema di protezione è da applicarsi alla membrana prevista sulle pareti verticali dei sottopassi ciclo-pedonali, dei relativi muri a U e degli scatolari idraulici.

La protezione è da applicarsi anche all'impermeabilizzazione nei muri andatori degli scatolari idraulici nei lati a contatto con il terreno compreso l'estradosso della platea di fondazione.

Sistema di protezione in HDPE preformato a risalti tronco conici, ad alta resistenza meccanica per

la protezione dei sistemi di impermeabilizzazione tipo Hydroduct 08 della Grace e equivalente.

L'applicazione deve essere eseguita seguendo le istruzioni e le prescrizioni del produttore (W.R. Grace Italiana S.p.A. nel caso di Preprufe 800Pa) al fine di garantire la riuscita del lavoro a regola d'arte.

d) SISTEMA DI IMPERMEABILIZZAZIONE LIQUIDO CON PROTEZIONE INTEGRATA PER SUPERFICI ORIZZONTALI DI SOLETTE IN CALCESTRUZZO

Da applicarsi all'estradosso delle solette in c.a. di copertura dei sottopassi ciclopedonali, degli scatolari idraulici e delle solette di continuità.

Fornitura e posa di impermeabilizzazione liquida con protezione integrata per superfici orizzontali di solette carrabili tipo Grace Servidek System o superiore, composto da liquido bicomponente dello spessore 2 mm e da pannello rigido dello spessore di 3 mm realizzato con aggregati selezionati annegati nel bitume modificato. Gli accostamenti saranno opportunamente nastrati.

L'applicazione deve essere eseguita da personale specializzato seguendo le istruzioni e le prescrizioni del produttore (W.R. Grace Italiana S.p.A. nel caso di Servidek System) al fine di garantire la riuscita del lavoro a regola d'arte.

Dati caratteristici e prestazioni: Servidek System

Proprietà	Valori	Metodo di prova
Allungamento (a 36h dalla posa a 20°C)	500%	Meedus NPF 98 283;
Resistenza alla pressione idrostatica	> 6m su supp. continuo	DTP BE 27
Permeabilità al Vapore	0.8g/m ² /gg.	BS3177
Crack Bridging tra 0 e 20°C	> 0.6mm	DTP BE 27
Resistenza a trazione su calcestruzzo e acciaio a: -10°C 23°C 40°C	0.3N/mm ² 0.2N/mm ² 0.1N/mm ²	BD 47/94 BD 47/94 BD 47/94
Resistenza a taglio su calcestruzzo e acciaio a: -10°C 23°C 40°C	0.05N/mm ² 0.03N/mm ² 0.02N/mm ²	BD 47/94 BD 47/94 BD 47/94
Penetrazione dell'aggregato: con carico di 2,45N/mm ²	nessun segno	Test BBA
Piegatura al Mandrino a -40°C :	nessuna fessura visib.	Test Grace
Test di flessibilità a tre punti a: -40°C. 100 cicli a 1Hz:	nessuna perdita di adesione né fessure visibili.	Test Grace
Resistività Elettrica	> 3x10 ¹⁰ Ohmxm	BS903/C2

ART. 33 - RIVESTIMENTO IN LISTELLI A COLLA

Rivestimento realizzato in listelli trafilati in laterizio, delle dimensioni, colore e superficie a scelta della D.L. applicati su parete esistente in c.a. con collanti specifici per l'impiego in ambiente bagnato/asciutto.

La stesura del collante sarà eseguita con apposita spatola previa pulizia della parete di supporto. Nella posa dovrà essere curata la perfetta ortogonalità fra i singoli elementi nonché l'uniformità

dello spessore delle fughe mediante l'applicazione di regoli distanziatori da 4 - 5 mm o profili in ferro a sezione quadrata. Dovranno inoltre essere previsti idonei giunti di dilatazione così come indicato dalla D.L. E' altresì compresa la sigillatura delle fughe che sarà eseguita applicando il sigillante evitando di sporcare eccessivamente le superfici a vista. Spigoli ed architravi saranno rivestiti con appositi elementi angolari con lati disimmetrici che saranno messi in opera secondo le precedenti modalità. Si richiede inoltre la pulitura della superficie dai residui di malta. E' inoltre richiesto all'impresa la realizzazione di tratti di rivestimento campione, per l'approvazione congiunta del progettista e D.L.. Sono altresì compresi gli oneri per dare il lavoro finito a regola d'arte.

CAPO 2 – NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ART. 34 - NORME GENERALI

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, a numero o a peso, in relazione a quanto previsto nell'elenco prezzi.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori. Soltanto nel caso che la Direzione dei Lavori abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni, se ne terrà conto nella contabilizzazione. In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, e l'Impresa potrà essere chiamata a rifacimento a tutto suo carico. Le misure saranno prese in contraddittorio mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori, e riportate su appositi libretti che saranno firmati 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 collaudo.

ART. 35 - VALUTAZIONE DEI LAVORI A CORPO E A MISURA

Il prezzo a corpo indicato nel presente capitolato comprende e compensa tutte le lavorazioni, i materiali, gli impianti, i mezzi e la mano d'opera necessari alla completa esecuzione delle opere richieste dalle prescrizioni progettuali e contrattuali, dalle indicazioni del direttore dei lavori e da quanto altro, eventualmente specificato, nella piena osservanza della normativa vigente e delle specifiche del presente capitolato.

Sono incluse nell'importo a corpo tutte le opere che si trovano sopra il piano eventualmente indicato (e cioè il piano di demarcazione fra le opere a corpo e quelle a misura) o chiaramente individuate negli elaborati a tale scopo ovvero espressamente descritte nel contratto e nel presente capitolato, comprendendo tutte le lavorazioni e parti di esse necessarie per dare l'opera completamente finita in ogni dettaglio. In mancanza di tale definizione per le opere che dovranno essere computate a corpo e quelle da calcolare a misura, tutti i lavori oggetto del presente capitolato dovranno intendersi parte integrante dell'unico appalto, complessivo delle opere e di tutte le lavorazioni previste, considerato esclusivamente a corpo senza esclusioni di sorta.

Sono, inoltre, comprese tutte le finiture delle murature, le opere esterne indicate dai disegni esecutivi, le parti di impianti che si trovassero al di sotto del piano suddetto, gli allacciamenti alle reti urbane di energia elettrica, gas, telefono, acqua, etc. sia eseguiti direttamente dall'appaltatore che dalle Società interessate alle quali l'appaltatore è obbligato a prestare l'assistenza richiesta.

ART. 36 - CRITERI PER LA VALUTAZIONE LAVORAZIONI A MISURA

Qualora, nell'ambito dei lavori oggetto del presente capitolato, si rendesse necessaria la realizzazione di opere da valutare a misura, queste dovranno essere computate secondo i criteri riportati di seguito.

Tutti i prezzi dei lavori valutati a misura sono comprensivi delle spese per il carico, la fornitura, il trasporto, la movimentazione in cantiere e la posa in opera dei materiali includendo, inoltre, le spese per i macchinari di qualsiasi tipo (e relativi operatori), le opere provvisorie, le assicurazioni ed imposte, l'allestimento dei cantieri, le spese generali, l'utile dell'appaltatore e quanto altro necessario alla completa esecuzione dell'opera in oggetto.

Viene quindi, inoltre, stabilito che tutte le opere incluse nei lavori a misura elencate di seguito si intenderanno eseguite con tutte le lavorazioni, i materiali, i mezzi e la mano d'opera necessari alla loro completa corrispondenza con le prescrizioni progettuali e contrattuali, con le indicazioni del direttore dei lavori, con le norme vigenti e con quanto previsto dal presente capitolato senza altri oneri aggiuntivi di qualunque tipo da parte della stazione appaltante.

Il prezzo stabilito per i vari materiali e categorie di lavoro è comprensivo, inoltre, dell'onere per la posa in opera, anche in periodi di tempo diversi, dei materiali forniti dall'appaltatore indipendentemente dall'ordine di arrivo degli stessi in cantiere.

ART. 35 - LAVORI IN ECONOMIA

- Le prestazioni in economia diretta saranno assolutamente eccezionali, e potranno adottarsi solo per lavori del tutto secondari. In ogni caso verranno ricompensate soltanto se riconosciute oggetto di un preciso ordine ed autorizzazione scritta preventiva della Direzione dei Lavori.

ART. 36 - SCAVI E RILEVATI IN GENERE

- La misurazione degli scavi per apertura del corpo stradale e dei rilevati sarà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate sulla base di quelle di consegna.

All'atto della consegna dei lavori, l'Impresa eseguirà in contraddittorio con la Direzione dei Lavori, il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse. 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 per la sede stradale.

Analogamente si procederà per le altre opere fuori della medesima sede.

E' data facoltà all'Impresa e alla Direzione Lavori di intercalare altre sezioni in corso d'opera ove fosse riconosciuto necessario per meglio adattare il movimento di terra alla configurazione del terreno.

Non sono considerati scavi per apertura del corpo stradale quelli eseguiti per la preparazione del piano di posa del rilevato.

ART. 37 - SCAVI

Tutti gli scavi saranno misurati a mc. di cavo, non già di volume della materia scavata, comprendendo nei relativi prezzi lo sgombrò e la regolarizzazione dei cavi, l'estrazione delle materie ed il loro carico e trasporto a rifiuto, a rinterro, a formazione di rilevato per il rivestimento delle scarpate od a riempimento dei cavi residui attorno e sopra le murature secondo le indicazioni che darà in corso d'opera la Direzione Lavori.

Gli scavi per apertura del corpo stradale sono valutati a misura qualunque siano la natura, stato e consistenza delle materie da scavare, al volume risultante dalle sezioni ragguagliate di sterro, limitate dalla linea del terreno quale risulta dai disegni di progetto e di consegna e da quella rappresentata dal fondo del cassonetto dall'orizzontale passante dal piano di posa dei materiali per formazione della banchina, il profilo interno dei muri di controripa ove siano prescritti e la scarpata con la pendenza che le verrà assegnata; con lo stesso prezzo saranno valutati convenzionalmente anche quelli per formazione ed allargamento di rampe, di piazzole e per la formazione del cassonetto.

Tutti gli altri scavi che verranno praticati all'esterno di detto contorno cadono nella categoria di scavi di fondazione, escluso naturalmente lo scavo dei fossi e cunette trapezie.

I maggiori scavi che l'Impresa eseguisse per ragioni di sua convenienza o comunque senza specifico ordine oltre detto contorno venendo a mutare la forma e l'inclinazione della scarpata saranno a tutto suo carico.

Lo scavo dei cassonetti comunque risulta nella realtà sarà convenzionalmente compensato secondo le sagome tecniche, ed anzi l'Impresa sarà tenuta a ridurlo a proprio carico a tali sagome riempiendo i vuoti superflui con materiale arido per strati di fondazione e sarà valutato a misura.

Gli scavi di fondazione sia di sbancamento che incassati verranno compensati indipendentemente dalla natura, stato e consistenza del terreno.

Gli scavi di fondazione saranno computati per il volume uguale a quello risultante dal prodotto della base delle murature di fondazione per la loro profondità misurato a partire dalla quota del piano di separazione per scavi di sbancamento e scavo di fondazione ed al volume così calcolato si applicheranno i prezzi fissati nell'elenco per tali scavi: vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali (ove non opportunamente rappresentato negli elaborati grafici) ritenendosi compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo e puntellazione occorrente.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa, ma in tal caso non sarà pagato il maggior volume, né il successivo riempimento a ridosso delle murature con materiale arido che l'Impresa dovrà eseguire a sua cura e spese.

Nel caso di fondazioni a gradoni tale concetto sarà applicato ad ogni gradone.

Nel compenso dell'armatura a cassa chiusa è compreso il maggior volume di scavo per far posto alle armature dello scavo stesso.

Coi prezzi di elenco per gli scavi incassati e di sbancamento oltre agli obblighi sopra specificati e a quelli emergenti dal precedente articolo, l'appaltatore dovrà ritenersi compensato: di tutti gli oneri e spese relative agli scavi in genere da eseguirsi con qualsiasi mezzo: puleggi-innalzamento-carico-trasporto e scarico in rilevato e rinterro od a rifiuto; delle spese occorrenti per la regolarizzazione delle scarpate e pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, per il riempimento dei cavi residui, per il successivo rinterro all'ingiro delle murature di fondazione fino al primitivo piano del terreno, attorno e sopra le condotte di acqua ed altre condotte in genere e sopra le fognature e drenaggi secondo le sagome definitive di progetto; della eventuale perdita parziale e anche totale dei legami impiegati nelle puntellazioni ed armature di qualsiasi entità, occorrenti per l'esecuzione degli scavi di fondazione e per sostenere ed evitare franamenti di pareti, di scavi di sbancamento, degli oneri per l'allontanamento delle acque superficiali dai cavi - di ogni altra spesa infine necessaria per l'esecuzione completa degli scavi di cui trattasi.

Gli scavi di cassonetto per risanamenti sulla strada esistente, la demolizione di carreggiata anche bitumata, saranno considerati scavi per preparazione del suolo come lo scoticamento e il

gradonamento che interessi la carreggiata esistente.

Il riempimento dei suddetti cassonetti con misto naturale di ghiaia e sabbia sarà compensato col prezzo relativo alla formazione dei rilevati.

L'onere relativo allo scavo in presenza di acqua è stato considerato come sovrapprezzo alla voce di scavo; con tale onere si intende compensato l'onere del mantenimento del fondo scavo asciutto fino a che sia necessario per lo svolgimento delle lavorazioni.

ART. 38 - PREPARAZIONE DEL SUOLO

La preparazione del suolo d'appoggio dei rilevati verrà sradicata per una profondità media di cm. 20 espurgandolo da arbusti, radici, ceppaie, siepi, alberi, anche di grande fusto; è compresa nella preparazione anche il gradonamento delle scarpate dei rilevati esistenti da allargare con gradoni aventi il lato verticale non superiore a cm. 60. I fossi interessati dal rilevato verranno prima espurgati e smelmati quindi riempiti di materiale adatto (argille non vegetali o materiali sabbiosi o aridi). La superficie ottenuta dopo le suddette operazioni verrà costipata con adeguati mezzi meccanici sino ad ottenere per una profondità di almeno cm. 35 una densità relativa non minore del 95% della densità AASHO Mod. ed un modulo di deformazione con piastra di 30 cm. di diametro determinato secondo la norma CNR 146/92, al primo ciclo di carico, nell'intervallo compreso tra $0,05 \div 0,15$ N/mm², deve risultare non inferiore a:

- 15 N/mm² (valore minimo per consentire il corretto costipamento degli strati soprastanti), quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è maggiore di 2,00 m;
- 20 N/mm², quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 1,00 e 2,00 m;
- 30 N/mm², quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 0.50 e 1,00 m;

Per distanze inferiori a 0.50 m si applicano i requisiti richiesti ai sottofondi.

Nel caso di trincea $Md \geq 40$ N/mm².

Le caratteristiche di portanza del piano di posa del rilevato devono essere accertate in condizioni di umidità rappresentative delle situazioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli, di lungo termine, con la frequenza stabilita dalla Direzione Lavori in relazione all'importanza dell'opera, all'omogeneità del terreno di posa e, comunque, in misura non inferiore ad una prova ogni 5000 m². Per i materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) la determinazione del modulo di deformazione viene effettuata in condizioni sature.

Ove un ulteriore addensamento non conseguisse il valore del modulo di deformazione prescritto si provvederà ad altri interventi (drenaggi, correzioni, sostituzioni).

La preparazione del terreno così come descritta è compensata al mq. col prezzo relativo e le misurazioni sono prese in proiezione orizzontale.

Nel caso fosse necessario approfondire il piano di appoggio dei rilevati oltre i 35 di media, tutto lo scavo sarà compensato col prezzo relativo allo scavo per apertura del corpo stradale.

Il prezzo è comprensivo del carico, allontanamento e scarico a rifiuto o in vicinanza del nuovo rilevato dei materiali scavati e di tutti gli oneri relativi per dare compiuto il lavoro.

ART. 39 - RILEVATI

Il rilevato di misto naturale di ghiaia o sabbia di fiume o di adatto materiale di cava o in terreno

golenale, sarà valutato col metodo delle sezioni ragguagliate.

La misurazione del materiale avverrà a costipazione avvenuta con misure geometriche mediante differenza di quote prima e dopo la posa e il costipamento del materiale. È quindi compreso nel prezzo il calo del materiale per effetto del costipamento naturale e artificiale e del traffico e l'eventuale abbassamento del piano di posa, o l'affondamento del materiale sotto il piano di posa. Le misure verranno effettuate prima della stesa del materiale a piano di posa costipato e dopo il completo assestamento del materiale riportato, appena prima della stesa dello strato successivo a rialzo del rilevato o della fondazione (massicciata).

Nel prezzo relativo alla formazione del rilevato, della fondazione stradale, delle banchine, si intendono compresi tutti gli oneri e magisteri specificati nei relativi articoli del presente Capitolato e riguardanti il modo di esecuzione delle singole categorie dei lavori, nonché le relative prove, e la fornitura e stesa dei materiali di aggregazione di sigillatura e di risarcimento, i quali non saranno mai pagati a parte.

I prezzi comprendono la fornitura, la stesa, la regolarizzazione in opera dei materiali, la cilindratura fino ad ottenere le densità massime prescritte.

Il riempimento dei cassonetti eseguiti a risanamento della carreggiata esistente, o degli scavi fatti a risanamento del terreno di posa dei rilevati saranno compensati e valutati geometricamente per differenza di quote e costipamento avvenuto.

ART. 40 - RIEMPIMENTI - RICARICHI - TOMBAMENTI

Detti riempimenti, ricarichi, tombamenti, quando non siano a carico e spese dell'Impresa come specificato nei precedenti articoli, eseguiti in misto naturale di fiume o di cava o materiali di golena comunque costipati a fondo saranno compensati e valutati geometricamente in base al volume dei vani riempiti, solo in casi eccezionali e quando non è sufficientemente ben definibile il volume dei vani o molto complesse le sezioni di rilievo dei raccordi ed accessi, sempre a insindacabile giudizio della Direzione Lavori il materiale di riempimento sarà misurato sugli automezzi in arrivo in cantiere prima dello scarico, dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Impresa. Per ogni quantità di materiale fornito per ogni viaggio a carico effettuato, il personale addetto al controllo rilascerà all'Impresa una copia a ricalco della bolletta di consegna con le indicazioni delle misure effettuate e del quantitativo rilevato sugli automezzi previo spianamento e regolarizzazione a cura e spese dell'Impresa, indicando la targa, la lunghezza, la larghezza delle casse e l'altezza del materiale contenute nelle casse stesse.

Il rappresentante dell'Impresa dovrà controfirmare la bolletta e la relativa copia a ricalco in segno di accettazione delle annotazioni e delle misure effettuate. Tali bollette costituiranno l'unico documento comprovante le qualità ed il volume dei materiali forniti che saranno tenuti a giustificazione, in quanto occorra, delle iscrizioni in contabilità.

ART. 41 - FONDAZIONE STRADALE

La fondazione in misto granulare stabilizzato e misto granulare cementato sarà valutata a corpo restando però vincolanti per l'Impresa la misura degli spessori e delle superfici riportate negli elaborati tecnici, intendendosi compensati tutti gli oneri previsti.

ART. 42 - CONGLOMERATI BITUMINOSI

I conglomerati bituminosi per strato di base, collegamento e d'usura, posati compressi come

illustrato nelle sezioni tipo, saranno compensati e valutati a mq per ogni cm di spessore. Sarà valutato a peso il conglomerato bituminoso dello strato di collegamento in occasione di ricarichi, risagomature, raccordi, accessi, nel cui caso non sia possibile realizzare uno strato di spessore costante.

ART. 43 - DEMOLIZIONE DI MURATURE

Le demolizioni di murature di qualsiasi genere, che verranno compensate a mc. del loro effettivo volume, comprendono nel prezzo, oltre al trasporto a rifiuto anche le demolizioni entro terra fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

I materiali demoliti resteranno di proprietà dell'Impresa, la quale dovrà reimpiegare quelli ritenuti utilizzabili dalla Direzione dei Lavori, con l'obbligo di trasportare alla discarica, fuori delle pertinenze stradali, a sua cura e spese, i materiali di rifiuto.

ART. 44 - MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI

Tutte le murature in genere e i calcestruzzi, siano essi per fondazioni od in elevazione, armati o no, verranno misurati a volume con metodi geometrici e secondo la corrispondente categoria, in base a misure sul vivo.

In ogni caso, non si dedurranno i volumi del ferro di armature e dei cavi per la precompressione ed i vani di volume minore od uguale a mc. 0.20 ciascuno, intendendosi con ciò compensato l'eventuale maggiore magistero richiesto, anche per la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte.

I conglomerati cementizi debolmente armati con un quantitativo di ferro fino ad un massimo di Kg. 40 per mc., verranno compensati con gli stessi prezzi dei conglomerati semplici; il ferro impiegato verrà contabilizzato a parte col relativo prezzo di elenco.

Nei relativi prezzi di elenco sono compresi in particolare:

- esplorazione e sondaggi per stabilire il tipo di fondazione da adottare, nel numero richiesti dalla Direzione Lavori, la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali necessari (inserti, leganti, acqua ecc.), la mano d'opera, ponteggi, attrezzature e macchinari per la confezione, la posa in opera, la vibrazione dei calcestruzzi, nonché l'eventuale esaurimento dell'acqua, sia per la sistemazione della carpenteria ed armature metalliche, che durante il getto.- la casseforme, armature di sostegno, le centinature, controventature, rompitratta, il loro confezionamento, posa in opera e disarmo, gli smussi, i gocciolatoi, la formazione di feritoie d'areazione dei muri ogni provvista, magistero ed onere a dare compiuto il lavoro con superfici apparenti bene rifinite e secondo la perfetta esecuzione e quant'altro occorra per dare il lavoro finito e completo a perfetta regola d'arte .Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione o giunti speciali aperti a cuneo, secondo i tipi approvati dalla Direzione dei Lavori, il relativo onere e materiali si intendono compresi nel prezzo di elenco per le murature in genere o conglomerati.

L'impiego eventuale di aeranti, plastificati o altri ingredienti chimici, nei calcestruzzi e nelle malte per murature, non dà diritto a indennizzi o sovrapprezzi.

ART. 45 - FERRO TONDO PER CALCESTRUZZO

Il peso del ferro tondo per la armatura del calcestruzzo verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature e le sovrapposizioni per le giunte non necessarie.

Il peso del ferro in ogni caso verrà determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo la sagomatura e le uncinature) e moltiplicando per il peso unitario dato dalle tabelle ufficiali dell'U.N.I.

Saranno compensate le sovrapposizioni che si renderanno necessarie qualora lo sviluppo dell'armatura sia superiore alla lunghezza commerciale dei tondi. Non sarà compensato lo sfrido risultante dalla lavorazione e taglio dei tondi. Il tondino sarà fornito e dato in opera nelle casserature, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature ordinate dalla Direzione dei Lavori, curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi.

ART. 46 - TUBAZIONI IN TUBI DI CEMENTO

Le tubazioni, acquedotti, tombini, in tubi di cemento rivestiti di conglomerato cementizio saranno misurati a metro lineare e compensati coi relativi prezzi d'elenco in base al diametro interno del tubo.

Il prezzo è comprensivo della fornitura, posa in opera e sigillatura dei tubi e del rinterro e costipamento del cavo residuo nonché del rivestimento in conglomerato cementizio a 2 ql./mc. Lo scavo e la fondazione in conglomerato cementizio magro sono compensati a parte. La misura sarà eseguita in asse e sarà estesa sino al filo interno della muratura di testata, detraendo nella misura di questa le sezioni interne del tubo: in ogni caso si deterranno solo i tubi con diametro interno superiore a cm.60

ART. 47 - CORDONATO PER AIUOLE SPARTITRAFFICO

I cordonati in elementi prefabbricati posti in opera verranno contabilizzati a metro lineare e compensati con il relativo prezzo d'elenco.

Il prezzo comprende tutti gli oneri per dare i cordonati in opera compreso l'eventuale scavo necessario alla posa.

dei cordoli la esecuzione della fondazione in calcestruzzo nonché la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a regola d'arte. La misurazione sarà effettuata sul bordo rivolto verso la carreggiata.

ART. 48 - MANUFATTI IN FERRO

I lavori in ferro profilato, stampato o tubolare saranno valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivamente determinato, prima della posa in opera, mediante pesatura diretta a spese dell'Impresa o mediante i dati riportati dalla tab. Ufficiale UNI. I prezzi comprendono pure, oltre la fornitura, la posa in opera, l'esecuzione dei necessari fori, la saldatura, chiodatura e ribattitura, le armature di sostegno e le impalcature di servizio gli sfridi di lavorazione, l'antiruggine e due mani di smalto sintetico. Le barriere e i parapetti stradali verranno valutati a ml. E compensati con i relativi prezzi d'elenco

ART. 49 - RISPETTO AMBIENTALE

Per il ripristino delle eventuali aree di cantiere si riutilizzerà il terreno vegetale proveniente dallo scotico, che si avrà cura di accumulare, separatamente dalle altre tipologie di materiale, in spessori adeguati e di provvedere alla sua manutenzione per evitarne la morte biologica;

- Per limitare, in fase di cantierizzazione, le emissioni diffuse e puntuali di polveri derivanti dalla

movimentazione dei materiali di costruzione, dall'esercizio di impianti fissi e dalla movimentazione dei mezzi si ritiene necessario:

- per l'eventuale impianto di betonaggio e altri impianti fissi, prevedere sistemi di abbattimento per le polveri in corrispondenza degli sfiati da serbatoi e miscelatori durante il carico, lo scarico e la lavorazione;
- qualora nella composizione del calcestruzzo rientri come materia prima il polistirolo, il ciclo delle acque usate, provenienti anche dal lavaggio delle autobetoniere non dovrà essere svolta a cielo aperto e comunque, prima dello scarico delle acque usate nel contenitore preparato allo scopo, dovranno essere interposte griglie di trattenimento del materiale plastico;
- prevedere la umidificazione dei depositi temporanei di terre, dei depositi di materie prime ed inerti e delle vie di transito da e per i cantieri, soprattutto quando queste si trovino nelle vicinanze dell'aggregato urbano;
- per il trasporto degli inerti prevedere un sistema di ricopertura dei cassoni con teloni;
- acquisire le autorizzazioni necessarie per le emissioni di inquinanti in atmosfera ai sensi delle vigenti normative.

Si dovrà inoltre valutare la necessità di introdurre eventuali mitigazioni acustiche nell'area di cantiere e/o sui ricettori per consentire il rispetto dei limiti sonori previsti dalle normative vigenti.