



Città di Settimo Torinese

Città metropolitana di Torino  
Regione Piemonte



# COMPLETAMENTO DELLE OPERE A SERVIZIO DEL NUOVO POLO SPORTIVO

## PROGETTO ESECUTIVO

Tav. n.	Oggetto	Scala
<b>04</b>	<b>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - NORME TECNICHE - OPERE EDILI</b>	-

# SAT

Per lo sviluppo locale SAT s.c. a r.l. - p.zza della Libertà, 4 - 10036 Settimo T.se - Tel. 039-011 8028211

Rev. Agg.	Data	Descrizione	Redazione	Direttore Tecnico SAT: arch. Milena QUERCIA
00	novembre 2018	prima redazione	ex	Coordinamento progettuale SAT s.c. a r.l.: Ing. Nicoletta ALOTTO
				Progetto:  Dott. Ing. Alfredo CIVIDINO n. 4702 W 
		Valutazione previsionale di impatto acustico: ing. Rosamaria MIRAGLINO		Relazione geologico - geotecnica dott. geol. Secondo ACCOTTO

COD: 763-16

FN: 763\_04-Cap Tec-Edili.doc

RC: mq

RP: cm

## INDICE

1	DEMOLIZIONI.....	13
1.1	MURATURE E FABBRICATI.....	13
1.2	DEMOLIZIONE DI PAVIMENTAZIONE O MASSICCATA STRADALE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO.....	14
1.3	RIMOZIONE E SMALTIMENTO MANUFATTI CONTENENTI AMIANTO.....	15
2	MOVIMENTI TERRA.....	16
2.1	DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI.....	16
2.2	PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI.....	16
2.2.1	Diserbamento e scotico.....	16
2.2.2	Scavi.....	17
2.2.3	Rinterri e/o bonifiche.....	20
2.2.4	Rilevati.....	22
2.2.5	Specifica di controllo.....	31
3	CALCESTRUZZI E OPERE IN C.A.....	38
3.1	GENERALITA'.....	38
3.1.1	Normativa di riferimento.....	38
3.1.2	Classificazione dei conglomerati cementizi.....	40
3.1.3	Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi.....	41
3.2	QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	44
3.2.1	Controlli in corso d'opera.....	46
3.2.2	Granulometria degli inerti.....	46
3.2.3	Resistenza dei conglomerati cementizi.....	46
3.2.4	Controllo della lavorabilità.....	49
3.2.5	Controllo del rapporto acqua/cemento.....	50
3.2.6	Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio.....	50
3.2.7	Controllo del contenuto di aria.....	50
3.2.8	Controllo del contenuto di cemento.....	50
3.3	DURABILITÀ DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	50
3.4	TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE.....	51
3.4.1	Confezione dei conglomerati cementizi.....	51
3.4.2	Trasporto.....	53
3.4.3	Posa in opera.....	54

3.4.4	Stagionatura e disarmo .....	57
3.5	MANUFATTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO, NORMALE O PRECOMPRESSO .....	61
3.6	CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE .....	62
3.7	ACCIAIO PER C.A. E C.A.P. ....	63
3.7.1	Acciaio in barre ad aderenza migliorata - B450C (ex Feb 44k) - controllato in stabilimento.....	64
3.7.2	Reti in barre di acciaio elettrosaldate .....	64
3.7.3	Zincatura a caldo degli acciai .....	64
3.7.4	Qualità degli acciai da zincare a caldo .....	65
3.8	IMPERMEABILIZZAZIONE DI MANUFATTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO .....	67
4	OPERE IDRAULICHE.....	70
4.1	GENERALITÀ .....	70
4.2	TUBAZIONI E CUNETTE .....	70
4.2.1	Tubazioni.....	71
4.2.2	Cunette.....	72
4.2.3	Rivestimento per cunette e fossi di guardia.....	72
4.3	MODALITÀ ESECUTIVE.....	73
5	PAVIMENTAZIONI STRADALI .....	81
5.1	GLOSSARIO .....	81
5.2	GENERALITÀ' .....	82
5.2.1	- Tipi di lavorazioni.....	82
5.2.2	- Tipi di materiali.....	83
5.3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	83
5.4	PREMESSE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	86
5.4.1	Prestazioni di controllo da parte della stazione appaltante e prestazioni di autocontrollo dell'impresa aggiudicataria – stati di avanzamento lavori.....	86
5.4.2	Conglomerati bituminosi costruiti con materiali vergini .....	88
5.4.3	Conglomerati bituminosi rigenerati in sito o in impianto .....	88
5.5	DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI .....	89
5.5.1	Demolizione pavimentazione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzata con frese.....	89

5.5.2	Demolizione degli strati non legati di fondazione.....	90
5.6	FONDAZIONI A LEGANTE IDRAULICO, CON BITUME SCHIUMATO O NON LEGATE.....	90
5.6.1	Fondazione (sottobase) in misto cementato confezionato in centrale.....	90
5.6.2	Fondazione (o sottobase) in misto cementato o calce (*), la tecnica della miscelazione in sito	96
5.6.3	Misto granulare stabilizzato per fondazione e/o sottofondazione.....	101
5.6.4	Prove di portanza.....	104
5.7	LEGANTI BITUMINOSI E LORO MODIFICATI.....	104
5.7.1	Leganti bituminosi semisolidi.....	104
5.7.2	Emulsioni bituminose.....	106
5.7.3	Attivanti chimici funzionali (acf).....	108
5.7.4	Attivanti di adesione (dopes).....	108
5.7.5	Verifica prestazionale dei bitumi hard e delle emulsioni bituminose modificate.....	109
5.7.6	Tabella sinottica dei materiali leganti e loro additivi.....	111
5.7.7	Normative per la determinazione delle caratteristiche dei leganti bituminosi di cui ai punti precedenti.....	112
5.8	CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO.....	112
5.8.1	Conglomerati bituminosi di base, base-binder, binder, usura.....	112
5.9	CONGLOMERATI BITUMINOSI RIGENERATI IN SITO O IN IMPIANTO.....	127
5.9.1	Rigenerazione a caldo in sito di binder e usura.....	127
5.9.2	Rigenerazione a freddo in sito o tramite impianto mediante emulsione bituminosa modificata.....	130
5.10	TRATTAMENTI SUPERFICIALI.....	134
5.10.1	Risagomatura delle deformazioni superficiali mediante impiego di microtappeti in conglomerato bituminoso a caldo.....	134
5.10.2	Valutazione degli spessori degli strati in conglomerato bituminoso di una pavimentazione stradale.....	137
6	OPERE DA FABBRO.....	138
6.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	138
6.2	MATERIALI.....	140
6.2.1	Acciai.....	140
6.2.2	Lamiera di acciaio normale.....	142
6.2.3	Acciaio inox.....	142

6.2.4	Sigillanti elastici .....	143
6.3	PREPARAZIONE DI SUPERFICI METALLICHE .....	144
6.3.1	Pulizia mediante sabbiatura .....	144
6.3.2	Zincatura .....	146
6.4	MODALITÀ DI MESSA IN OPERA .....	151
6.5	PARAPETTI .....	152
6.5.1	Cancelli e recinzioni .....	152
6.5.2	Grigliati .....	155
6.6	CRITERI DI COLLAUDO .....	156
7	SEGNALETICA .....	157
7.1	NORME TECNICHE DI ESECUZIONE .....	157
7.2	QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI .....	157
7.3	PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO E FORNITURE .....	158
7.4	ACCERTAMENTI PRELIMINARI DURANTE IL CORSO E A CONCLUSIONE DEI LAVORI .....	158
7.4.1	Certificati .....	158
7.4.2	Prove dei materiali .....	158
7.5	POSA IN OPERA DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE .....	159
7.5.1	Verifica d' idoneità del supporto e delle condizioni ambientali .....	159
7.5.2	Tracciamento e preparazione .....	159
7.5.3	Posa del materiale .....	160
7.6	SEGNALETICA ORIZZONTALE CON PITTURA A SOLVENTE .....	160
7.6.1	Generalità .....	160
7.6.2	Prove ed accertamenti per la tracciabilità dei materiali .....	161
7.6.3	Caratteristiche della pittura .....	162
7.6.4	Prove di laboratorio sulla pittura .....	163
7.7	SEGNALETICA ORIZZONTALE A BASE ACQUA .....	166
7.7.1	Generalità .....	166
7.7.2	Prove ed accertamenti .....	167
7.7.3	Caratteristiche della pittura .....	168
7.7.4	Prove di laboratorio sulla pittura .....	169
7.8	SEGNALETICA ORIZZONTALE A BASE ACQUA BICOMPONENTE .....	172
7.8.1	Generalità .....	172

7.8.2	Prove ed accertamenti .....	173
7.8.3	Caratteristiche della pittura .....	174
7.8.4	Prove di laboratorio sulla pittura .....	175
7.9	SEGNALETICA ORIZZONTALE BICOMPONENTE A FREDDO .....	178
7.9.1	Generalità .....	178
7.9.2	Prove ed accertamenti .....	179
7.9.3	Caratteristiche della pittura .....	180
7.9.4	Prove di laboratorio sulla pittura .....	181
7.10	SEGNALETICA ORIZZONTALE TEMPORANEA MATERIALI PREFORMATI RETRORIFRANGENTI .....	184
7.11	PRESTAZIONI DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE .....	185
7.12	REQUISITI .....	185
7.12.1	Riflessione alla luce del giorno o in presenza di illuminazione stradale (qd) .....	186
7.12.2	Retroriflessione in condizioni di illuminazione con i proiettori dei veicoli (rl) .....	186
7.12.3	Colore .....	187
7.12.4	Resistenza al derapaggio (srt) .....	187
7.13	METODI DI MISURA DEI PARAMETRI PRESTAZIONALI PREVISTI DALLA UNI EN 1436/2004 ESEGUIBILI CON MEZZI PUNTUALI .....	188
7.13.1	Verifiche con strumentazioni puntuali .....	188
7.13.2	METODO DI MISURAZIONE DELLE COORDINATE DI CROMATICITÀ x ED y 192	
7.13.3	Metodo di misurazione della resistenza al derapaggio srt .....	193
7.14	METODI DI MISURA DEI PARAMETRI PRESTAZIONALI CON MEZZI AD ALTO RENDIMENTO .....	193
7.14.1	Metodo di misurazione del coefficiente di luminanza retroriflessa rl .....	193
7.14.2	Tronchi omogenei .....	193
7.14.3	Aderenza cat .....	195
7.15	VERIFICHE DI ACCETTAZIONE .....	195
7.16	NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO .....	196
7.17	QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI .....	196
7.18	PROVA DEI MATERIALI, CERTIFICAZIONI .....	198
7.19	PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO E FORNITURE .....	200
7.19.1	Segnaletica verticale .....	201

7.19.2	Pellicole retroriflettenti.....	202
7.20	DEFINIZIONI.....	203
7.20.1	Supporti in lamiera di ferro o di alluminio.....	205
7.20.2	Supporti in alluminio estruso .....	207
7.20.3	Rinforzi.....	207
7.20.4	Giunzioni.....	208
7.20.5	Finiture .....	208
7.20.6	Attacchi .....	208
7.20.7	Sostegni .....	208
7.20.8	Movimenti di materie - scavi in genere.....	209
7.20.9	Conglomerati cementizi semplici ed armati.....	210
7.20.10	Fondazioni e posa in opera.....	211
7.21	- NORME GENERALI DI VALUTAZIONE DEI LAVORI E DELLE FORNITURE - 212	
7.21.1	SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	212
7.21.2	SEGNALETICA VERTICALE .....	213
8	OPERE A VERDE.....	214
8.1	PRESCRIZIONI GENERALI.....	214
8.1.1	Analisi qualitativa del terreno .....	214
8.1.2	Rimozione della vegetazione esistente.....	214
8.1.3	Preparazione del suolo.....	215
8.1.4	Rimozione e accantonamento del terreno vegetale.....	216
8.1.5	Difesa della vegetazione esistente.....	216
8.1.6	Manutenzione delle opere .....	217
8.2	PRESCRIZIONI PARTICOLARI .....	220
8.3	MATERIALI E MEZZI .....	221
8.3.1	Terreno vegetale.....	221
8.3.2	Acqua.....	222
8.3.3	Fertilizzanti.....	223
8.3.4	Fitofarmaci .....	224
8.3.5	Pacciamatura .....	224
8.3.6	Materiale vegetale .....	225
8.4	MODALITÀ ESECUTIVE.....	232
8.4.1	Lavorazioni preliminari.....	232

8.4.2	Lavorazione del suolo .....	233
8.4.3	Ammendamento o fertilizzazione di fondo del terreno. Impiego di fitofarmaci e diserbanti.....	233
8.4.4	Tracciamenti e picchettature .....	234
8.4.5	Preparazione delle buche e dei fossi.....	234
8.4.6	Apporto di terra di coltivo .....	234
8.4.7	Preparazione del terreno per la realizzazione di tappeti erbosi .....	235
8.4.8	Messa a dimora delle essenze arboree ed arbustive .....	235
8.4.9	Messa a dimora delle essenze tappezzanti, erbacee, rampicanti o ricadenti .....	237
8.4.10	Formazioni del tappeto erboso .....	237
8.5	CONTROLLI DI QUALITA' .....	238
8.5.1	Controlli e certificazione materiali.....	238
8.5.2	Controlli sulle operazioni preliminari .....	241
8.5.3	Controlli sulla messa a dimora di essenze arboree ed arbustive .....	241
8.5.4	Controlli sulla semina per formazione di tappeto erboso.....	242
8.5.5	Controlli sulla manutenzione delle opere a verde .....	242
9	OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE .....	244
9.1	INQUADRAMENTO GENERALE .....	244
9.1.1	Oggetto dell'intervento.....	244
9.1.2	Normativa di riferimento.....	244
9.2	MATERIALI.....	245
9.2.1	Membrana in bitume-polimero.....	245
9.2.2	Elementi a completamento delle impermeabilizzazioni.....	246
9.3	MODALITÀ ESECUTIVE.....	246
9.3.1	Verifiche preliminari .....	246
9.3.2	Norme generali per la corretta posa .....	246
9.3.3	Preparazione delle superfici da impermeabilizzare.....	247
9.4	CRITERI DI ACCETTAZIONE.....	247
9.4.1	Criteri di collaudo.....	247
9.4.2	Verifiche in corso d'opera .....	248
9.4.3	Garanzia dell'opera .....	249

## **1 DEMOLIZIONI**

Le demolizioni dovranno essere precedute dalla presentazione da parte dell'Impresa di specifici piani di intervento, da sottoporre a preventiva approvazione del DL e del C.S.E.

### **1.1 MURATURE E FABBRICATI**

L'appalto prevede la demolizione delle tettoie frontistanti l'ingresso della Cascina Bordina, in quanto interferente con il tracciato del nuovo asse viario proveniente da Via S. Cristina e di cui è ipotizzato in futuro il prolungamento fino a Via Raffaello Sanzio.

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (laterizi, in cls armato e non, in struttura metallica o con parti lignee), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto proposti dall'Appaltatore e approvati dalla Direzione Lavori, in quanto più idonei allo scopo:

- scalpellatura a mano o meccanica;
- martello demolitore;
- Pinze o altri attrezzi idraulici;
- Seghe circolari o fili diamantati.

Non è previsto l'uso di esplosivi o di agenti demolitori ad azione chimica, ma nel caso di rinvenimenti imprevisti che ne richiedessero inevitabilmente l'uso, questo sarà definito e regolamentato con specifiche disposizioni operative, definite anche in accordo con il CSE per gli aspetti più propriamente connessi alla gestione in sicurezza.

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

Inoltre l'impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture eventualmente da mantenere e le proprietà di terzi, ancorché non direttamente a contatto, ma comunque limitrofe alle aree di demolizione, in particolare se presentano situazioni di instabilità per degrado, come nel caso della vicina Cascina Bordina..

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

Nel caso di demolizioni parziali, o in qualunque altro caso ritenuto opportuno dalla D.L., potrà essere richiesta l'esecuzione delle demolizioni mediante l'uso di seghe circolari, fili diamantati, pinze idrauliche o qualsiasi altra tecnica o impiego di attrezzature speciali, in modo da realizzare

tagli netti e puliti e contestualmente evitare l'insorgere di vibrazioni e conseguenti danni alle strutture eventualmente da conservare. Il tutto senza alcuna maggiorazione del prezzo, in quanto già compreso nell'importo del contratto.

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

Per le demolizioni da eseguirsi su viabilità in esercizio, l'impresa dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con gli uffici competenti (Provincia, Comune etc) in accordo con la Direzione Lavori, le eventuali esclusioni, parzializzazioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

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

I materiali di risulta dovranno essere suddivisi in modo da poter effettuare uno smaltimento differenziato, anche ai fini del riciclo (laterizi, calcestruzzi cementizi, carpenterie metalliche, legname)

## **1.2 DEMOLIZIONE DI PAVIMENTAZIONE O MASSICCATA STRADALE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO**

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso dovrà essere effettuata con martello demolitore o con altre idonee attrezzature, comprese quelle per il carico del materiale di risulta per trasporto a discarica autorizzata. Per le zone di raccordo alla viabilità esistente la demolizione dovrà essere preceduta da taglio della pavimentazione, per ottenere superficie di contatto regolari.

Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm.

Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolamenti.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivi aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.

### **1.3 RIMOZIONE E SMALTIMENTO MANUFATTI CONTENENTI AMIANTO**

I pilastri di sostegno della copertura della tettoia ad uso deposito agricolo, di cui è necessaria la completa demolizione, sorreggono anche una copertura laterale in struttura metallica con sovrastante manto in lastre ondulate di amianto-cemento tipo eternit, che di conseguenza anch'essa rimossa.

Trattandosi di materiale tossico-nocivo, la rimozione e smaltimento deve seguire la procedura qui di seguito sinteticamente esposta:

- a) Predisposizione di Piano di Lavoro, con presentazione agli enti competenti e tenuta delle relazioni fino all'ottenimento del nulla osta all'inizio dell'attività;
- b) Allestimento di cantiere mediante installazione di unità di decontaminazione del personale, recinzione perimetrale dell'area ed affissione della specifica cartellonistica per lavori di rimozione amianto;
- c) Approvvigionamento idrico e di energia elettrica dalle reti esistenti nella zona;
- d) Pulizia preliminare dell'area di lavoro per poter eseguire i lavori di rimozione dei materiali contenenti amianto;
- e) Puntellatura delle travi e dei pilastri pericolanti mediante idonei supporti di contrasto/sostegno;
- f) Esecuzione dei lavori di bonifica dei manufatti contenenti amianto (lastre in fibro-amianto) mediante rimozione e confezionamento in doppio telo in PE, carico, trasporto e smaltimento presso discarica autorizzata;
- g) Redazione di fine lavori con consegna della 4° Copia dei FIR, attestante il corretto smaltimento dei materiali rimossi.
- h) Smontaggio finale del sotto-cantiere e pulizia finale dell'area occupata.

Sono compresi ed a carico dell'Appaltatore i costi connessi ad autorizzazioni ed espletamenti burocratici, la rimozione tempestiva di eventuali impedimenti aerei e sotterranei, naturali o artificiali, compresi sottoservizi, che possano ostacolare l'accesso all'area e il posizionamento delle attrezzature di lavoro e di acquartieramento.

## **2 MOVIMENTI TERRA**

### **2.1 DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI**

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

Diserbamento e scoticamento

Scavi

Rinterri

Rilevati

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

### **2.2 PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI**

#### **2.2.1 Diserbamento e scotico**

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi di piccolo e medio fusto, secondo le indicazioni e nelle aree descritte negli elaborati di progetto.

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

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

il diserbamento e lo scotico del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato;

tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito.

Il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dalla D.L. potrà essere utilizzato nelle quantità necessarie per l'esecuzione delle opere a verde previste in questo appalto e descritte in altro capitolo; diversamente il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica o in altro sito di deposito indicato dalla Committenza.

Il materiale ritenuto idoneo al reimpiego dovrà essere accumulato avendo cura di non deteriorarne le qualità agrarie, proteggendo adeguatamente il cumulo da inquinanti chimici e biologici.

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

La larghezza dello scotico ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni che saranno date dalla DL in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scotico sarà stabilito di norma alla quota di cm 50 al di sotto del piano campagna e comunque alle quote indicate dal progetto; sarà ottenuto praticando i

necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate anche con l'ausilio di prove di portanza.

### **2.2.2 Scavi**

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata alla realizzazione di reti di sottoservizi (scavi in trincea e a sezione obbligata) e all'impianto di opere costituenti il nastro stradale, il piazzale circostante il nuovo palazzetto e le loro pertinenze, quali:

impianti di rilevati;

impianti di opere d'arte;

cunette, accessi, passaggi e rampe, etc.

Gli scavi si distinguono in:

scavi di sbancamento;

scavi di fondazione.

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano e con mezzi meccanici.

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

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

Utilizzare idonei sistemi di blindaggio per il sostegno delle pareti di scavo, quando le stesse sono previste verticali e di altezza almeno pari a 150 cm tra piano campagna e il fondo dello scavo.

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

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

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

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

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

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

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

Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi per l'eventuale ispezione da parte della D.L., prima di procedere a fasi di lavoro successive o ricoprimenti. In caso di inosservanza la D.L. potrà richiedere all'Impresa di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso.

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

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

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

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

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

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

#### **2.2.2.1 Scavi di sbancamento**

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

apertura dei piazzali e delle opere accessorie;  
gradonature di ancoraggio dei rilevati su pendenze superiori al 15%;  
bonifica del piano di posa dei rilevati;  
spianamento del terreno;  
impianto di opere d'arte;  
taglio delle scarpate di trincee o rilevati;  
formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali.

Ai fini di garantire la stabilità dei fronti di scavo, le scarpate degli scavi permanenti dovranno avere inclinazioni  $\leq 34^\circ$  per altezza dello scavo  $\leq 1.5$  m e inclinazioni  $\leq 30^\circ$  per altezza dello scavo  $> 1.5$  m. Le scarpate degli scavi temporanei per la costruzione dei manufatti dovranno avere inclinazioni  $\leq 30^\circ$ .

#### **2.2.2.2 Scavi di fondazione**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Provvederà, a sua cura e spesa, a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse così al regolare deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori; analogamente l'Impresa dovrà adempiere agli obblighi previsti dalle leggi (Legge 10/5/1976 n. 319 e successivi aggiornamenti ed integrazioni, leggi regionali emanate in applicazione della citata legge) in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché all'eventuale trattamento delle acque.

### **2.2.3 Rinterri e/o bonifiche**

Per rinterri si intendono i lavori di:

bonifica di zone di terreno non idoneo, al disotto del piano di posa di manufatti e rilevati, effettuata mediante sostituzione dei terreni esistenti con materiale idoneo o mediante specifico trattamento che ne migliori le caratteristiche meccaniche;

riempimento di scavi relativi a fondazioni, trincee, cunicoli, pozzetti, etc. eseguiti in presenza di manufatti;

sistemazione superficiale eseguita con o senza apporto di materiale.

#### **2.2.3.1 Bonifica**

La bonifica del terreno di appoggio del rilevato, nell'accezione più generale, dovrà essere eseguita in conformità alle previsioni di progetto ed ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto.

Pertanto il terreno in sito, per la parte di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai gruppi (CNR-UNI 10006):

A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub> se proveniente da cave di prestito; nel caso in cui il materiale appartenga al gruppo A<sub>3</sub>, deve presentare un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7;

A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub>, se proveniente dagli scavi; il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> deve presentare un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7;

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).

Per il materiale dei gruppi A<sub>2-4</sub> e A<sub>2-5</sub>, gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto).

Il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e 0.15 N/mm<sup>2</sup>)

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

#### **2.2.3.2 Rinterri**

Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A<sub>1</sub> ed A<sub>3</sub> (UNI-CNR 10006) opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7;

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

L'impresa dovrà sottoporre alla DL i materiali da utilizzare in detti rinterri prima dell'effettuazione delle operazioni di rinterro, indicandone le caratteristiche e la provenienza.

#### **2.2.3.3 Sistemazione superficiale**

La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A<sub>1</sub> ed A<sub>3</sub> (UNI-CNR 10006), con spandimento a strati opportunamente compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta con energia AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto.

Il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7.

## **2.2.4 Rilevati**

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

### **2.2.4.1 Formazione del rilevato - Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali**

Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavori:

Rilevati stradali;

Rilevati realizzati in terra rinforzata;

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme UNI 10006, di cui alla Tabella 1 allegata.

### **2.2.4.2 Rilevati stradali**

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto e non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale (sottofondo).

Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento o di fondazione.

Ai fini di garantire la stabilità dei rilevati, i rilevati stradali dovranno essere costituiti da materiale con angolo di resistenza al taglio efficace caratteristico  $\phi' \geq 38^\circ$  e rivestiti con uno strato di terreno vegetale avente angolo di resistenza al taglio efficace caratteristico  $\phi' \geq 34^\circ$  e coesione efficace caratteristica  $c' \geq 3$  kPa.

**Sarà da privilegiare l'uso di riciclato proveniente da impianto autorizzato e certificato, previa approvazione della Direzione Lavori.**

#### **2.2.4.3 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub>**

In alternativa potranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub>, il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7.

Per l'ultimo strato di 30 cm potranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A<sub>1-a</sub> e A<sub>3</sub> (per le terre appartenenti al gruppo A<sub>3</sub> vale quanto già detto in precedenza).

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

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

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

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

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

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una massa volumica del secco pari o superiore al 90% della massa volumica del secco massima individuata dalle prove di compattazione AASHO Mod. (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), e/o un modulo di deformabilità non minore di 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e 0.15 N/mm<sup>2</sup>) (CNR 146 - 1992), salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione, che dovrà presentare un grado di costipamento pari o superiore al 95% e salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate, in sede di progettazione, dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e della pavimentazione stradale in trincea, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 - 0.25 da N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale sia in rilevato che in trincea;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione stradale;
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 15%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà procedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (1% - 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

Nel caso di allargamento di un rilevato esistente, si dovrà ritagliare, con ogni cautela, a gradoni orizzontali il terreno costituente il corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, con la cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (altezza massima 60 cm) la stesa del corrispondente nuovo strato di analoga altezza ed il suo costipamento, consentendo nel contempo l'eventuale viabilità del rilevato esistente.

L'operazione di gradonatura sarà preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale a protezione del rilevato esistente, che sarà accantonato se ritenuto idoneo, o portato a rifiuto, se inutilizzabile.

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

#### **2.2.4.4 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A<sub>2-6</sub>, A<sub>2-7</sub>**

Potranno essere impiegate terre appartenenti ai gruppi A<sub>2-6</sub>, A<sub>2-7</sub>, solo se provenienti dagli scavi e previste nel progetto.

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

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

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

#### **2.2.4.5 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>**

Per quanto riguarda le terre provenienti da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub> in linea di massima se ne deve prevedere l'allontanamento a rifiuto. Solo eccezionalmente si esaminerà, di volta in volta, l'eventualità di utilizzarlo previa idonea correzione (a calce e/o cemento), attraverso una opportuna campagna sperimentale.

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

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

#### **Generalità**

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

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

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

Solo dopo che vi sia stato l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato.

L'accettazione della cava da parte della Direzione dei Lavori non esime l'Impresa dall'assoggettarsi, in ogni periodo di tempo, all'esame delle materie che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione e pertanto, ove la cava in seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione, essa non potrà più essere utilizzata.

#### **2.2.4.6 Costruzione del rilevato**

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

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

50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale (sottofondo) sia in rilevato sia in trincea;

20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m al di sotto di quello della fondazione della pavimentazione stradale;

15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

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

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

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate con prove rigorose che dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) per i quali la determinazione del modulo di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature ecc.).

Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sopra indicati sarà ottenuto compattando il fondo dello scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto.

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

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

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

#### **2.2.4.6.1.2 - Strato di transizione (Rilevato-Terreno)**

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

la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;

la stesa di uno strato di geotessile “non tessuto” come da punto 2.4.6.4.

#### **2.2.4.6.1.3 - Strato granulare anticapillare**

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

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

#### **2.2.4.6.1.4 - Telo Geotessile “tessuto non tessuto”**

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

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

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

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

Caratteristiche tecniche	POLIPROPILENE
Massa volumica (g/cm <sup>3</sup> )	0,90
Punto di rammollimento (K) (°C)	413 (140°C)
Punto di fusione (K) (°C)	443÷448 (170-175 °C)
Punto di umidità % (al 65% di umidità relativa)	0,04
Resistenza a trazione (N/5 cm)	1900

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

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

Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare.

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

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

#### **2.2.4.6.1.5 - Stesa dei materiali**

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

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

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

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

Lo spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub> o con rocce frantumate;
- 40 cm per rilevati in terra rinforzata;
- 30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A<sub>2-6</sub>, A<sub>2-7</sub>.

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

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

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

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

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

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

Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato, le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma.

In presenza di paramenti flessibili e murature laterali, la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.

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

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

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

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

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

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

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

Il cemento sarà del tipo normale ed in ragione di 25-50 kg/m<sup>3</sup> di materiale compattato.

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

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

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

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

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

La semina dovrà essere eseguita con semi, scelti in relazione al periodo di semina ed alle condizioni locali, si da ottenere i migliori risultati.

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

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

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

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

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

Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere solo del tipo A<sub>6</sub> e A<sub>7</sub>.

Restando ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

#### **2.2.4.6.1.6 - Condizioni climatiche**

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

Nella esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva si procederà, per il costipamento, mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati, che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.

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

### **2.2.5 Specifica di controllo**

#### **2.2.5.1 Disposizioni generali**

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

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

L'Impresa per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, terre, calci, cementi, etc.) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire alla D.L., prima dell'impiego, i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio Ufficiale.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti

dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

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

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

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

La frequenza minima delle prove ufficiali sarà quella indicata nella allegata Tabella 2, la frequenza delle prove di cantiere, sarà imposta dalle puntuali verifiche che il programma di impiego dei materiali, approvato preventivamente dalla D.L., vorrà accertare.

I materiali da impiegare a rilevato, sono caratterizzati e classificati secondo le Norme CNR-UNI 10006/63, e riportati nell'allegata Tabella 1.

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

Categorie di lavoro e materiali	Controlli previsti	Normativa di riferimento
Movimenti di terra		D.M. 11.03.1988 C.LL.PP. n.30483 del 24.09.1988
Piani di posa dei rilevati	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
Piani di posa delle fondazioni stradali in trincea	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
Formazione dei rilevati	Classificazione delle terre Grado di costipamento	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69

	Massa volumica in sito	B.U.- C.N.R. n.22
	Prova di carico su piastra	B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
	CBR	CNR - UNI 10009
	Impiego della calce	B.U.- C.N.R. n.36 A VII

#### **2.2.5.1.1.1 Prove di laboratorio**

Accertamenti preventivi:

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

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- prova di costipamento con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978);

la caratterizzazione e frequenza delle prove è riportata in Tabella 2.

#### **2.2.5.1.1.2 Prove di controllo in fase esecutiva**

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, inviando i campioni di norma presso un Laboratorio Ufficiale, che verrà concordato con la DL.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

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

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

La frequenza e le modalità delle prove saranno definite in corso d'opera, in modo da garantirne una distribuzione uniforme su tutto il tratto di intervento.

#### **2.2.5.1.1.3 Prove di controllo sul piano di posa**

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

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

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

Il controllo dello strato anticapillare sarà effettuato con le stesse frequenze per i singoli strati del rilevato, e dovrà soddisfare alle specifiche riportate al punto 2.4.6.3.

#### **2.2.5.2 - Telo Geotessile “tessuto non tessuto”.**

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

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

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

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

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

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

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

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

I prelievi dei campioni saranno eseguiti a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori; le prove dovranno essere effettuate presso Laboratori qualificati, preliminarmente su materiali

## COMPLETAMENTO DELLE OPERE A SERVIZIO DEL NUOVO POLO SPORTIVO

approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori.

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

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

Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i seguenti requisiti:

Requisito	Valore di Riferimento
peso (UNI 5114)	≥ 300 g/m <sup>2</sup>
resistenze a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639)	> 19 kN
allungamento (UNI 8639)	> 60%
lacerazione (UNI 8279/9)	> 0,5 kN/m
punzonamento (UNI 8279/14)	> 3,1 kN
>	
permeabilità radiale all'acqua alla pressione di 0,002 MPa (UNI 8279/13)	> 0,8 cm/s

dimensione della granulometria passante per filtrazione idrodinamica, corrispondente a quella del 95% in peso degli elementi di terreno che attraversano il geotessile	< 100 µm
--	----------

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

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

Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare. Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale.

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

### 2.2.5.3 Controllo scavi

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

#### a) Prove di laboratorio

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

#### Terre:

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

#### Rocce:

- resistenza a compressione monoassiale;

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

La frequenza delle prove dovrà essere effettuata come segue :

- ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale scavato e ogni 5 m di profondità dello scavo;
- in occasione di ogni cambiamento manifesto delle caratteristiche litologiche e/o geomeccaniche;
- ogni qualvolta richiesto dalla DL.

b) Prove in sito

Terre:

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

Rocce:

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

Si dovranno effettuare tutte le prove necessarie allo scopo.

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

### **3 CALCESTRUZZI E OPERE IN C.A.**

#### **3.1 GENERALITA'**

##### **3.1.1 Normativa di riferimento**

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche emanate in applicazione all'art. 21 della legge n° 1086 del 05/11/1971 e delle norme di legge vigenti in merito a leganti, inerti, acqua di impasto ed additivi nonché delle relative Norme UNI.

In particolare, le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di Legge e le Norme emanate in materia.

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

##### **Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380**

Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Circ. n.11651 del 14/02/1974

##### **DM 17/01/2018, “Norme Tecniche per le Costruzioni”**

Normativa tecnica di riferimento. Essendo un documento generale di carattere prestazionale per la definizione di parametri specifici e per le regole di dettaglio, come previsto dal Decreto stesso, ci si è riferiti alle seguenti normative:

##### **Circolare del Cons. Sup. LL.PP. 31/07/2018:**

Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 Gennaio 2018.

##### **UNI EN 1990:2006**

Eurocodice – Criteri generali di progettazione strutturale

##### **UNI EN 1991-1-1:2004**

Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-1: Azioni in Generale – Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.

##### **UNI EN 1991-1-4:2010**

Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in Generale – Azioni del Vento

##### **UNI EN 1992-1-1:2015**

Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

##### **UNI EN 1993-1-1:2014**

Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

**UNI EN 1998-1:2013**

Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.

**UNI EN 206-1:2016**

Calcestruzzo – Parte 1: Specificazione, prestazione e conformità.

**UNI 11104:2016**

Calcestruzzo: Specificazione, prestazione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.

Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

**Circ. Min. LL.PP. 14.02.1974, n.11951**

“Applicazione della legge 05.11.1971, n. 1086”

**Circ. Min. LL.PP. 31.07.1979, n.19581**

“Legge 05.11.1971, n. 1086, art. 7- Collaudo Statico”

**Circ. Min. LL.PP. 23.10.1979, n.19777**

“Competenza amministrativa: Legge 05.11.1971, n. 1086 02.02.1974, n.64”

**Circ. Min. LL.PP. 09.01.1980, n.20049**

“Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato”.

**Circ. Min. LL.PP. 01.09.1987, n.29010**

“Legge 05.11.1971, n. 1086 DM 27.07.1985, Controllo dei materiali in genere e degli acciai per cemento armato normale in particolare”.

**CNR-DT 207/2008**

“Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.

Negli elaborati di progetto sono indicati i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare.

L'Impresa sarà tenuta inoltre a presentare all'esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisorie (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori, i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei calcoli

statici delle opere comprese nell'appalto, al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio dei getti dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare di cui al punto precedente rilasciati da Laboratori Ufficiali ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

### 3.1.2 Classificazione dei conglomerati cementizi

I conglomerati cementizi devono presentare le caratteristiche riportate di seguito.

#### Calcestruzzo gettato in opera:

<b>CARATTERISTICHE STRUTTURALI</b>						
<b>CALCESTRUZZO (UNI EN 206 - 1)</b>	<b>Classe di resistenza (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Dimensione max nominale aggregati (mm)</b>	<b>Classe esposizione ambientale</b>	<b>Classe di consistenza</b>	<b>Tipologia strutturale</b>	<b>Copriferro c DM 14.01.2008 UNI-EN1992-1-:2005</b>
<b>GETTI IN OPERA:</b>						
Sottofondazioni	C12/15	-	-	-	Non Armato	-
Fondazioni	C25/30	25	XS2	S3	Armato	30/40 mm
Muri controterra	C28/35	28	XS2	S4	Armato	40 mm

#### Calcestruzzo prefabbricato:

<b>CARATTERISTICHE STRUTTURALI</b>						
<b>CALCESTRUZZO (UNI EN 206 - 1)</b>	<b>Classe di resistenza (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Dimensione max nominale aggregati (mm)</b>	<b>Classe esposizione ambientale</b>	<b>Classe di consistenza</b>	<b>Tipologia strutturale</b>	<b>Copriferro c DM 14.01.2008 UNI-EN1992-1-:2005</b>
<b>GETTI IN OPERA:</b>						
Sottofondazioni	C12/15	-	-	S3	Non Armato	-
Elementi prefabbricati	C32/30	25	XS2	S1/s2	Armato	40 mm

### **3.1.3 Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi**

#### **3.1.3.1 Cemento**

Per i manufatti in calcestruzzo armato potranno essere impiegati unicamente cementi tipo Portland II/A-L 32.5 R o 42.5 R, che soddisfino i requisiti di accettazione previsti dalla Legge 26/05/1965 n° 595, dal DM 03/06/1968, nel Decreto del Ministero dell'Industria, il Commercio e l'Artigianato del 13/09/1993, nonché nel DM 09/03/1988 n°126, con l'esclusione del cemento alluminoso.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che operino con sistemi di qualità certificati.

Se approvvigionato in sacchi, dovrà essere sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto e in ambiente chiuso.

E' vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo.

#### **3.1.3.2 Inerti**

Gli inerti impiegati per il confezionamento del conglomerato cementizio potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava e dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste per la Classe A nella Norma UNI 8520 parte 2<sup>a</sup>.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche.

Non dovranno contenere i minerali dannosi:

- pirite;
- marcasite;
- pirrotina;
- gesso;
- solfati solubili.

A cura dell'Impresa, sotto il controllo della DL, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un laboratorio ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla DL e dall'Impresa.

## COMPLETAMENTO DELLE OPERE A SERVIZIO DEL NUOVO POLO SPORTIVO

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo.

Nella Tabella 2, sono riepilogate le principali prove cui devono essere sottoposti gli inerti.

Laddove l'Impresa intenda avvalersi di calcestruzzo preconfezionato da impianti di betonaggio esterni, l'approvazione all'utilizzo sarà comunque subordinato alla consegna della certificazione riguardante le prove sugli inerti effettuate nell'ambito dei controlli di qualità della ditta fornitrice ai sensi di norma

Tabella 2

<b>CARATTERISTICHE</b>	<b>PROVE</b>	<b>NORME</b>	<b>TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'</b>
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 UNI 8520 (parte 20)	Perdita di massa $\leq 4\%$ dopo 20 cicli
Resistenza all'abrasione	Los Angeles	CNR 34 UNI 8520 (parte 19)	Perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità delle soluzioni solfatiche	UNI 8520 (parte 10)	Perdita di massa dopo 5 cicli $\leq 10\%$
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 (parte 11)	$SO_3 \leq 0,05\%$
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI 8520 (parte 15)	$ES \geq 80$ $VB \leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{gr}$ di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI 8520 (parte 4)	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 (parte 14)	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato: <ul style="list-style-type: none"><li>• metodo chimico</li></ul> Potenziale attività delle miscele cemento	UNI 8520 (parte 22)	<ul style="list-style-type: none"><li>• UNI 8520 (parte 22 punto 4)</li></ul>

	aggregati: • metodo del prisma di malta		• UNI 8520 (parte 22 punto 5)
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI 8520 (parte 12)	$Cl \leq 0,05\%$
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 (parte 18)	$Cf \geq 0,15$ ( $D_{max} = 32$ mm) $Cf \geq 0,12$ ( $D_{max} = 64$ mm)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla D.L. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8000 mc di aggregati impiegati.		

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un diametro massimo  $D_{max}$  fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un diametro massimo  $D_{max}$  fino a 64 mm).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà consentire di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, etc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, etc.).

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno tre pezzature, la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche appartenenti alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, appartenenti alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

### 3.1.3.3 Acqua di impasto

L'acqua di impasto dovrà soddisfare i requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con DM 17/01/2018 in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti (Norma UNI 8520 parte 5) in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

#### **3.1.3.4 Additivi e disarmanti**

L'uso di additivi dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori previa campionatura mediante idonee schede tecniche.

Le loro caratteristiche dovranno essere verificate sperimentalmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi, esibendo inoltre certificati di prova di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti.

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

E' vietato usare lubrificanti di varia natura e olii esausti come disarmanti.

Dovranno essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma UNI 8866, per i quali è stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito.

### **3.2 QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI**

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (DM 17/01/2018 e s.m.i.).

Lo studio, per ogni classe di conglomerato cementizio che figura nei calcoli statici delle opere, dovrà essere fornito almeno 15 giorni prima dell'inizio dei getti.

Tale studio, da eseguire presso un Laboratorio Ufficiale, dovrà comprovare la conformità del conglomerato cementizio e dei singoli componenti.

In particolare, nella relazione di qualificazione dovrà essere fatto esplicito riferimento a:

- Resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck}$
- Classe di esposizione (UNI 11104, UNI EN 206-1)
- durabilità delle opere (UNI 8981)
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520)
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556)

- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395)
- ritiro idraulico (UNI 6555)
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087)
- impermeabilità (ISO DIS 7032)

Inoltre, si dovrà sottoporre all'esame della Direzione Lavori:

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

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella 1.

Le miscele verranno autorizzate qualora la resistenza a compressione media per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata a 28 giorni sui provini prelevati dagli impasti di prova all'impianto di confezionamento, non si discosti di  $\pm 10\%$  dalla resistenza indicata nella relazione di qualificazione.

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori.

L'esame e la verifica, da parte della DL dei certificati dello studio preliminare, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla DL, l'Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera.

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

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

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

### **3.2.1 Controlli in corso d'opera**

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

### **3.2.2 Granulometria degli inerti**

Gli inerti oltre a soddisfare le prescrizioni precedentemente riportate dovranno appartenere a classi granulometricamente diverse e mescolati nelle percentuali richieste formando miscele granulometricamente costanti tali che l'impasto fresco ed indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, aria inglobata, permeabilità e ritiro.

La curva granulometrica dovrà, in relazione al dosaggio di cemento, garantire la massima compattezza al conglomerato cementizio.

Il diametro massimo dell'inerte dovrà essere scelto in funzione delle dimensioni dei copriferri ed interferri, delle caratteristiche geometriche delle cassaforme, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera.

I controlli saranno quelli riportati al punto 1.3.2.

### **3.2.3 Resistenza dei conglomerati cementizi**

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste dall'allegato 2 delle Norme Tecniche del DM 17/01/2018.

Qualora dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della  $R_{ck}$  inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine.

Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la  $R_{ck}$  è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori, il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata.

Nel caso che la  $R_{ck}$  non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

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

Nel caso in cui la DL richieda il prelievo di campioni da strutture già realizzate e stagionate, questo prelievo da eseguire in contraddittorio, potrà avvenire sia asportando un blocco informe dal quale ricavare successivamente i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare un numero adeguato di provini cilindrici mediante operazioni di taglio e verifica delle basi.

Sulle opere già eseguite potranno essere eseguite prove non distruttive, a mezzo di sclerometro od altre apparecchiature.

Con lo sclerometro le modalità di prova saranno le seguenti:

- nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione Lavori verrà fissata un'area non superiore a  $0,1 \text{ m}^2$ , su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta. Si determinerà la media aritmetica di tali valori.
- Verranno scartati i valori che differiscono più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala sclerometro.
- Tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che,

attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo.

- Se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova sarà ritenuta non valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina.
- Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice. La DL si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione.

Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture, secondo le metodologie precedentemente richiamate.

*La stima delle caratteristiche meccaniche sui provini cubici e/o cilindrici ricavati dal carotaggio della struttura potrà essere effettuata adottando la metodologia di seguito descritta.*

*L'affidabilità della stima della resistenza caratteristica del conglomerato cementizio si dovrà basare sul numero di provini  $n$  il cui diametro, di norma non inferiore a 100 mm, dovrà essere compreso tra 2,5 e 5 volte il diametro massimo dell'aggregato impiegato.*

*Il rapporto tra altezza e diametro del provino cilindrico tra il valore  $s = 1,0$  e  $s = 1,2$ .*

*Nel caso di provini cubici si assume  $s = 1,0$ .*

*Per ogni lotto di conglomerato di  $100 \text{ m}^3$  di conglomerato cementizio indagato o frazione,  $n$  dovrà essere non inferiore a 4 (quattro).*

*Al fine di riportare la resistenza misurata sul provino prelevato dalla struttura a quella del corrispondente provino cubico prelevato durante il getto, si dovranno adottare le seguenti relazioni valide rispettivamente per carotaggi eseguiti perpendicolarmente e parallelamente alla direzione di getto:*

$$R_i = 2.5 \sigma / (1.5 + 1/s)$$

$$R_i = 2.3 \sigma / (1.5 + 1/s)$$

*Dove :*

*$\sigma$  è la resistenza a compressione misurata sul singolo provino cilindrico o cubico sottoposto a prova di compressione semplice previste dalla Norma UNI 6132.*

*Poiché l'attendibilità dei risultati, al 95% dell'intervallo di confidenza, è stimata pari a:*  
 $\pm 12\% / (n)^{1/2}$

*La valutazione della resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio indagato risulta:*

$$F_{stim} = (1 - (12\% / (n)^{1/2})) \sum R_i / n$$

*Dove:*

*F<sub>stim</sub> = resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio;*

*n = numero dei provini relativi al lotto di conglomerato cementizio indagato;*

*R<sub>i</sub> = resistenza cubica del singolo provino prelevato.*

*Tale resistenza dovrà essere incrementata di un coefficiente b, assunto pari a 1,20, per tenere in considerazione eventuali disturbi arrecati dal carotaggio, differenti condizioni di costipazione, maturazione, conservazione tra il conglomerato cementizio gettato in opera e quello dei provini cubici prelevati per determinare la resistenza caratteristica R<sub>ck</sub>.*

*Pertanto, se :*

$$(F_{stim} * b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 > R_{ck}$$

*la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera è conforme a quella prevista in progetto;*

$$(F_{stim} * b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 < R_{ck}$$

*la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera non è conforme a quella prevista nel progetto ed in tal caso la DL, sentito il progettista, al fine di accettare si riserva di adottare più accurate determinazioni e verifiche che saranno a totale carico dell'Impresa.*

*Le prove di compressione sulle carote o cubi dovranno essere eseguite esclusivamente presso Laboratori Ufficiali.*

*I dati riscontrati dovranno essere registrati con data, ora e punti di prelievo, comprensivi delle note di commento a cura della DL.*

### **3.2.4 Controllo della lavorabilità**

La lavorabilità del conglomerato cementizio fresco sarà valutata con la misura all'abbassamento al cono di Abrams (slump) in mm secondo la Norma UNI 9418, tale prova dovrà essere eseguita in concomitanza a ciascun prelievo di campioni.

La prova è da considerarsi significativa per abbassamenti compresi tra 20 e 240 mm.

Il conglomerato cementizio non dovrà presentarsi segregato e la quantità di acqua essudata, misurata secondo la Norma UNI 7122, dovrà essere nulla.

In alternativa, per abbassamenti inferiori ai 20 mm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

### **3.2.5 Controllo del rapporto acqua/cemento**

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere valutato tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti che di quella assorbita dagli stessi (Norma UNI 8520 parte 13 e 16, condizione di inerte "saturato a superficie asciutta", per la quale l'aggregato non cede e non assorbe acqua all'impasto).

Il suddetto rapporto, dovrà essere controllato secondo le indicazioni riportate nella Norma UNI 6393 (par. 5 e 6), e non dovrà discostarsi di  $\pm 0.02$  da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

Il rapporto a/c dovrà essere controllato anche in cantiere, almeno una volta alla settimana, tale rapporto non dovrà scostarsi più del  $\pm 0.02$  da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

### **3.2.6 Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio**

L'omogeneità del conglomerato cementizio all'atto del getto, dovrà essere verificata vagliando ad umido due campioni, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadrata da 4 mm.

La percentuale in peso del materiale trattenuto nel vaglio dei due campioni non dovrà differire più del 10%, inoltre lo slump degli stessi prima della vagliatura non dovrà differire di più di 30 mm.

### **3.2.7 Controllo del contenuto di aria**

La prova del contenuto di aria dovrà essere effettuata ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante. Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395 – 72.

Tale contenuto dovrà essere determinato con le cadenze previste al punto 11.3.10 della Norma UNI 9858.

### **3.2.8 Controllo del contenuto di cemento**

Tale controllo dovrà essere eseguito su conglomerato cementizio fresco, secondo quanto stabilito dalle Norme UNI 6126 – 72 e 6394 – 69.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta del luogo di esecuzione, in quanto tale prova deve essere eseguita su conglomerato cementizio fresco entro 30 minuti dall'impasto.

## **3.3 DURABILITÀ DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI**

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati.

Il progettista, dovrà accertare mediante analisi opportune, la presenza e la concentrazione di agenti aggressivi, ed in caso di esito positivo indicare le eventuali prescrizioni che il conglomerato cementizio dovrà soddisfare al fine di evitare la conseguente degradazione.

In particolare, ai fini di preservare le armature da qualsiasi fenomeno di aggressione ambientale, il copriferro minimo da prevedere, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice della barra più vicina, non dovrà essere inferiore a 30 (trenta) mm e comunque come indicato dal progettista.

Tale prescrizione dovrà essere applicata anche a tutte le strutture prefabbricate e/o precomprese.

### **3.4 TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE**

#### **3.4.1 Confezione dei conglomerati cementizi**

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione, dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati.

La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

Si dovrà disporre all'impianto, nel caso di guasto dell'apparecchiatura automatica di carico dei componenti, di tabelle riportanti le pesate cumulative dei componenti per tutte le miscele approvate e per le diverse quantità miscelate in funzione della variazione di umidità della sabbia.

Gli inerti dovranno essere tassativamente ed accuratamente lavati in modo tale da eliminare materiali dannosi o polveri aderenti alla superficie.

La percentuale di umidità nelle sabbie non dovrà, di massima, superare l'8% in peso di materiale secco.

Gli inerti dovranno essere stoccati in quantità sufficiente a completare qualsiasi struttura che debba essere gettata senza interruzioni.

Il luogo di deposito dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire lo stoccaggio senza segregazione delle diverse pezzature che dovranno essere separate da appositi setti.

Gli aggregati verranno prelevati in modo tale da garantire la rotazione continua dei volumi stoccati.

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

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al punto 1.5.5.

Per quanto non specificato, vale la Norma UNI 7163 – 79.

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

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa.

Tuttavia, se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

La lavorabilità non potrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del conglomerato cementizio.

L'impiego di fluidificanti, aeranti, plastificanti, potrà essere autorizzato dalla DL, anche se non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura possa scendere al di sotto di 278 K (5 °C), se l'impianto di betonaggio non è dotato di un

adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti o dell'acqua tale da garantire che la temperatura dell'impasto, al momento del getto sia superiore a 287 K (14 °C).

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

Nel luogo di produzione ed in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

### **3.4.2 Trasporto**

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

Lo scarico dei componenti nel tamburo delle autobetoniere dovrà avvenire in modo che una parte dell'acqua e di aggregato grosso venga scaricata prima del cemento e degli altri aggregati.

Le betoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare l'eventuale diminuzione di efficacia dovuta sia all'accumulo di conglomerato indurito o legante che per l'usura delle lame.

Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla sulla quale dovranno essere riportati:

- data;
- classe di conglomerato;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi trasportati;
- l'ora di partenza dall'impianto di confezionamento;
- la struttura a cui è destinato.

L'Impresa dovrà esibire detta documentazione alla DL.

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

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al punto 1.5.5 della presente sezione.

La lavorabilità dell'impasto sarà controllata, secondo quanto indicato nel punto 1.5.3, sia all'uscita dell'impianto di betonaggio o dalla bocca della betoniera, sia al termine dello scarico in opera, la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI 7163 – 79, salvo l'uso di particolari additivi.

Se il conglomerato cementizio viene pompato, il valore dello "slump" dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa.

In ogni caso il tempo intercorrente tra il confezionamento all'impianto ed il getto non dovrà essere superiore ai 90 minuti.

E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

### **3.4.3 Posa in opera**

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

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

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

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

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

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

Il disarmante impiegato non dovrà macchiare o danneggiare la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

L'impresa avrà l'onere della tempestiva e regolare compilazione del Registro dei Getti.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Per la finitura superficiale delle solette o platee è prescritto l'uso di piastre vibranti o attrezzature equivalenti o comunque di qualsiasi attrezzo idoneo a garantire l'uniformità e complanarità del getto; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale, saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento, immediatamente dopo il disarmo, ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di malta fine di cemento.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.

L'altezza di caduta libera del conglomerato fresco non dovrà mai essere superiore a 100 cm misurati dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formatisi, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del conglomerato cementizio.

Per getti in pendenza, dovranno essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di conglomerato cementizio troppo sottili per essere vibrato efficacemente.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.

La massa volumica del conglomerato cementizio indurito, misurata secondo la Norma UNI 6394 su provini prelevati dalla struttura, non dovrà risultare inferiore al 97% della massa volumica della miscela fresca misurata nelle prove di qualificazione e/o di quella dichiarata nel mix design.

#### **3.4.3.1 Riprese di getto**

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive, e senza che l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiore compensi.

Nel caso ciò non fosse possibile, prima di effettuare la ripresa, la superficie di conglomerato cementizio indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata ed eventualmente scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza tra i getti successivi.

Tra le diverse riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

#### **3.4.3.2 Posa in opera in climi freddi**

Il clima si definisce freddo quando la temperatura risulta inferiore a 278 K (5 °C).

Valgono le prescrizioni riportate nel punto 1.7.1 della presente sezione.

Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore a 287 K (14 °C) e che non siano congelate o innestate le superfici di fondo o di contenimento del getto.

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

### **3.4.3.3 Posa in opera in climi caldi**

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 306 K (33 °C), la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 298 K (25 °C), per getti massivi tale limite dovrà essere convenientemente abbassato.

Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato cementizio potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto.

Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa preventivamente autorizzati dalla DL.

E' tassativo l'obbligo di adottare adeguati sistemi di protezione delle superfici esposte.

Per i tempi di rimozione dei casseri si dovrà rispettare quanto previsto nella Norma UNI 9858.

### **3.4.4 Stagionatura e disarmo**

#### **3.4.4.1 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico**

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 : tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

E' ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da

20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5-1,5 kg/m<sup>3</sup>.

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

Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera.

#### **3.4.4.2 Disarmo**

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

La rimozione dell'armatura di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto prescritto dal DM 17/01/2018.

Si dovrà controllare che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

#### **3.4.4.3 Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio**

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari e imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, etc.).

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, etc.) affioranti a faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate, e devono seguire le indicazioni di progetto.

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole classi di conglomerato.

Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura, l'elenco prezzi allegato a questo Capitolato prevederà espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butadiene), a struttura paraffinica (butile), a struttura complessa (silicone poliuretano, polioisopropilene, polioisocloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, potrà essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleo-resinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primer, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

Nell'esecuzione dei manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

Per la formazione dei fori l'Impresa avrà diritto al compenso previsto nella apposita voce dell'Elenco Prezzi, comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare il lavoro finito a regola d'arte.

#### **3.4.4.4 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari**

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

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni, così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi, manufatti o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

#### **3.4.4.5 Armature per c.a.**

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (DM 17/01/2018) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3 cm e comunque come indicato negli elaborati del progetto strutturale.

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

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

E' a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

#### **3.4.4.6 Misura dell'essudazione della boiaccia (bleeding).**

Si opera con una provetta graduata cilindrica ( $250 \text{ cm}^3$ ,  $\varnothing = 6 \text{ cm}$ , riempita con  $100 \text{ cm}^3$  di boiaccia). La provetta deve essere tenuta in riposo al riparo dall'aria.

La misura si effettua tre ore dopo il mescolamento con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell'acqua trasudata.

### **3.5 MANUFATTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO, NORMALE O PRECOMPRESSO**

La documentazione da depositarsi ai sensi dei punti a), b), c), d) dell'art.9 della legge 5 novembre 1971 dovrà dimostrare la completa rispondenza dei manufatti prefabbricati alle prescrizioni di cui alle presenti norme.

La relazione dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori.

A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti, con le modalità e la periodicità previste dalle vigenti Norme.

I certificati delle prove saranno conservati dal produttore, che opera con sistemi di qualità certificati.

Ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n° 1086, ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengano esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manufatti stessi.

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà inoltre essere accompagnata, anche da un certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore e dal tecnico responsabile della produzione previsto al terzo comma.

Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP., e portare l'indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista.

In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti prefabbricati potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli.

Copia del certificato di origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 6 della legge 5 novembre 1971, n°1086.

Il deposito ha validità triennale.

### **3.6 CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE**

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

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

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua, in particolare se in uso ed in presenza d'acqua
- per le interferenze con servizi di soprasuolo o di sottosuolo.

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

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibro-compresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Nel caso l'Appaltatore preveda l'uso di casseforme in legno, esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianza sulle facce in vista del getto.

La superficie esterna dei getti in conglomerato cementizio dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie od altro che ne pregiudichi l'uniformità e la compattezza e ciò sia ai fini della durabilità dell'opera che dell'aspetto estetico.

Le parti componenti i casseri dovranno risultare a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetatura a perdere, inglobata nell'opera, si dovrà verificare la sua funzionalità se è elemento portante e che non sia dannosa se è elemento accessorio.

I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Si dovrà far uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. Se verranno impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e, qualora espressamente previsto nel progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata nel qual caso la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto. Qualora sia prevista la realizzazione di conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'impiego dei disarmanti dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore.

### **3.7 ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.**

L'acciaio in barre e le reti elettrosaldate previste per l'armatura delle strutture in c.a. e c.a.p. sarà del tipo B450C.

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge L. 1086/1971 e delle N.T.C. di cui al DM 17/01/2018.

Per gli opportuni controlli da parte della DL, l'Impresa dovrà documentare di ogni partita di acciaio che entra in cantiere la provenienza, la qualità e il peso complessivo di tondini di uno stesso diametro.

Per l'acciaio controllato in stabilimento, l'Impresa dovrà produrre la documentazione prescritta dalle Norme in vigore, che certifichi gli avvenuti controlli e consentire alla DL di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto nel DM 17/01/2018.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato DM 17/01/2018.

Durante i lavori per ogni lotto di fornitura dovranno essere prelevati non meno di tre campioni di idonea lunghezza, per ciascun diametro utilizzato, ed inviati a Laboratori Ufficiali.

In caso di risultati sfavorevoli di dette prove, il complesso di barre al quale si riferisce il campione sarà rifiutato e dovrà essere allontanato dal cantiere.

Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste dalle norme in vigore, il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze ed alle normative in vigore, dovranno essere aggiunte, modificando i disegni di progetto e dandone comunicazione alla DL, barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato.

Rimane comunque salva la facoltà della DL di disporre di eventuali ulteriori controlli a carico dell'impresa per giustificati motivi.

### **3.7.1 Acciaio in barre ad aderenza migliorata - B450C (ex Feb 44k) - controllato in stabilimento**

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la Posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel DM 17/01/2018.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

### **3.7.2 Reti in barre di acciaio elettrosaldate**

Le reti saranno in barre del tipo B450C (ex Fe B 44k), controllate in stabilimento, di diametro compreso tra 4 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 35 cm.

Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel DM 14/2/92 e successivi aggiornamenti.

Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiamano le norme di cui al precedente punto 1.5.1 .

### **3.7.3 Zincatura a caldo degli acciai**

Se previsto in progetto, gli acciai in barre e le reti in barre di acciaio elettrosaldate dovranno essere zincate a caldo.

### **3.7.4 Qualità degli acciai da zincare a caldo**

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03-0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15-0,25%.

#### **3.7.4.1 Zincatura a caldo per immersione**

##### **3.7.4.1.1.1 *Trattamento preliminare***

Comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a 400 - 430 K.

##### **3.7.4.1.1.2 *Immersione in bagno di zinco***

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI 2013/74, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710-723 K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m' di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 gm  $\pm$  10%.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

##### **3.7.4.1.1.3 *Finitura ed aderenza del rivestimento***

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.

Dovrà essere aderente alla barra in modo da non poter venire rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

#### **3.7.4.2 Verifiche**

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di t 25.

Oltre alle prove previste ai precedenti punti 25.1 e 25.2 , dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni del precedente punto 1.5.3.2.2.

In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad una accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese.

Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI 5741/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a  $610 \text{ g/m}^2 + 10\%$  la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a  $610 \text{ g/m}^2 - 10\%$  la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI 5743/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.

Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata. In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;
- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma verrà applicata una penale al lotto che non possieda i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

### **3.7.4.3 Certificazioni**

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, previste dalle Norme di cui al DM 14/01/2008 dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove viene effettuato il trattamento di zincatura.

#### **3.7.4.4 Lavorazione**

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera.

Quando la zincatura viene effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bicomponente dello spessore di 80-100 micron.

### **3.8 IMPERMEABILIZZAZIONE DI MANUFATTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

Ove i disegni di progetto lo prevedano o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno si provvederà alla impermeabilizzazione delle facce esposte o a contatto con il terreno di manufatti in conglomerato cementizio, interrati e non.

I materiali da impiegare dovranno possedere le seguenti caratteristiche: gli strati impermeabilizzanti, oltre che possedere permeabilità all'acqua praticamente nulla, devono essere progettati ed eseguiti in modo da avere:

- elevata resistenza meccanica, specie alla perforazione in relazione sia al traffico di cantiere che alle lavorazioni che seguiranno alla stesa dello strato impermeabilizzante;
- deformabilità, nel senso che il materiale dovrà seguire le deformazioni della struttura senza fessurarsi o distaccarsi dal supporto, mantenendo praticamente inalterate tutte le caratteristiche di impermeabilità e di resistenza meccanica;
- resistenza chimica alle sostanze che possono trovarsi in soluzione o sospensione nell'acqua di permeazione

In particolare dovrà tenersi conto della presenza in soluzione dei cloruri impiegati per uso antigelo;

- durabilità, nel senso che il materiale impermeabilizzante dovrà conservare le sue proprietà per una durata non inferiore a quella della pavimentazione, tenuto conto dell'eventuale effetto di fatica per la ripetizione dei carichi;
- compatibilità ed adesività sia nei riguardi dei materiali sottostanti sia di quelli sovrastanti (pavimentazione);
- altre caratteristiche che si richiedono sono quelle della facilità di posa in opera nelle più svariate condizioni climatiche e della possibilità di un'agevole riparazione locale.

Le su accennate caratteristiche dell'impermeabilizzazione devono conservarsi inalterate:

- tra le temperature di esercizio che possono verificarsi nelle zone in cui il manufatto ricade e

sempre, comunque, tra le temperature di  $-10^{\circ}$  e  $+60^{\circ}$  C;

- sotto l'azione degli sbalzi termici e sforzi meccanici che si possono verificare all'atto della stesa delle pavimentazioni o di altri strati superiori.

Dovranno prevedersi prove e controlli di qualità e possibili prove di efficienza.

#### **a) Guaine bituminose**

I materiali da usare e le modalità di messa in opera saranno i seguenti:

- pulizia delle superfici: sarà sufficiente una buona pulizia con aria compressa e l'esportazione delle asperità più grosse eventualmente presenti, sigillature e riprese dei calcestruzzi non saranno necessarie; la superficie dovranno avere una stagionatura di almeno 20 giorni ed essere asciutte;
- primer: sarà dello stesso tipo descritto in precedenza e potrà essere dato anche a spruzzo, ad esso seguirà la stesa di circa  $0,5 \text{ Kg/m}^2$ ;
- tipo di guaina: sarà preformata, di spessore complessivo pari a 4 mm, l'armatura dovrà avere peso non inferiore a  $250 \text{ g/m}^2$  e resistenza non inferiore a 1000-1200 N/5cm, ed una flessibilità a freddo a  $-10^{\circ}\text{C}$ , i giunti tra le guaine dovranno avere sovrapposizioni di almeno 5 cm e dovranno essere accuratamente sigillati con la fiamma e spatola meccanica;
- resistenza a punzonamento della guaina o dell'armatura (modalità  $A_1$  o  $G_a$ ): non inferiore a 10 Kg;
- resistenza a trazione (modalità  $G_2L$  e  $G_2T$ ): 8 Kg/cm.

La massima cura dovrà essere seguita nella sistemazione delle parti terminali della guaina in modo da impedire infiltrazioni d'acqua al di sotto del manto; la Direzione dei Lavori potrà richiedere l'uso di maggiori quantità di massa bituminosa da spandere sul primer per una fascia almeno di 1 metro in corrispondenza di questi punti, o altri accorgimenti analoghi per assicurare la tenuta.

Una certa attenzione dovrà essere osservata nella fase di rinterro, evitando di usare a diretto contatto della guaina rocce spigolose di grosse dimensioni.

#### **b) Membrane elastiche**

La posa in opera delle membrane verrà preceduta dalla preparazione delle superfici di calcestruzzo da progettare, consistente in una accurata pulizia con aria compressa delle superfici.

La stuccatura di lesioni o vespai e/o l'asportazione di creste di calcestruzzo sarà decisa di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Dopo aver posizionato a secco le singole membrane, curandone l'esatta sovrapposizione nei punti di giunzione, le stesse verranno riavvolte per procedere all'impregnazione del sottofondo con appositi

adesivi. Le superfici da incollare comprenderanno l'intera superficie da coprire o parte di essa (zone delle sovrapposizioni, sommità del manufatto, punti in cui è possibile l'infiltrazione dell' acqua, ecc.) e la scelta verrà di volta in volta effettuata dalla Direzione dei Lavori.

Steso l'adesivo si sotoleranno le membrane esercitando sulle stesse la pressione necessaria per ottenere il collegamento al supporto.

Le giunzioni verranno sigillate mediante processo di vulcanizzazione da ottenersi con aria calda prodotta con appositi cannelli elettrici.

Le zone così saldate dovranno essere poi pressate con rullino. In alcuni casi (posizioni della giunzione critica nei confronti delle infiltrazioni) la Direzione Lavori potrà richiedere la doppia saldatura.

I risvolti finali delle membrane dovranno essere realizzati in modo da non permettere infiltrazioni di acqua; termineranno quindi o in scanalature da sigillare con mastici elastici, oppure verranno ricoperti con profili metallici non ossidabili da inchiodare al supporto.

Le caratteristiche delle membrane dovranno essere le seguenti:

- peso compreso tra 1 e 1,5 Kg/m<sup>2</sup>;
- resistenza alla trazione (ASTM - D 412) a temperatura ambiente, 70 Kg/m<sup>2</sup>;
- resistenza agli agenti ossidanti (ozono), 12 ore in atmosfera pari a 50 mg/m<sup>2</sup> senza formazione di microfessure o altre alterazioni.

## **4 OPERE IDRAULICHE**

### **4.1 GENERALITÀ**

Il presente progetto riguarda alcune lavorazioni funzionali sia alle opere di cui a questo appalto, sia al nuovo palazzetto dello sport. Pertanto, nella tempistica e modalità di realizzazione si deve tenere conto anche della programmazione di costruzione del suddetto complesso sportivo.

Le lavorazioni trattate in questo capitolo sono:

- Rete fognaria delle acque reflue proveniente dal palazzetto e convogliamento al collettore principale SMAT esistente a poca distanza nel fondo agricolo latistante oltre la Cascina Bordina;
- Rete di raccolta delle acque bianche provenienti dalla copertura del nuovo palazzetto (parte) dal piazzale circostante lo stesso palazzetto e dalla nuova strada di accesso al complesso, con convogliamento al canale scolmatore esistente, che corre parallelo alla fognatura SMAT prima richiamata.
- Sistema dell'invarianza idraulica, consistente in un manufatto di raccolta parziale delle acque piovane provenienti dal palazzetto dello sport e dalle aree esterne circostanti per l'ottenimento di una equivalenza di dispersione delle acque bianche per percolazione naturale nel terreno. Tale manufatto, consistente in una trincea drenante posta nell'area compresa tra la recinzione del palazzetto e il muro perimetrale della Cascina Bordina, è dotato di una immissione ed un troppo pieno collegato alla fognatura bianca lungo la nuova strada. Esso è dimensionato per consentire un accumulo e dispersione nel terreno di circa 70 mc di acqua meteorica.

Il sistema delle tubazioni, dei pozzetti, delle camere di salto, dei chiusini e caditoie che costituiscono le suddette reti nonché dell'invarianza idraulica è descritto negli elaborati del progetto esecutivo.

### **4.2 TUBAZIONI E CUNETTE**

Per agevolare lo smaltimento delle acque piovane ed impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, è prevista, ove necessario, la sistemazione e la costruzione di collettori di scolo e cunette.

## **4.2.1 Tubazioni**

### **4.2.1.1 Tubazioni in P.V.C. rigido**

La tubazione sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, del tipo 303 serie pesante, secondo norme UNI 7447/87.

Verrà interrata in un cavo di dimensioni previste in progetto sul cui fondo sarà predisposto del materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto verrà rinfrancato con sabbia ed eventualmente calottato con conglomerato del tipo di fondazione con  $R_{ck} \geq 25$  MPa.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

La Direzione Lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali inadonei.

### **4.2.1.2 Pozzetti, caditoie e chiusini**

I pozzetti e le camere di salto dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 30$  MPa;
- armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

I chiusini saranno in ghisa sferoidale in classe B125 se posizionati su piste ciclopedonali e classe C250 su aree aperte alla circolazione veicolare; avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.

Le caditoie, anch'esse in ghisa sferoidale ed in classe C250, sono previste del tipo abbinato griglia e bocca di lupo, da porre al bordo del marciapiedi.

I prodotti da utilizzare dovranno essere conformi alle norme UNI - EN 124 (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature).

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

La discesa per attività manutentive al fondo dei pozzi e camere dovrà avvenire tramite scalette di sicurezza alla marinara in acciaio inox o zincato infissi nelle pareti dei manufatti.

Tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni saranno indicate negli elaborati di progetto.

#### **4.2.2 Cunette**

La formazione di cunetta sarà generalmente in terra e solo eccezionalmente potrà avvenire con elementi prefabbricati, secondo le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi.

In quest'ultimo caso si dovrà prevedere la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per dare i lavori finiti.

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla stessa Direzione Lavori.

Le operazioni di prelievo e di prova saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Qualora la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

#### **4.2.3 Rivestimento per cunette e fossi di guardia**

Il progetto prevede generalmente che cunette e fossi di guardia siano realizzati con pareti inerbite, così da garantire una buona capacità drenante naturale e ridurre il convogliamento alle reti di raccolta e smaltimento.

Qualora per specifiche esigenze si debbano eseguire tratti impermeabili in calcestruzzo, essi dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

#### **4.2.3.1 In elementi prefabbricati in c.a.v.**

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} \geq 30$  MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo B450C, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a 3,00 Kg/m<sup>2</sup>.

Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale od a L, secondo i disegni tipo di progetto; lo spessore dovrà essere non inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza piolla; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m<sup>3</sup> di cemento.

Posti in opera su letto di materiale arido perfettamente livellato e costipato avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

#### **4.2.3.2 In conglomerato cementizio, gettato in opera**

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio di tipo II con  $R_{ck} \geq 30$  MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle

#### **4.2.3.3 Cordonature**

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} \geq 30$  MPa, in elementi di lunghezza 1,00 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto.

Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite.

Verranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente  $R_{ck} \geq 25$  MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 Kg/m<sup>3</sup> di cemento che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura.

### **4.3 MODALITÀ ESECUTIVE**

Prima della posa in opera i tubi, i giunti e i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, con particolare riguardo alle estremità, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati, quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti.

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti (di trasporto, ecc.) con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna; le estremità di ogni tratto di condotta in corso di impianto devono essere comunque chiuse con i tappi in dotazione, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso. La posa in opera dovrà essere effettuata da personale specializzato. I tubi con giunto a bicchiere saranno di norma collocati procedendo dal basso verso l'alto e con bicchieri rivolti verso l'alto per facilitare l'esecuzione delle giunzioni. La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti. Il letto di posa consisterà in uno strato, disteso sul fondo dello scavo, di materiale incoerente come sabbia di spessore non inferiore a 10 cm misurati sotto la generatrice del tubo che vi verrà posato.

Se i tubi vanno appoggiati su un terreno roccioso e non è possibile togliere tutte le asperità lo spessore del letto di posa dovrà essere convenientemente aumentato.

In nessuno caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui.

Il piano di posa - che verrà livellato con appositi traguardi in funzione delle (livellette) di scavo (apponendo e quotando dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza a di direzione della condotta, sia in punti intermedi in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 metri) dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In questo ultimo caso la discontinuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo. Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0°C per evitare danneggiamenti. I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti. E' vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari. Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati. Si impedirà quindi con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguata sorveglianza nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi. Ogni tratto di condotta posata non deve presentare contropendenze in corrispondenza di punti ove non siano previsti organi di scarico e di sfiato.

La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi o pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche deve essere riconosciuta o approvata dal Direttore dei lavori. Quindi resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua, la quale deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito senza comunque interessare i giunti, che, verificandosi nonostante ogni precauzione la inondazione dei cavi, le condotte che siano vuote e chiuse agli estremi possano essere sollevate dalle acque.

Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele e a carico dell'impresa.

#### Trasporto ed accatastamento dei tubi e dei raccordi in generale

Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità. I tubi devono essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico.

I tubi vanno sistemati in maniera ordinata e razionale, curando che siano appoggiati per l'intera lunghezza (convenientemente distanziati se trattasi di tubi bicchierati) e che siano manovrati durante le operazioni di carico e scarico in modo evitare urti e abrasioni. In particolare tali accorgimenti vanno sottolineati nei periodi invernali o in periodi con temperature rigide che possono dare luogo a fenomeni di infragilimento.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano mai direttamente a contatto con esse per non provocare abrasioni o danneggiamenti.

#### Carico, scarico e movimentazione

Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio meccanico di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata. Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, si eviti in ogni modo di fare strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su oggetti duri ed aguzzi.

#### Accatastamento

Il piano di appoggio a terra dovrà essere livellato ed esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite. L'altezza di accatastamento non deve essere superiore a 2 m qualunque sia il diametro dei tubi. Quando i tubi vengono accatastati all'aperto per lunghi periodi è consigliabile proteggerli dai raggi solari.

### Raccordi ed accessori

Questi pezzi sono forniti in genere in appositi imballaggi. Se sono forniti sfusi si dovrà avere cura, nel trasporto ed immagazzinamento, di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di essi o con altri materiali pesanti.

### Posa in opera dei pezzi speciali e delle apparecchiature idrauliche

I pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche saranno collocati seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi. I pezzi speciali saranno in perfetta coassialità con i tubi.

Gli organi di manovra (saracinesche di arresto e scarico, sfiati, gruppi per la prova di pressione, ecc.) e i giunti isolanti - che è conveniente prima preparare fuori opera e poi montare nelle tubazioni - verranno installati, seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi, in pozzetti o camerette in muratura accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione in modo che non siano a contatto con acqua e fango. Fra gli organi di manovra ed eventuali muretti di appoggio verranno interposte lastre di materiale isolante.

Nei casi in cui non è possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte, le apparecchiature suddette saranno opportunamente rivestite, operando su di esse prima della loro installazione e successivamente sulle flange in opera.

Parimenti saranno rivestiti, negli stessi casi o se si tratta di giunti isolanti interrati, i giunti medesimi.

### Letto di posa e rinfianco

La natura del fondo della trincea o più in generale, del terreno in cui la tubazione troverà il suo appoggio, deve avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali da un punto all'altro della tubazione. 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 o del letto di posa della canalizzazione e dei relativi manufatti in muratura, a causa dell'erosione di acqua reperita nella trincea, bisogna opportunamente consolidare il terreno con l'ausilio di tubi di drenaggio al di sotto della canalizzazione (o dei manufatti in muratura) disponendo tutto intorno a detti tubi di drenaggio uno strato spesso di ghiaia o di altro materiale appropriato; occorre cioè assicurare la condizione che non sussista la possibilità di alcuno spostamento del materiale di rinterro a causa della falda acquifera.

Al fondo della trincea, livellato e liberato da ogni traccia di pietrame si sovrappone un letto di posa sabbioso così da avere la superficie d'appoggio su materiali di natura tale che assicurino la ripartizione uniforme dei carichi lungo la intera tubazione.

**Inizio del riempimento**

Il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito, su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna.

Il riempimento si consiglia sia fatto nelle ore meno calde della giornata. Si procederà sempre a zone di 20 ÷ 30 m, avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita; si lavorerà su tre tratte consecutive e verrà eseguito contemporaneamente il ricoprimento (fino a quota 50 cm sul tubo) in una zona, il ricoprimento (fino a 20 cm sul tubo) nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata.

Si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante.

Una delle estremità della tratta di condotta dovrà essere sempre mantenuta libera di muoversi e l'attacco dei pezzi speciali dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a 5 ÷ 6 m dal pezzo stesso.

**Tubazioni in PVC**

Le tubazioni plastiche sono in PVC rigido a parete strutturata per condotte fognarie e civili ed industriali costruiti secondo prEN 13476-1/2000 con giunto "gielle" ed anello di tenuta di materiale elastomerico. I tubi vengono forniti di lunghezza 6 metri.

La corrispondenza delle classi di tubazioni caratterizzate da diverse rigidità anulari (SN) e da diversi spessori minimi (SDR), come previste dalla norma prEN 13476-1 deve rispettare quanto riportato, per i differenti diametri (DN), nella tabella seguente:

CLASSIFICAZIONE APPLICAZIONE	prEN 13476-1 SN 2 (SDR 51)	prEN 13476-1 SN 4 (SDR 41)	prEN 13476-1 SN 8 (SDR 34)
	<i>Spessore [mm]</i>		
DN 160	4.5	4.5	5.0
DN 200	5.4	5.5	6.2
DN 250	6.5	6.7	7.8
DN 315	8.0	8.5	9.8
DN 400	10.2	10.9	12.5
DN 500	12.4	13.1	15.5
DN 630	16.9	17.7	19.4
DN 800	21.0	22.5	24.5
DN 1000	26.0	27.5	28.0

CLASSIFICAZIONE APPLICAZIONE	prEN 13476-1 SN 2 (SDR 51)	prEN 13476-1 SN 4 (SDR 41)	prEN 13476-1 SN 8 (SDR 34)
	<i>Spessore [mm]</i>		
DN 1200	28.5	30.5	32.5

#### Trasporto, carico, scarico, movimentazione e accatastamento

Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità. I tubi devono essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico. Le imbracature per il fissaggio del carico devono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari.

Nel caso di utilizzo di gru o di braccio di escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale, con un bilancino di ampiezza adeguata. Nel caso di movimentazione manuale si deve evitare lo strisciamento dei tubi.

Il piano di appoggio a terra deve essere livellato ed esente da asperità. L'altezza dell'accatastamento non deve essere superiore 1.5 m. L'accatastamento non deve essere esposto per lunghi periodi ai raggi solari, pertanto devono essere predisposte opportune protezioni.

I raccordi e gli accessori sono forniti solitamente in appositi imballaggi, e devono essere delle stesse caratteristiche dei tubi.

#### Giunzioni

Il sistema di giunzione fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo di PVC è di tipo a bicchiere con anello di tenuta (la guarnizione deve essere di materiale elastomerico e posta in un'apposita sede ricavata nel bicchiere stesso). Tale guarnizione dovrà assicurare la perfetta tenuta idraulica come prescritto nelle norme UNI 7447.

#### Posa in opera

Posa in trincea e sotto terrapieno

La larghezza minima da assegnare alla trincea è riassunta di seguito:

DN	Larg. scavo (m)	DN	Larg. scavo (m)
160	66	400	100
200	70	500	110
250	75	630	123
315	82	710	131

Lo scavo della trincea deve essere effettuato con mezzi idonei, adottando tutti i provvedimenti necessari per il sostegno delle pareti onde evitarne il franamento. Il materiale da scavo deve essere

accumulato lungo la trincea ad una distanza sufficiente per consentire lungo la trincea stessa il passaggio del personale addetto ai lavori.

La natura del terreno in cui la tubazione trova il suo appoggio deve avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali da un punto all'altro della tubazione.

#### Altezze di ricoprimento del tubo maggiori di 0,8 m

Al fondo della trincea si realizza una platea in cls di cemento Rck 15 (classe min. C12/15) così da avere la superficie di appoggio della tubazione perfettamente piana. Lo spessore del letto di appoggio deve essere di 10 cm per tubazioni con diametro minore o uguale di 400 mm, 15 cm per diametri superiori. Il tubo sarà affondato nel getto di cls fino ad una quota superiore alla platea pari a  $\frac{1}{4}$  del DN della tubazione.

Quindi si rinfianca con sabbione fino ad una quota di 10 cm superiore alla generatrice del tubo; il materiale deve essere costituito in prevalenza da granuli aventi diametro 0.10 mm e deve contenere meno del 12% di fino ( $<0.08$  mm); deve essere costipato con attrezzi adatti prima della posa della tubazione.

Il costipamento del riempimento che avvolge il tubo deve essere uniforme e raggiungere il 90% del valore ottimale con la prova di penetrazione di Proctor modificata.

Il riempimento della restante altezza della trincea fino al piano campagna può essere effettuato con lo stesso materiale di scavo, spurgato di elementi superiori a 100 mm e di residui animali e vegetali. Deve essere effettuato a strati successivi dello spessore massimo di 30 cm, che debbono essere costipati almeno fino ad un metro di copertura sul vertice della tubazione.

Il riempimento della trincea, almeno per i primi 50 cm, deve essere eseguito nelle medesime condizioni di temperatura esterna. Si proceda sempre a zone di 20-30 m, in una sola direzione e in salita.

#### Altezze di ricoprimento del tubo minori di 0,8 m

Al fondo della trincea si realizza una platea in cls di cemento Rck 15 (classe min. C12/15) così da avere la superficie di appoggio della tubazione perfettamente piana. Lo spessore del letto di appoggio deve essere di 10 cm per tubazioni con diametro minore o uguale di 400 mm, 15 cm per diametri superiori. Quindi si ricopre con calcestruzzo fino ad una quota di 10 cm superiore alla generatrice del tubo.

Superiormente si ricopre con misto granulare di cava per un'altezza di 20 cm

Il riempimento della restante altezza della trincea fino al piano campagna può essere effettuato con lo stesso materiale di scavo, spurgato di elementi superiori a 100 mm e di residui animali e vegetali.

Deve essere effettuato a strati successivi dello spessore massimo di 30 cm, che debbono essere costipati almeno fino ad un metro di copertura sul vertice della tubazione.

Il riempimento della trincea deve essere eseguito nelle medesime condizioni di temperatura esterna.

Si proceda sempre a zone di 20-30 m, in una sola direzione e in salita.

#### Collaudo:

Il collaudo di una tubazione in PVC deve accertare la perfetta tenuta della canalizzazione; si deve effettuare sottoponendo a pressione idraulica la canalizzazione stessa mediante riempimento con acqua del tronco da collaudare attraverso il pozzetto di monte, fino al livello stradale del pozzetto a valle, o adottando un altro sistema idoneo a conseguire lo stesso scopo.

#### Tenuta idraulica:

Le giunzioni in poliuretano, testate in conformità ai metodi di prova indicati dalla normativa UNI EN 295 parte 3 punto 18, dovranno assicurare una tenuta idraulica, dall'interno verso l'esterno e dall'esterno verso l'interno, fino ad una pressione pari a 0,5 bar, equivalente ad un battente idraulico di 5 m. di colonna d'acqua. Il sistema di giunzione elastico prefabbricato in poliuretano dovrà assicurare, senza compromettere la tenuta idraulica, una resistenza alla sollecitazione di taglio fino ad un limite massimo di 50÷75 N per millimetro di diametro e disassamenti angolari delle condotte pari a:

sino a Ø 200 mm	80 mm/m
dal Ø 225 mm al Ø 500mm	30 mm/m
dal Ø 600 mm al Ø 800mm	20 mm/m

in conformità ai metodi di prova previsti dalla norma UNI EN 295/3 punto 18.

#### Posa in opera

Lo scavo per le tubazioni sarà realizzato in conformità alla norma UNI EN 1610

Lo scavo della trincea deve essere effettuato con mezzi idonei, adottando tutti i provvedimenti necessari per il sostegno delle pareti onde evitarne il franamento. Il materiale da scavo deve essere accumulato lungo la trincea ad una distanza sufficiente per consentire lungo la trincea stessa il passaggio del personale addetto ai lavori.

La natura del terreno in cui la tubazione trova il suo appoggio deve avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali da un punto all'altro della tubazione.

#### **4.4 Invarianza idraulica**

Si rimanda a quanto descritto nella Relazione Generale

## 5 PAVIMENTAZIONI STRADALI

### 5.1 GLOSSARIO

AR	=	Alto Rendimento
FWD	=	Falling Weight Deflectometer
CAT	=	Coefficiente di Aderenza Trasversale
HS	=	Altezza in sabbia
IRI	=	International Roughness Index (Indice di regolarità della strada)
IS	=	Indice Strutturale
DL	=	Direzione lavori
NTA	=	Norme tecniche di appalto
MO	=	Manutenzione Ordinaria
MS	=	Manutenzione Straordinaria
NC	=	Nuovo lavori
CB	=	Conglomerati bituminosi
CBD	=	Conglomerati bituminosi drenanti
BM	=	Bitume base modifica
TQ	=	Bitume non modificato
EA	=	Emulsioni per mano di attacco
ER	=	Emulsioni modificate per riciclaggio
SF	=	Modifica media dei bitumi (per tecnologia e per risultati)
HD	=	Modifica forte dei bitumi (per tecnologia e per risultati)
SBS	=	Stirene Butadiene Stirene
SBS-L	=	Stirene Butadiene Stirene a struttura lineare
SBS-R	=	Stirene Butadiene Stirene a struttura radiale
MA	=	Mano d'attacco
PSV	=	Polish Stone Value
R	=	Riciclaggio

Capitolato speciale d'appalto Norme tecniche

ACF = Attivanti chimici funzionali

DP = Attivanti di adesione

FB = Fibre

## 5.2 GENERALITA'

### 5.2.1 - Tipi di lavorazioni

Le presenti Norme Tecniche si riferiscono all'esecuzione di lavori per la sovrastruttura stradale definita nel seguito sinteticamente come pavimentazioni; i lavori da svolgere con i materiali descritti nel seguito potranno essere di due tipi diversi:

1. Lavori per interventi su pavimentazioni esistenti al fine della loro ricostituzione e/o rafforzamento definiti MS, Manutenzione Straordinaria.
2. Lavori per pavimentazioni di nuove costruzioni o adeguamenti di strade esistenti, definiti NC, Nuove Costruzioni.

La natura dei lavori da eseguire è definita nell'Appalto a cui sono annesse le presenti Norme Tecniche ed ai suoi elaborati, a cui si rimanda per la definizione del dettaglio delle lavorazioni, della loro quantità ed ubicazione. Si tratta comunque della realizzazione di una nuova strada secondaria in ambito urbano a servizio di un nuovo edificio polisportivo di prossima costruzione.

Si definiscono qui di seguito i materiali e le lavorazioni secondo i tipi generali, ricordando che lavorazioni analoghe potranno essere valutate e pagate con criteri diversi a seconda della tipologia di intervento in cui verranno svolte.

#### *Lavorazioni di Nuove Costruzioni – NC*

Le lavorazioni relative alle Nuove Costruzioni riguarderanno la pavimentazione di nuove tratte stradali oppure le pavimentazioni di adeguamenti di strade esistenti. Queste saranno eseguite con le tecniche ed i materiali basati su prestazioni specifiche o globali come indicato al Capitolo 2. Le lavorazioni dovranno essere realizzate con riferimento agli elaborati progettuali che individuano le stratigrafie delle miscele da usare, i relativi spessori e le prestazioni di portanza, regolarità ed aderenza correlate alla durata di progetto, con le rispettive soglie di accettazione.

Nelle voci sulle lavorazioni o le miscele inserite nelle presenti Norme Tecniche potremo avere tipologie contraddistinte da una o più sigle MS, NC, in quanto alcune lavorazioni sono specifiche per la tipologia di intervento.

### **5.2.2 - Tipi di materiali**

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 nel successivo Art. 2. e nelle richieste prescrittive degli articoli di lavorazioni quando vigenti.

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

In ogni caso i materiali e le loro miscele prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori sia per i lavori prescritzionali che per quelli prestazionali.

I materiali dovranno provenire da località o siti di produzione che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché rispondano ai requisiti del presente Capitolato.

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

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita - prestazione 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 e laboratori ufficiali di fiducia.

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

Le diverse prove ed esami sui campioni o sui prodotti finiti verranno effettuate presso laboratori indicati dalla Direzione dei Lavori, i quali saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti dell'appalto.

### **5.3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

Con riferimento a quanto stabilito nell'articolo 1, i materiali di base da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati.

Per ciò che riguarda le loro miscele e lavorazioni valgono le prescrizioni o le indicazioni prestazionali contenute negli appositi articoli

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o tra i diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta, nei casi non definiti inequivocabilmente dalle Norme Tecniche, in base a giudizio della Direzione dei Lavori

I conglomerati bituminosi per essere ritenuti **idonei e quindi impiegabili**, dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE.

I requisiti **obbligatorî** richiesti sono:

- Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia)
- Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale)
- Composizione granulometrica (valore %)
- Contenuto dei vuoti a 10 rotazioni (categoria e valore reale)

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

Qui sotto es. di marchio CE.



n.organismo notificato

**SOCIETA'****08**

n. certificato

**EN 13108-1****Conglomerato Bituminoso per strade, piste aeroportuali e altre aree trafficate****CB 12,5 USURA BM 50/70****Impianto di xxxxxxx****Requisiti generali + Requisiti empirici**

Contenuto di vuoti

– massimo  $V_{max}$  NPD– minimo  $V_{min}$  NPDMinimo di vuoti riempiti da bitume  $VFB_{min}$  NPDMassimo di vuoti riempiti da bitume  $VFB_{max}$  NPDVuoti nell'aggregato minerale  $VMA_{min}$  NPD**Contenuto di vuoti dopo 10 rotazioni**  $V10G_{min}$  11

Sensibilità all'acqua ITSR NPD

Resistenza all'abrasione da pneumatici scolpiti (chiodati):  $Abr_A$  NPD

Reazione al fuoco Euroclass NPD

**Temperatura della miscela** da 140°C a 180°C**Granulometria:****(passante al setaccio)** 16 100%

12,5 95%

8 80%

4 49%

2 31%

0,5 15%

0,25 12%

0,063 8,0%

**Contenuto di legante**  $B_{min}$  4,6%

Valori Marshall

minima stabilità  $S_{min}$  NPDmassima stabilità  $P_{max}$  NPD

scorrimento F NPD

minima rigidità  $Q_{min}$  NPD

Resistenza alla deformazione permanente

Dispositivo grande: profondità del solco P NPD

Dispositivo piccolo: pendenza del solco  $WTS_{AIR}$  NPDDispositivo piccolo: profondità del solco  $PRD_{AIR}$  NPD

Condizioni di prova determinate secondo la UNI EN 13108-20

## **5.4 PREMESSE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle Norme tecniche d'appalto eseguiti dalle Imprese esecutrici, dovranno essere presentati alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvati dalla stessa DL.

### **5.4.1 Prestazioni di controllo da parte della stazione appaltante e prestazioni di autocontrollo dell'impresa aggiudicataria – stati di avanzamento lavori**

Le attività inerenti le misure ai fini progettuali degli interventi e l'eventuale verifica di idoneità delle miscele (sia per la verifica del progetto o del mix design, sia per la verifica in corso d'opera), andranno previste nelle somme a disposizione dei lavori e gestite dalla stazione appaltante, ai sensi della normativa vigente. Le prove avverranno con l'impiego delle attrezzature di Laboratori operanti in Qualità ISO 9001.

L'impresa aggiudicataria dovrà presentare al Committente le prove di laboratorio preparate a sua cura e spese, per la definizione delle miscele da porre in opera, con mix design, impegnativo per l'impresa, in conformità alle presenti Norme Tecniche; la presa visione delle medesime da parte della DL, che eventualmente effettuerà controlli con i Laboratori di cui sopra o altri a sua scelta, non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

Le prove da presentare saranno le seguenti:

- a) studi preliminari per le miscele (mix design)

Miscele soggette alla presentazione dello studio di progetto:

- Miscela per strati di base, binder e usura confezionate sia con bitume tal quale, soft ed hard
- Trattamenti superficiali
- Microtappeti di usura
- Misti cementati in centrale ed in sito
- Riciclaggi in sito a caldo ed a freddo

Comunque tutte le miscele da porre in opera dovranno seguire lo stesso iter.

Gli studi di progetto in formato cartaceo e/o informatico completi di informazioni sul mix design e le relative prove, a spese dell'Impresa, dovranno pervenire alla D.L. almeno 15 giorni prima dell'inizio delle lavorazioni.

Gli studi dovranno contenere:

- miscela da eseguire completa di informazioni e sito di applicazione (strada, carreggiata, corsia, quantità da realizzare ecc) ed impianto di produzione

- aggregati da impiegare: provenienza, granulometrie, PSV., CLA e percentuali di impiego compreso il riciclato e il fresato che si vuole eventualmente utilizzare
- caratteristiche volumetriche (% vuoti, pesi di volume) e meccaniche (ITS, Rit, CTI)
- percentuale di legante (bitume o emulsione), tipologia, fornitore, e dati prestazionali (o scheda tecnica del fornitore)
- eventuale impiego di additivi (con indicate le percentuali di progetto).

Tutte le curve di progetto per i conglomerati bituminosi devono essere verificate mediante l'impiego della apparecchiatura "Pressa Giratoria".

Qualora venga decisa dal Committente la ripetizione di alcune prove, specificamente per le modifiche dei bitumi (che sono considerate prestazionali vedi art. 1.8) o anche di altro tipo, esso richiederà alle Imprese di far pervenire ai Laboratori abilitati (sempre con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori), oltre agli studi di progetto sopra descritti, anche i materiali per la verifica di idoneità, in particolare:

- aggregati e fresato da impiegare (15-20 kg per pezzatura, filler 2-3 kg)
- legante (4-5 kg)
- additivi (Dopes, ACF 0,5-1 kg), fibre (200-300 gr), cemento (5 kg).

Il solo invio dei materiali per le prove di idoneità sono a carico dell'Impresa.

b) controlli dell'impresa durante l'esecuzione dei lavori previsti in Capitolato

Durante l'esecuzione dei lavori il controllo basato sulle presenti Norme Tecniche andrà esercitato dai laboratori indicati dall'Impresa e accettati dalla DL; la DL si riserva la facoltà di verificare la sufficienza di dette prove qualora le ritenga non adeguate per i controlli di produzione.

In tale ambito potrà richiedere documentazione (schede tecniche, bolle di accompagnamento ecc) atte a facilitare la verifica di idoneità delle lavorazioni in oggetto.

Tutti i prelievi dei materiali devono essere effettuati in contraddittorio con l'Impresa.

In caso di lavorazioni di particolare rilevanza e complessità, considerando anche la possibile variabilità del materiale da stabilizzare per cui potrebbe essere insufficiente l'effettuazione di un solo studio (mix design) su un solo prelievo per ottimizzare la lavorazione, va prevista l'effettuazione di una serie di verifiche in corso d'opera.

Tali attività considerate come necessarie per permettere una corretta esecuzione delle lavorazioni sono sempre considerate a carico dell'Impresa.

c) Attività di collaudo

Ai fini dell'attività di collaudo tutte le prove disposte, ai fini della verifica del rispetto delle presenti NT (Art.7), saranno a cura e spese dell'impresa.

#### **5.4.2 Conglomerati bituminosi costruiti con materiali vergini**

I conglomerati bituminosi, siano essi formati per lo strato di base, per quello di collegamento o per il tappeto di usura, verranno valutati in base alla superficie ordinata, secondo le larghezze previste e con gli spessori finiti prescritti ed indicati negli elaborati del progetto esecutivo.

Nei relativi prezzi sono compresi tutti gli oneri per le forniture degli inerti e del legante secondo le formule accettate e/o prescritte dalla Direzione Lavori, la fornitura e la stesa del legante per ancoraggio, il nolo dei macchinari funzionanti per la confezione, il trasporto, la stesa e la compattazione dei materiali, la manodopera, l'attrezzatura e quanto altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

In particolare si intendono compensati con i relativi prezzi anche tutti gli oneri relativi alla stesa a mano dei conglomerati nelle zone inaccessibili alle macchine, quali ad esempio quelle tra le barriere di sicurezza.

La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, avrà la facoltà di tollerare localmente ed in via del tutto eccezionale spessori inferiori ai minimi indicati, operando per le zone interessate le correttive detrazioni contabili per i minori spessori stesi, fermo restando che ciò non determini una situazione di inaccettabilità dell'eseguito.

Si stabilisce che i conglomerati bituminosi e in genere i materiali legati a bitume e cemento (schiumati) dovranno essere approvvigionati da impianti ubicati di norma a distanza non superiore ai 35 km. dai luoghi di impiego.

#### **5.4.3 Conglomerati bituminosi rigenerati in sito o in impianto**

##### **5.4.3.1 Conglomerati bituminosi riciclati a caldo**

La rigenerazione in sito della pavimentazione in conglomerato bituminoso verrà valutata in base alla superficie ordinata e secondo le larghezze previste e con gli spessori finiti prescritti.

Variazioni in più od in meno dello spessore dell'intervento, rispetto al valore medio prefissato, verranno computate con gli aumenti o diminuzioni sui prezzi unitari previsti in elenco prezzi, solo se espressamente ordinati dalla Direzione dei Lavori per motivi indipendenti dalla responsabilità dell'impresa.

Nei relativi prezzi sono compresi tutti gli oneri per l'esecuzione del lavoro a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni di cui all'articolo 8.1, comprese le integrazioni con bitume additivato con rigeneranti e con gli inerti necessari per la correzione della curva granulometrica od irruvidimento superficiale.

Per i conglomerati riciclati a caldo in impianto varranno le stesse prescrizioni dei conglomerati vergini del punto 3.3, con le variazioni previste negli appositi articoli.

#### **5.4.3.2 Conglomerati riciclati a freddo**

I conglomerati con diversi tipi di legante, bituminoso, idraulico o misto, riciclati a freddo, siano essi formati per lo strato di fondazione (art. 5.4 e 5.5) o di base (art. 8.2), verranno valutati in base alla superficie ordinata, secondo le larghezze previste e con gli spessori finiti prescritti.

Essi saranno costituiti da materiali preesistenti o marginali miscelati in opera o in impianto; anche per essi varranno le stesse prescrizioni generali dei conglomerati vergini del punto 3.3, con le variazioni previste negli appositi articoli.

### **5.5 DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI**

#### **5.5.1 Demolizione pavimentazione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzata con frese**

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Tutte le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla DL; dovranno inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo, sempre a giudizio della DL, per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati, (vedi Art. 7.1.8). La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi strati da porre in opera. Non saranno tollerate scanalature provocate da tamburi ed utensili inadeguati o difformemente usurati che presentino una profondità misurata tra cresta e gola superiore a 0,5 cm.

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dal progetto e/o dalla DL.. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori che potrà autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della demolizione dovrà corrispondere in tutti i suoi punti a quanto stabilito dalla DL e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale dello scavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o sub-corticali dovrà essere eseguita con attrezzature approvate dalla DL munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

La demolizione degli strati bituminosi potrà essere effettuata con uno o più passaggi di fresa, secondo quanto previsto dal progetto o prescritto dalla DL; nei casi in cui si debbano effettuare più passaggi, si avrà cura di ridurre la sezione del cassonetto inferiore formando un gradino tra uno strato demolito ed il successivo di almeno 20 cm di base per ciascun lato.

Le pareti dei giunti sia longitudinali sia trasversali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento privo di sgretolature.

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

### **5.5.2 Demolizione degli strati non legati di fondazione**

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

Le pareti verticali dello scavo dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolamenti.

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

L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita.

## **5.6 FONDAZIONI A LEGANTE IDRAULICO, CON BITUME SCHIUMATO O NON LEGATE**

### **5.6.1 Fondazione (sottobase) in misto cementato confezionato in centrale**

#### **5.6.1.1 Descrizione**

Il misto cementato per fondazione (sottobase) realizzabile nei **Nuove Costruzioni (NC)** sarà costituito da una miscela di inerti lapidei, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in un unico strato dello spessore finito di norma di cm. 20 e comunque variabile secondo le indicazioni della DL

### 5.6.1.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

#### 5.6.1.2.1.1 Inerti

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30 ed il 60% in peso sul totale degli inerti.

A discrezione della DL potranno essere impiegate quantità di materiale frantumato superiori al limite stabilito, in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante allo 0,063 mm.

Gli inerti avranno i seguenti requisiti:

- Aggregato di dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- Granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme (UNI EN 933-1);

setacci	UNI (mm)	Fuso (passante %)
setaccio	40	100-100
setaccio	31,5	90-100
setaccio	20	70-90
setaccio	14	58-78
setaccio	8	43-61
setaccio	4	28-44
setaccio	2	18-32
setaccio	0.4	9-20
setaccio	0.125	6-13
setaccio	0.063	5-10

- Perdita in peso alla prova Los Angeles (UNI-EN1097-2) non superiore al 30% in peso;
- Equivalente in sabbia (UNI EN 933-8) compreso fra 30 e 60;
- Indice di plasticità (CNR UNI 10014) uguale a zero (materiale non plastico)

#### 5.6.1.2.1.2 Legante

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'altoforno) di classe 32,5N, secondo la UNI EN 197.1, tenendo anche in conto la eventuale aggressività dell'ambiente.

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% e il 4,0% sul peso degli inerti asciutti.

#### 5.6.1.2.1.3 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 (rilevabile con lo studio con pressa giratoria) con una variazione compresa entro  $\pm 2\%$  del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

#### 5.6.1.3 Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa dovrà proporre alla DL la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini realizzati mediante pressa giratoria con le seguenti caratteristiche a n° giri 180 con le seguenti caratteristiche:

Pressione verticale kPa	$600 \pm 3$
Angolo di rotazione	$1,25 \pm 0,02$
Velocità di rotazione (giri/min)	30
Diametro provino (mm)	150

Resistenze :

	3 gg	7 gg	Dimensioni provini
Rit 25°C (MPa)	0,30 – 0,50	0,32-0,60	Diametro 150mm altezza 100-130 mm
Compressione semplice 25°C (MPa)	1,4 – 3,6	2,5 – 5,5	Diametro 150mm altezza 160-200 mm

I parametri sopra descritti potranno essere ricercati mediante l'effettuazione di uno studio finalizzato alla determinazione delle percentuali ottimali del cemento e dell'acqua di compattazione oltrechè allo stabilire la curva ottimale.

A tal fine si dovranno realizzare provini con pressa giratoria secondo il seguente schema (indicativo):

Cemento (%)	2			3			4			Le percentuali sono da intendersi in peso sulla miscela degli aggregati
Acqua di compattazione (%)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	
N° provini <sup>1</sup>	6	6	6	6	6	6	6	6	6	

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua.

I suddetti valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa  $\pm 15\%$ , altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo.

Per particolari casi è facoltà della DL accettare valori di resistenza a compressione anche fino a 0,70 MPa a 3gg e 0,90 Mpa a 7gg.

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità (misurabile sui provini giratoria a 180giri) e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

#### 5.6.1.4 - Formazione e confezione delle miscele

Le miscele saranno confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi 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 corrispondenti alle classi impiegate.

<sup>1</sup> I sei provini (per ciascun punto dello studio) andranno maturati e rotti (tre a compressione e tre a trazione indiretta a tre o a 7 gg) sempre secondo quanto sopra descritto, in cui sono descritte anche le resistenze richieste.

### 5.6.1.5 Posa in opera

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accettata dalla DL la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti gommate a 4 assi o cingolate e comunque dei tipi approvati dalla DL in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento sia longitudinale che trasversale.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate in ordine con le seguenti attrezzature:

- rullo a due ruote vibranti da 10.ton per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 ton;
- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 18 ton.

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla DL, delle stesse caratteristiche sopra riportate.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 5°C e superiori a 35°C e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a discrezione della DL, potrà essere consentita la stesa a temperature diverse.

In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad una abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 15°C e 18°C ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa, se non si fa uso della tavola sarà necessario, prima

della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale.

Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati e previa verifica che il transito non danneggi lo strato.

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

#### **5.6.1.6 Protezione superficiale**

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di  $1 \div 2 \text{ Kg/m}^2$ , in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto e successivo spargimento di sabbia.

#### **5.6.1.7 Norme di controllo delle lavorazioni**

A discrezione della Direzione dei Lavori verrà verificata la rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele.

Verrà ammessa una tolleranza di  $\pm 5$  punti percentuali fino al passante al setaccio 4 e di  $\pm 2$  punti percentuali per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

La rispondenza delle caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio eseguite per la loro qualifica. La rispondenza delle granulometrie delle miscele a quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 mc. di materiale posto in opera.

A compattazione ultimata la densità in sito dovrà essere non inferiore al 94% della densità dei provini giratoria (miscela di progetto a 180 giri) nel 100% delle misure effettuate.

La portanza dello strato dovrà essere rilevata con prove a piastra statica o, in alternativa, mediante LWD (Light Weight Deflectometer tipo Dynatest) con valori min 60Mpa dopo 4 ore e 200Mpa dopo 1gg e secondo procedura di prova descritta all'art 5.6.

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 400 m. di strada o carreggiata.

Lo spessore stabilito non dovrà avere tolleranze in difetto superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti; in caso contrario sia per la planarità che per le zone omogenee con spessore in difetto sarà obbligo

dell'Appaltatore a sua cura e spesa compensare gli spessori carenti incrementando in egual misura lo spessore in conglomerato bituminoso sovrastante.

## **5.6.2 Fondazione (o sottobase) in misto cementato o calce (\*), la tecnica della miscelazione in sito**

### **5.6.2.1 Descrizione**

Il misto cementato per fondazione (sottobase) con miscelazione in sito sarà costituito da una miscela di inerti costituenti la preesistente fondazione in misto granulare da miscelare in sito, mediante idonei miscelatori (pulvimixer), dopo aggiunta di cemento ed acqua, per uno spessore di norma di cm. 20 e comunque variabile secondo le indicazioni della DL (ma comunque non superiore a 30 cm).

Altri spessori potranno essere richiesti secondo le caratteristiche progettuali.

### **5.6.2.2 Caratteristiche dei materiali**

#### **5.6.2.2.1.1 Inerti**

- Nel caso di impiego della preesistente fondazione in misto granulare, occorrerà verificare l'assenza di sostanze plastiche (limi, argille) e la rispondenza alle prescrizioni granulometriche (UNI EN 933-1) indicate nel fuso seguente:

setacci	UNI (mm)	Fuso (passante %)
setaccio	63	100-100
setaccio	40	86-100
setaccio	20	70-96
setaccio	14	62-90
setaccio	8	48-76
setaccio	4	30-58
setaccio	2	20-42
setaccio	0.25	7-20
setaccio	0.063	5-12

Qualora le caratteristiche del misto non rispondessero a tali indicazioni la DL potrà permetterne la correzione mediante aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto e per un massimo del 20% in peso del totale della miscela.

L'indice di plasticità dovrà essere inferiore a 10 e comunque il prodotto finale dovrà avere le caratteristiche a compressione e a trazione a 7 giorni come indicato al punto 5.1.3.

Nel caso di impiego di misto granulare nuovo la curva granulometrica dovrà essere sempre continua ed uniforme e rispettare i limiti del fuso di seguito riportato; gli inerti non dovranno avere forma allungata o lenticolare e la perdita in peso Los Angeles (UNI-EN1097-2) non superiore a 30% in peso.

L'indice di plasticità (CNR UNI 10.014) dovrà risultare uguale a zero.

setacci	UNI (mm)	Fuso (passante %)
setaccio	63	100-100
setaccio	40	84-100
setaccio	20	68-90
setaccio	14	58-82
setaccio	8	44-70
setaccio	4	28-54
setaccio	2	22-42
setaccio	0.25	8-20
setaccio	0.063	6-12

(\*) l'impiego della calce è previsto per lavorazioni che interessano strati posti sotto la fondazione inquinati da argille

#### **5.6.2.2.1.2 Legante**

Verrà impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'altoforno) di classe 325.

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 3% e il 5% sul peso degli inerti asciutti.

#### **5.6.2.2.1.3 Acqua**

Dovrà essere pura ed esente da sostanze organiche.

L'umidità potrà essere controllata in cantiere con sistemi rapidi.

Nel caso di lavori durante la stagione calda sarà opportuno riumidificare il misto miscelato, prima della rullatura.

#### **5.6.2.3 Studio della miscela in laboratorio**

Prima delle lavorazioni si deve prevedere almeno un saggio di almeno 150 kg su cui effettuare uno studio da realizzare con provini giratoria per stabilire le percentuali di cemento e acqua ottime ed eventuali integrazioni.

Ai fini della determinazione delle percentuali di cemento e umidità ottima si dovranno realizzare provini con pressa giratoria a n° giri 180 con le seguenti caratteristiche:

### Caratteristiche provini giratoria

Pressione verticale kPa	600 ± 3
Angolo di rotazione	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione (giri/min)	30
Diametro provino (mm)	150

### Caratteristiche di resistenza

	3 gg	7 gg	Dimensioni provini
Rit 25°C (MPa)	0,20 – 0,45	0,25-0,50	Diametro 150 mm, altezza 100-130 mm
Compressione semplice 25 °C (MPa)	1,3 – 3,5	2,0 – 5,0	Diametro 150 mm, altezza 160-200 mm

I provini vanno maturati a 40 °C e termostati a 25 °C per 4 ore prima del test di rottura.

### Studio di progetto

I parametri sopra descritti potranno essere ricercati mediante l'effettuazione di uno studio finalizzato alla determinazione delle percentuali ottimali del cemento e dell'acqua di compattazione oltrechè allo stabilire l'eventuale aggiunta di aggregati di integrazione.

A tal fine si dovranno realizzare provini con pressa giratoria (vedi modalità descritte sopra), secondo il seguente schema (indicativo):

Cemento (%)	3			4			5			Le percentuali sono da intendersi in peso sulla miscela degli aggregati
acqua di compattazione (%)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	
N° provini <sup>2</sup>	6	6	6	6	6	6	6	6	6	

Dallo studio si potrà evidenziare anche la necessità di integrare la miscela da riciclare con eventuali aggregati di integrazione.

<sup>2</sup> I sei provini (per ciascun punto dello studio) andranno maturati e rotti (tre a compressione e tre a trazione indiretta a 3 o 7 gg) sempre secondo le modalità di cui sopra, in cui sono descritte anche le resistenze richieste.

#### **5.6.2.4 Modalità esecutive**

La demolizione degli strati legati a bitume, realizzata secondo quanto definito al precedente art. 4.1., dovrà interessare la corsia da sistemare per una larghezza che sarà di volta in volta indicata dalla DL e che comunque non dovrà essere inferiore, là dove possibile, a 4,5 m. alla base dello scavo.

Si dovranno comunque comprendere nella superficie da demolire anche i giunti di strisciata dei vari strati eventualmente gradonando la sezione di scavo dalla quota superiore a quella inferiore in modo che la larghezza dello strato da miscelare non sia inferiore a 4,0 m.

Resta inteso che sarà da privilegiare il più possibile il rifacimento integrale dello strato di fondazione stradale anche sulle strade esistenti e che non subiranno variazioni altimetriche o di sezione, salvo diverso avviso della DL.

Nel caso di fondazioni in macadam o scapoli di pietrame e di fondazioni in misto granulare o stabilizzato molto compromesse per la presenza di sostanze argillose od altro, si procederà, dietro preciso ordine della DL alla loro demolizione ed asportazione.

La ricostruzione dello strato di fondazione sarà effettuata mediante la posa in opera di uno strato in misto granulare e/o uno strato di misto cementato confezionato in centrale secondo disposizioni della DL

Nei casi di fondazione in misto granulare parzialmente compromessa (al di sotto del 50% della superficie dello scambio da risanare) si dovrà provvedere alla sostituzione dei materiali non idonei con materiali nuovi (di caratteristiche granulometriche uguali a quelle del materiale fresco d'apporto descritte al punto 5.2.2.1.), salvo diverso avviso della DL

La rimozione della parte di strato da trattare dovrà essere realizzata mediante scarifica con idonea pala cingolata munita di “rippers” per uno spessore non inferiore a 20 cm, comunque da concordare con la DL. Il cemento verrà distribuito in modo uniforme su tutta la superficie rimossa mediante idonei spargitori. Se inizia a piovere durante questa operazione, si renderà necessario interrompere la distribuzione del cemento ed iniziare immediatamente la miscelazione del cemento con il misto granulare.

La miscelazione, preceduta da umidificazione il cui grado sarà definito in funzione della percentuale di umidità presente nel materiale da trattare e dalle condizioni ambientali, sarà realizzata con idonea attrezzatura approvata dalla DL in grado di rimuovere e mescolare uniformemente uno spessore minimo di 20 cm...

La miscelazione dovrà interessare tutta la superficie in modo uniforme comprese le fasce adiacenti alle pareti verticali dello scavo. La miscelazione non dovrà mai essere eseguita in condizioni ambientali e atmosferiche avverse quali: pioggia o temperatura ambiente non comprese tra 5°C e 35°C.

Le condizioni ambientali ottimali si verificano con temperature intorno a 18°C e con tasso di umidità di circa il 50%; con temperature superiori l'umidità dovrà risultare anch'essa crescente. Con temperature inferiori il tasso di umidità non dovrà essere inferiore al 15%.

Completata l'operazione di miscelazione si dovrà provvedere al regolare ripristino dei piani livellando il materiale con idonea attrezzatura secondo le quote e le disposizioni della DL

Il materiale dovrà presentare in ogni suo punto uniformità granulometrica e giusto dosaggio di cemento.

Le operazioni di costipamento e la successiva stesa dello strato di protezione dovranno essere eseguite immediatamente dopo le operazioni di miscelazione e di risagomatura; dovranno comunque essere ultimate entro tre ore dalla stesa del cemento.

L'addensamento dello strato che potrà essere preceduto, a discrezione della DL, da una eventuale ulteriore umidificazione, dovrà essere realizzato come indicato al punto 5.1.5.

Considerata la complessità dell'effettuazione di uno studio completo che segua lavorazioni di notevole rilevanza e anche l'estrema variabilità potenziale del materiale da stabilizzare che potrebbe vanificare l'effettuazione di un solo studio su un solo prelievo per ottimizzare la lavorazione, si dovrà effettuare una serie di verifiche durante l'esecuzione dei lavori secondo la metodologia descritta di seguito.

Ogni 200 m circa di lavorazione dovranno essere effettuate le seguenti valutazioni:

- a) verifica della granulometria
- b) verifica della % di umidità;
- c) verifica della % di cemento che dovrà avere un valore legato alla natura del materiale da riciclare ed alla sua % di umidità

Indicativamente considerando una lavorazione di 25cm, si fornisce la seguente tabella per l'impiego di cemento in funzione del contenuto d'acqua.

Contenuto d'acqua totale	Cemento	Kg cemento a mq su 25cm di lavorazione.
5-6%	2,5 %	12,5
6-7%	3,0 %	15,0
7-10%	3,5 %	17,5

d) formazione di provini giratoria per la verifica delle resistenze e densità.

La DL stabilirà se e come procedere ad eventuali integrazioni di aggregati di diversa pezzatura (graniglie ecc).

#### **5.6.2.5 Protezione superficiale**

Si richiamano espressamente le norme di cui al punto 5.1.6.

#### **5.6.2.6 Norme di controllo delle lavorazioni**

Si richiamano espressamente le norme di cui al punto 5.1.7.

### **5.6.3 Misto granulare stabilizzato per fondazione e/o sottofondazione**

#### **5.6.3.1 Descrizione**

La fondazione in oggetto è costituita da una miscela di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tale miscela (trattenuta al setaccio UNI 2 mm) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla DL

Questa lavorazione si applica per strati di fondazione nelle **Manutenzioni Straordinarie (MS) o Nuove Lavorazioni (NC)** esclusivamente nei casi di strade di minore rilevanza e può essere impiegata anche per lavori di sottofondazione come ultimo strato del rilevato stradale.

La fondazione potrà essere formata da materiale di apporto idoneo oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato progettualmente e verificato dalla DL

#### **5.6.3.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare**

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- a) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 63 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

setacci UNI (mm)	Fuso (passante %)
setaccio 63	100-100
setaccio 40	84-100
setaccio 20	70-92
setaccio 14	60-85

setaccio	8	46-72
setaccio	4	30-56
setaccio	2	24-44
setaccio	0.25	8-20
setaccio	0.063	6-12

- c) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso;
- d) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio ASTM n. 4; compreso tra 40 e 80 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia pari a 80 potrà essere modificato dalla DL in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 40 e 60 la DL richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma.

Indice di portanza C.B.R.<sup>3</sup> dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non minore di 50.

E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a, b, d, e, salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

### 5.6.3.3 Studio preliminare

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla DL mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno per la loro valutazione prima dell'inizio delle lavorazioni.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

---

<sup>3</sup> CNR-UNI 10009 - Prove sui materiali stradali indice di portanza CBR di una terra  
Capitolato speciale d'appalto Norme tecniche

I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli della DL in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo avere effettuato il costipamento.

#### **5.6.3.4 Modalità esecutive**

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma, i requisiti di compattezza ed essere ripulito da materiale estraneo non idoneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque eccesso di umidità o danni dovuti al gelo lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

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

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla DL con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per il cantiere (prove di costipamento), tali da portare alla eventuale taratura dei mezzi costipanti.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (AASHTO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4" <sup>4</sup>.

La portanza dello strato dovrà essere rilevata mediante prove a piastra statica o, in alternativa, LWD (Light Weight Deflectometer tipo Dynatest) con valore min 60Mpa secondo procedura di prova descritta all'art 5.6.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4,5 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà

essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Per quanto riguarda il controllo delle lavorazioni si richiamano espressamente le norme di cui al punto 5.1.7.

#### **5.6.4 Prove di portanza**

Per la verifica della portanza dei sottofondi e degli strati superiori la direzione lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà ordinare l'esecuzione di usuali prove a piastra statica o, in alternativa in caso di esito non pienamente soddisfacente, a piastra dinamica lwd.

Le prove LWD devono rispettare le Norme ASTM E2583-07 "Standard Test Method for Measuring Deflections with a Light Weight Deflectometer (LWD)" e andranno eseguite applicando una forza di sollecitazione pari a circa 70 KPa mentre la durata dell'impulso di carico sarà pari a circa 30 msec.

Tale configurazione si ottiene utilizzando il carico da 10 Kg con una altezza di caduta (distanza tra terreno e base del carico) pari a 100 cm.

Le battute del LWD, secondo quanto indicato nella Norma, dovranno essere ripetute fino ad ammettere uno scarto tra le deflessioni a centro piastra  $\leq 3\%$ ; Pur nel rispetto del limite di modulo elastico richiesto, se non viene raggiunto il limite dello scarto tra due deflessioni consecutive dopo 4 ripetizioni per più di 5 punti di misura distanziati di almeno 5 metri tra loro lo strato andrà riaddensato.

Le prove eseguite, salvabili su file informatico, devono registrare almeno la pressione effettivamente applicata, il tempo di applicazione del carico, la deflessione al centro piastra ed il modulo elastico.

Il modulo elastico viene calcolato con la seguente espressione  $E=f \cdot (1-\nu^2) \cdot \sigma \cdot r / d_0$  con  $f = 2$ ,  $\nu = 0,35$ ,  $\sigma$  = sforzo effettivamente applicato,  $r = 150$  mm (raggio della piastra), e  $d_0$  = deflessione misurata al centro piastra.

### **5.7 LEGANTI BITUMINOSI E LORO MODIFICATI**

#### **5.7.1 Leganti bituminosi semisolidi**

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

### 5.7.1.1 Bitumi di base

I bitumi di base per uso stradale sono quelli di normale produzione con le caratteristiche indicate in tab. 6.A impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi di cui all'art. 7.

Le tabelle che seguono si riferiscono nella prima parte al prodotto di base così come viene prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi, nella seconda parte al prodotto sottoposto all'invecchiamento artificiale; la DL si riserva anche la possibilità di rilevare le caratteristiche elencate nella seconda parte per meglio valutare l'affidabilità di impiego dei leganti.

La non rispondenza del legante alle caratteristiche richieste comporta l'applicazione delle detrazioni di cui all'art. 7.1.8.4, qualora il materiale sia accettato dalla DL.

<b>TABELLA 6.A</b>		Bitume 50/70	Bitume 70/100
<b>caratteristiche</b>	<b>U.M.</b>	<b>valore</b>	
<b>PRIMA PARTE</b>			
penetrazione a 25° C	dmm	50-70	70-100
punto di rammollimento	° C	45-60	40-60
punto di rottura Fraass, min.	° C	≤-6	≤-8
ritorno elastico	%	-	-
stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	-
viscosità dinamica a 160° C	Pa x s	0,03-0,10	0,02-0,10
<b>SECONDA PARTE - valori dopo RTFOT (*)</b>			
incremento del punto di rammollimento	°C	≤ 9	≤ 9
penetrazione residua	%	≥40	≥50

(\*) *Rolling Thin Film Oven Test*

### 5.7.1.2 Bitumi modificati

I bitumi di base di tipo 70-100 potranno essere modificati in raffineria o tramite lavorazioni successive mediante l'aggiunta di polimeri (elastomeri e loro combinazioni) effettuata con idonei dispositivi di miscelazione al fine di ottenere migliori prestazioni dalle miscele in due modi distinti:

- in modo soft "SF" : modifica media con le caratteristiche riportate nella tabella 6.B
- in modo hard "HD": modifica forte con le caratteristiche riportate nella tabella 6.B

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

I bitumi di tipo soft potranno essere impiegati nelle miscele normali (base, binder, usura) mentre dovranno essere tassativamente impiegati i bitumi di tipo hard nelle miscele speciali (vedi art. 7.2.) salvo diversa indicazione della Committente.

<b>TABELLA 6.B - BITUMI MODIFICATI CON AGGIUNTA DI POLIMERI</b>				
<b>caratteristiche</b>	<b>U.M.</b>	<b>Base Modifica BM</b>	<b>Soft 2,5%- 3,5% SF</b>	<b>Hard 4%-6% HD</b>
penetrazione a 25° C	dmm	80-100	50-70	50-70
punto di rammollimento	° C	40-60	60-80	70-90
punto di rottura Fraass	° C	≤-8	≤ -10	≤ -12
ritorno elastico a 25° C	%	-	≥ 70	≥ 80
viscosità dinamica a 160° C	Pa x s	0,01-0,10	0,10-0,35	0,15-0,4
Stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	≤ 3 <sup>(*)</sup>	≤ 3 <sup>(*)</sup>
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test				
penetrazione residua a 25° C	%	≥ 50	≥ 40	≥ 40
Incremento del punto di rammollimento	° C	≤ 9	≤ 8	≤ 5

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

### 5.7.2 Emulsioni bituminose

Prima della realizzazione di uno strato di base è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante la pulizia e l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per **mano di ancoraggio** si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso.

Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica a rottura lenta con il 55% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 55 B 5) rispondente alle specifiche indicate nella Tabella 6.D1 , applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m<sup>2</sup>.

<b>TABELLA 6.D1 - EMULSIONI BITUMINOSE C 55 B 5 per mano di ancoraggio</b>			
<b>caratteristiche</b>	<b>Normativa</b>	<b>valori</b>	<b>Classe UNI EN 13808</b>
Polarità	UNI EN 1430	positiva	2
contenuto d'acqua	UNI EN 1428	45 +/-1%	-
contenuto di bitume	UNI EN 1428	55+/-1%	4

## COMPLETAMENTO DELLE OPERE A SERVIZIO DEL NUOVO POLO SPORTIVO

Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	>53%	4
Contenuto flussante	UNI EN 1431	0%	-
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	<10%	3
Indice di rottura	UNI EN 12850	120-180	5
Residuo bituminoso (per evaporazione)			
penetrazione a 25° C	UNI EN 1426	<100 dmm	-
punto di rammollimento	UNI EN 1427	≥ 30	-

Per **mano d'attacco** si intende una emulsione bituminosa applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationica a rottura rapida con il 70% di bitume modificato residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 70 BP 4) rispondente alle specifiche indicate nella Tabella 6.D2 .

Il dosaggio varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

<b>TABELLA 6.D2 - EMULSIONI DI BITUME MODIFICATO</b>			
<b>caratteristiche</b>	<b>Normativa</b>	<b>valori</b>	<b>Classe UNI EN 13808</b>
Polarità	UNI EN 1430	positiva	2
contenuto d'acqua	UNI EN 1428	30+/-1%	-
contenuto di bitume	UNI EN 1428	70+/-1%	8
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	>67%	8
Contenuto flussante	UNI EN 1431	0%	-
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	<10%	3
Indice di rottura	UNI EN 12850	70-130	4
Residuo bituminoso (per evaporazione)			
penetrazione a 25° C	UNI EN 1426	50-70 dmm	-
punto di rammollimento	UNI EN 1427	≥ 65°C	-
Punto di rottura (Frass)	UNI EN 12593	<-15°C	-
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	≥ 75%	5

Nel caso di stesa della base in due strati il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0.30 kg/m<sup>2</sup>; nel caso di ricariche (stesa sopra conglomerato esistente) il

dosaggio deve essere di  $0.35 \text{ kg/m}^2$  di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di  $0.40 \text{ kg/m}^2$  di bitume residuo.

E' ammesso l'utilizzo di emulsioni di bitume modificato maggiormente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

Sulla mano d'attacco, per consentire il transito dei mezzi di stesa, dovrà seguire immediatamente la granigliatura con aggregati di pezzatura 4/8 mm in ragione di 6/8 litri al metro quadrato. Allo stesso scopo possono essere utilizzati sabbia, filler o calce idrata.

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

### **5.7.3 Attivanti chimici funzionali (acf)**

Gli ACF sono composti chimici da utilizzare sempre nelle lavorazioni (a caldo e a freddo) in cui si reimpiegano materiali fresati.

Essi devono avere caratteristiche tali da modificare e migliorare le proprietà di adesione, suscettibilità termica, coesione, viscosità e resistenza all'invecchiamento del legante totale (vecchio + nuovo).

Il dosaggio sarà indicativamente dello 0,2%-0,8% in peso rispetto al legante totale, secondo indicazioni della DL ed in accordo con i Laboratori accreditati; a seconda dell'impiego l'additivo può essere disperso nell'acqua o nel legante di aggiunta (bitume od emulsione). Può anche essere aggiunto nel fresato, durante la fresatura, nel caso di impiego diretto.

I prodotti devono essere approvati dalla DL sulla base di specifiche prove eseguite dai Laboratori accreditati valutandone il dosaggio e l'efficacia.

Inoltre i prodotti devono essere accompagnati dalle schede tecniche che ne indicano caratteristiche, sicurezza e modalità di impiego, che potranno essere verificati anche con appositi test di cantiere.

Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla DL le bolle di consegna.

### **5.7.4 Attivanti di adesione (dopes)**

Gli attivanti di adesione hanno la funzione di modificare le caratteristiche superficiali degli aggregati rendendoli idrofobi e allo stesso tempo di aumentare l'adesione inerte/bitume.

Gli attivanti di adesione (a volte compresi anche negli ACF) debbono essere impiegati nel caso si utilizzino aggregati ad elevato tenore in silice come quarziti, graniti ecc (per esempio porfido).

In generale gli attivanti di adesione danno vantaggi anche nel caso di lavorazioni eseguite in condizioni meteorologiche non favorevoli, con aggregati umidi, per pavimentazioni esposte a condizioni severe (temperature basse, frequente spargimento di sali fondenti ecc.).

Indicativamente si impiegano in ragione di 0,3 - 0,6 % in peso sul bitume a seconda della natura mineralogica dell'inerte, delle caratteristiche del legante (viscosità) e della miscela da realizzare.

In linea generale vanno aumentati per miscele aperte e/o bitumi a bassa viscosità e viceversa.

Gli attivanti possono essere dispersi nel bitume (preferibile) o spruzzati sugli aggregati.

I prodotti devono essere approvati dalla DL sulla base di specifiche prove eseguite dai Laboratori accreditati valutandone il dosaggio e l'efficacia.

Inoltre i prodotti devono essere accompagnati dalle schede tecniche che ne indicano caratteristiche, sicurezza e modalità di impiego, che potranno essere verificati anche con appositi test di cantiere.

Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla DL le bolle di consegna.

## **5.7.5 Verifica prestazionale dei bitumi hard e delle emulsioni bituminose modificate**

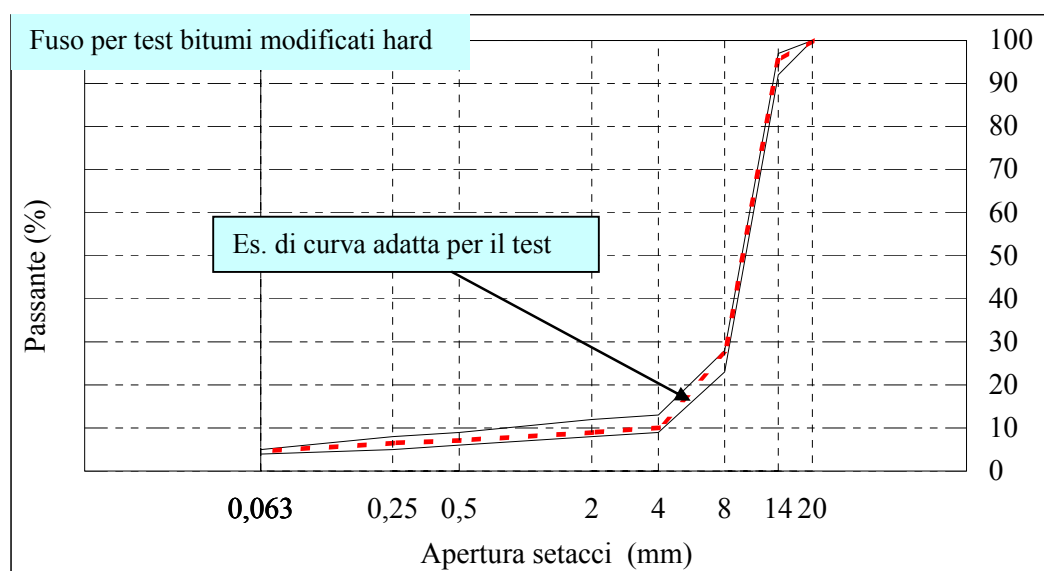
### **5.7.5.1 Verifica prestazionale dei bitumi hard**

In aggiunta alle caratteristiche richieste al punto 6.1.2, ai fini della verifica del bitume hard, si dovrà impiegare un conglomerato bituminoso drenante di riferimento standard con curva granulometrica discontinua.

Il drenante di riferimento (variando le percentuali e se necessario selezionando il materiale a partire dalle classi granulometriche disponibili) dovrà essere contenuto nel fuso indicato e dovrà essere realizzato con aggregati di tipo basalto e filler, in modo da rientrare nel fuso illustrato; andrà aggiunto legante hard da verificare al 4,8% in peso sulla miscela, e null'altro; gli aggregati devono essere poliedrici ed esenti da materiali estranei.

## COMPLETAMENTO DELLE OPERE A SERVIZIO DEL NUOVO POLO SPORTIVO

Granulometrie (Trattenuti % su setacci )	Aggregati impiegati				Passanti %	Fuso	
	filler	basalto 0/3	basalto 4/8	basalto 8/14			
20					100,0	100	100
14				5,8	95,4	92	97
8			14,8	83,5	27,1	23	28
4		0,2	84,7	10,7	10,0	9	13
2		20,3	0,5		9,0	8	12
0,5		37,0			7,1	6	9
0,25		12,1			6,5	5	8
0,063	22,0	17,2			4,6	4	5
Filler	78,0	13,2	0,0	0,0			
Impiego %	5	5	10	80			



Con il  
materiale in  
curva legato

con il bitume da testare andranno realizzati 3 provini (diametro 100mm) con pressa giratoria a 130 giri da rompere a diametrale a 25 °C; i risultati dovranno essere:

	25°C (media di 3 valori)
ITS 25°C (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	0,34 – 0,58
CTI 25°C (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	≥ 20

### 5.7.5.2 Verifica prestazionale emulsioni bituminose modificate per lavori di riciclaggio a freddo

In aggiunta al punto 6.2.2 l'emulsione modificata da riciclaggio a freddo va inoltre verificata mediante materiale in curva standard di riferimento (vedi pag. seguente).

La miscela di riferimento (variando le percentuali e se necessario selezionando il materiale a partire dalle classi granulometriche disponibili) dovrà essere contenuto nel fuso indicato e dovrà essere realizzato con aggregati di tipo basalto e filler, in modo da rientrare nel fuso illustrato; andrà aggiunta l'emulsione da verificare al 9,5% (in peso sulla miscela) e null'altro; gli aggregati devono essere poliedrici ed esenti da materiali estranei.

Gli aggregati devono essere poliedrici ed esenti da materiali estranei.

Con il materiale in curva legato con l'emulsione da testare andranno realizzati 6 provini (diametro 100mm) con pressa giratoria a 180 giri da rompere a diametrale a 25 °C a 3 gg e a 7 gg.

I provini dovranno essere maturati a 40°C.

### 5.7.6 Tabella sinottica dei materiali leganti e loro additivi

Le lavorazioni previste devono essere eseguite impiegando i leganti bituminosi adeguati:

Lavorazioni	Leganti			Additivi		
	SF	HD		ACF	DP	
Usure A e B	SF	HD		ACF	DP	
Binder	SF	HD		ACF	DP	
Base	SF	HD		ACF	DP	
Basebinder	SF	HD		ACF	DP	

	3gg (media di 3 valori)	7gg (media di 3 valori)
ITS 25°C (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	0,26 – 0,35	0,30 – 0,50
CTI 25°C (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	≥ 13	≥ 18

Lavorazioni	Leganti			Additivi		
	SF	HD		ACF	DP	FB
Drenante		HD			DP	FB
Drenante con argilla espansa		HD			DP	FB
Riciclaggio con schiumato		BM	TQ			
Riciclaggio con schiumato in impianto		BM	TQ	ACF		
Riciclaggio emulsione		ER		ACF		
Microtappeto di usura	SF	HD		ACF	DP	

ACF, DP e FB vanno utilizzati su indicazioni della DL.

### 5.7.7 Normative per la determinazione delle caratteristiche dei leganti bituminosi di cui ai punti precedenti

#### Bitumi semisolidi

Penetrazione	Normativa UNI EN 1426
Punto di rammollimento	Normativa UNI EN 1427
Punto di rottura Fraass	Normativa UNI EN 12593
Ritorno elastico	Normativa UNI EN 13398
Stabilità allo stoccaggio tube test	Normativa UNI EN 13399
Viscosità dinamica	Normativa UNI EN 13302 (Viscosimetro Rotazionale Brookfield)
Perdita per riscaldamento in strato sottile	Normativa UNI EN 12607-1

#### Emulsioni bituminose

Contenuto di bitume (residuo per distillazione)	Normativa UNI EN 1431
Contenuto d'acqua	Normativa UNI EN 1428
Grado di acidità	Normativa UNI EN 12850
Sedimentazione a 7 gg	Normativa UNI EN 12847

## 5.8 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO

### 5.8.1 Conglomerati bituminosi di base, base-binder, binder, usura

Queste miscele possono essere impiegate per tutte le tipologie di lavorazione, **Manutenzione Ordinaria (MO)**, **Manutenzione Straordinaria (MS)** e **Nuove Costruzioni (NC)**, con l'eccezione della Base che dovrebbe essere impiegata per MO solo in casi di lavorazioni di piccole entità ed improrogabili.

#### 5.8.1.1 Descrizione

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di cui all'art. 6.1. di seguito denominato "Bitume", in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, basebinder, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato. Ai fini del loro impiego i conglomerati bituminosi dovranno avere marcatura CE relativamente alle grandezze indicate all' art. 2.

### **5.8.1.2 Bitume**

Si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 6, i conglomerati di base, basebinder, binder e usura potranno essere realizzati con bitumi di base oppure con bitumi modificati.

### **5.8.1.3 Materiali inerti**

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043.

Gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme UNI EN 13108-1.

Ai fini dell'impiego è obbligatoria l'attestazione di conformità (CE) da parte del produttore relativamente (almeno) ai requisiti richiesti.

### **5.8.1.4 AGGREGATO GROSSO (PEZZATURE DA 4 A 31,5 mm)**

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

#### ***5.8.1.4.1.1 Strato di base***

Nella miscela di questo strato dovranno essere impiegati inerti frantumati (privi di facce tonde) in percentuale superiore al 70% in peso. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la Norma UNI EN 1097-2 dovrà essere inferiore o uguale al 25%.

Il coefficiente di appiattimento, determinato in accordo con la UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15.

#### ***5.8.1.4.1.2 Strato di base-binder***

Qualora previsto in progetto, nella miscela di questo strato dovranno essere impiegati inerti frantumati (privi di facce tonde) in percentuale superiore al 80% in peso. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la Norma UNI EN 1097-2 dovrà essere inferiore o uguale al 25%.

Il coefficiente di appiattimento, determinato in accordo con la UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15.

#### **5.8.1.4.1.3 Strato di collegamento (binder)**

Per questo strato dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati (privi di facce tonde), con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo la Norma UNI EN 1097-2) inferiore o uguale al 25%.

Il coefficiente di appiattimento, determinato in accordo con la UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15.

#### **5.8.1.4.1.4 Strato di usura**

Dovranno essere impiegati frantumati di cava con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo la Norma UNI EN 1097-2) inferiore o uguale al 20 ovvero, in percentuali ridotte, aggregati artificiali (argilla espansa, scorie di altoforno ecc.), in questo caso sarà la DL a decidere, caso per caso, l'idoneità dei materiali e le percentuali di impiego.

- Il coefficiente di appiattimento inferiore o uguale al 15% (UNI EN 933-3);
- resistenza alla levigatezza pari a  $PSV = 44$  (UNI EN 1097-8) calcolato col metodo del  $PSV_{mix}$ ;
- resistenza al gelo/disgelo inferiore o uguale a 1% (UNI EN 1367-1)

E' facoltà della DL concedere l'impiego di aggregati "alluvionali", cioè provenienti da frantumazione di rocce tondeggianti; in questo caso (fermo restando i requisiti richiesti), la percentuale (totale) di impiego di questi ultimi non deve essere superiore al 50%.

Gli aggregati alluvionali dovranno provenire dalla frantumazione di elementi sufficientemente grandi da essere formati da elementi completamente frantumati (privi di facce tonde) in percentuale (in peso)  $\geq 80\%$ ; la restante parte non dovrà essere mai completamente tonda.

È inoltre facoltà della DL non accettare materiali che in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti (es.: rapidi decadimenti del C.A.T., scadente omogeneità nell'impasto per la loro insufficiente affinità con il bitume, ecc.) anche se rispondenti ai limiti sopraindicati.

#### **5.8.1.4.1.5 Valore di levigabilità dovuto alla miscela di aggregati ( $psvmix$ )**

Il  $PSV_{mix}$  è un indice che si calcola per le miscele di aggregati da impiegare per gli strati superficiali esclusivamente sugli aggregati che presentano trattenuto al setaccio 2mm.

Il  $PSV_{mix}$  porta in gioco i valori del PSV delle singole pezzature con le relative masse volumiche apparenti (MVA) così da valutare l'aderenza sulla superficie stradale "pesata" in base al contributo "volumetrico" dei vari aggregati presenti.

Qualora non sia possibile disporre di aggregati tutti di  $PSV \geq 44$  ( $PSV_{44}$ ) si potranno adottare miscele con aggregati di natura petrografica diversa (miste), alcune con PSV comunque  $\geq 40$

(PSV<sub>40</sub>), escluse le sabbie, ed altre con PSV  $\geq 44$ , (PSV<sub>44</sub>) combinati tra loro in modo da ottenere un PSV<sub>mix</sub> calcolato  $\geq 44$ ; questo risultato si ottiene o con la presenza di materiali naturali porosi, o più semplicemente usando argilla espansa di tipo strutturale per usure drenanti e di tipo resistente per usure chiuse od altri materiali idonei.

A partire dalle percentuali in peso di impiego (% inerte 1, % inerte 2, ecc.):

- Si misurano le masse volumiche apparenti MVA (MVA1, MVA2, ecc.) di tutte le pezzature che presentano trattenuto al 2mm
- Per ogni pezzatura: si escludono le percentuali di impiego passanti al 2mm, si sommano le percentuali di trattenuto uguali o superiori al 2mm e la risultante si moltiplica per la percentuale di impiego
- Si riporta la somma a 100 per avere le nuove percentuali di impiego “trattenute al 2mm”
- Le nuove percentuali di impiego vengono trasformate in percentuali volumetriche (VOL<sub>i</sub>) utilizzando le MVA e riportate anch'esse a 100%)

Il PSV<sub>mix</sub> si calcola sommando il prodotto della percentuale volumetrica di ogni pezzatura (compresa la sabbia) utilizzata per il relativo valore di PSV diviso per 100.

$$\text{PSV mix}_x = \sum_i(\text{PSV}_i \cdot \text{VOL}_i)/100$$

#### **5.8.1.5 AGGREGATO FINO (PEZZATURE INFERIORI A 4 mm)**

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione.

L'equivalente in sabbia determinato secondo la UNI EN 933-8 dovrà essere superiore od uguale a 75, nel caso di impiego in strati di usura, ovvero superiore o uguale a 60 negli altri casi .

#### **5.8.1.6 Additivi**

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- alla prova UNI EN 933-10 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:  
 setaccio UNI 2 mm passante in peso 100%  
 setaccio UNI n. 0,125 passante in peso 85 - 100%  
 setaccio UNI n. 0,063 passante in peso 70 - 100%
- indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 17892-12): NP
- palla e anello (filler/bitume=1.5) (UNI EN 13179-1):  $\Delta_{R\&B} > 5\%$

**5.8.1.7 Miscele**

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica determinata in conformità con la UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base+2 e compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso della miscela, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).

**5.8.1.7.1.1 Base**

Apertura setacci UNI	passante totale in peso %
setaccio 31.5	100
setaccio 20	68-88
setaccio 16	55-78
setaccio 8	36-60
setaccio 4	25-48
setaccio 2	18-38
setaccio 0,5	8-21
setaccio 0,25	5-16
setaccio 0,063	4-8

Bitume, riferito alla miscela, 3,8%-5,2% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori compresi tra 8 e 18 cm.

**5.8.1.7.1.2 Basebinder**

Apertura setacci UNI	passante totale in peso %
setaccio 31.5	100
setaccio 20	78-100
setaccio 16	66-86
setaccio 8	42-62
setaccio 4	30-50
setaccio 2	20-38
setaccio 0,5	8-21
setaccio 0,25	5-16
setaccio 0,063	4-8

Bitume, riferito alla miscela, 4,0%-5,3% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori compresi tra 7 e 12 cm.

**5.8.1.7.1.3 Binder**

Apertura setacci UNI	passante totale in peso %
setaccio 20	100
setaccio 16	90-100
setaccio 12,5	66-86
setaccio 8	52-72
setaccio 4	34-54
setaccio 2	25-40
setaccio 0,5	10-22
setaccio 0,25	6-16
setaccio 0,063	4-8

Bitume, riferito alla miscela, 4,1%-5,5% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori compresi tra 4 e 8 cm.

**5.8.1.7.1.4 Usura**

Apertura setacci UNI	passante totale in peso %	
	FUSO A	FUSO B
setaccio 16	100	-
setaccio 12,5	90-100	100
setaccio 8	70-88	90-100
setaccio 4	40-58	44-64
setaccio 2	25-38	28-42
setaccio 0,5	10-20	12-24
setaccio 0,25	8-16	8-18
setaccio 0,063	6-10	6-10

Bitume, riferito alla miscela, 4,5%-6,1% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori compresi tra 4 e 6 cm per l'usura tipo A e 3 cm per il tipo B.

La DL si riserva la facoltà di decidere di volta in volta quale sarà il fuso di riferimento da adottare.

**5.8.1.8 Requisiti di accettazione**

I conglomerati dovranno avere ciascuno i requisiti descritti nei punti a cui si riferiscono.

Le miscele devono avere massime caratteristiche di resistenza a fatica, all'ormaiamento, ai fattori climatici e in generale ad azioni esterne.

Le miscele devono essere verificate mediante **pressa giratoria** con i seguenti parametri di prova:

Pressione verticale kPa	600 ± 3	
Angolo di rotazione	1,25 ± 0,02	
Velocità di rotazione (giri/min)	30	
Diametro provino (mm)	150	Per base e basebinder
Diametro provino (mm)	100	Per usura A ,B e Binder

#### 5.8.1.8.1.1 Strato di base e base binder

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque eventuale assestamento del sottofondo anche a lunga scadenza.

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale).

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	Base e basebinder			% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
	TQ	Sf	HD	
N1	10	10	10	11-15
N2	100	110	120	3-6
N3	180	190	200	≥ 2

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Miscela con bitume TQ	Miscela con bitume SF e HD
Rt (GPa x 10-3)	0,72 – 1,40	0,95 – 1,70
CTI (GPa x 10-3)	≥ 65	≥ 75

**5.8.1.8.1.2 Strato di collegamento (binder)**

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli. I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale).

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	Base e basebinder			% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
	TQ	Sf	HD	
N1	10	10	10	11-15
N2	100	110	120	3-6
N3	180	190	200	≥ 2

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Miscela con bitume TQ	Miscela con bitume SF e HD
Rt (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	0,72 – 1,40	0,95 – 1,70
CTI (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	≥ 65	≥ 75

**5.8.1.8.1.3 Strato di usura**

Elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale.

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale).

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	Usura A e B	% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)

## COMPLETAMENTO DELLE OPERE A SERVIZIO DEL NUOVO POLO SPORTIVO

	TQ	Sf	HD	
N1	10	10	10	11-15
N2	120	130	140	3-6
N3	210	220	230	$\geq 2$

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Miscele con bitume TQ	Miscele con bitume SF e HD
Rt (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	0,72 – 1,40	0,95 – 1,70
CTI (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	$\geq 65$	$\geq 75$

#### 5.8.1.8.1.4 Controllo dei requisiti di accettazione

Le seguenti attività di controllo, di tipo prescrittivo, si applicano sempre ai lavori di Manutenzione Ordinaria (MO), eventualmente ai lavori di Manutenzione Straordinaria (MS) e Nuove Costruzioni (NC) secondo quanto indicato nell'art 1.1.

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sui campioni di aggregato o di legante per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a provvedere con congruo anticipo, rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, alla composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali.

Una volta accettata dalla DL la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

Non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato per il passante maggiore o uguale al 2mm:

- $\pm 5\%$  per lo strato di base e base-binder;
- $\pm 3\%$  per gli strati di binder ed usura.

Per il passante minore di 2mm e maggiore di 0,063, non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato del  $\pm 3\%$ .

Per il passante al setaccio 0,063 mm  $\pm 1,5\%$ .

Per la percentuale di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quella di progetto di  $\pm 0,25\%$  e sempre contenuta nei limiti indicati per ciascuna miscela.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

Dovranno essere effettuati almeno con frequenze giornaliere:

- 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 andrà effettuata mediante estrazione del legante con ignizione o sistemi a solvente dalla quale verrà ricavata la granulometria e la percentuale di legante, prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o dietro finitrice;
- Sui prelievi di conglomerato andranno inoltre realizzati provini giratoria per in controllo della percentuale dei vuoti e delle resistenze diametrali che dovranno rispettare gli intervalli espressi (art. 7.1.8);

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume dovrà essere fatta almeno una volta a settimana con prelievi a norma UNI EN 58 sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto del prelievo sul campione verrà indicata la quantità Q (in tonnellate) della fornitura a cui il prelievo si riferisce.

Ai fini dell'applicazione della penale dovranno essere rispettate le caratteristiche richieste nella prova di cui all'art. 6 tabelle 6.A,B relativamente alla Penetrazione, Palla e Anello e Viscosità a  $160^{\circ}\text{C}$  sul bitume prelevato in impianto, con una tolleranza del 10% sui range (ad es. se la penetrazione prevista è 50-70 dmm le soglie per la penale sono  $50-0,1*50=45\text{dmm}$  e  $70+0,1*70=77\text{dmm}$ ).

Sempre ai fini della applicazione della penale dovranno essere rispettate le soglie delle percentuali del bitume di cui agli art. 7.1.7 e art. 7.1.8 sempre con una tolleranza del 10%.

La DL potrà applicare la penale anche nel caso una sola delle quattro grandezze di cui sopra risulti fuori dai range descritti. E' facoltà della DL ritenere comunque accettabili le lavorazioni così come eseguite.

Calcolo della penale: qualora una o più delle grandezze di cui sopra non risulti nei range descritti verrà detratta del 15% una quantità standard CM di conglomerato bituminoso ad un prezzo standard PS, calcolata secondo il seguente metodo:

$$CM_{(metri\ cubi)} = Q / (2,3 \times 0,045)$$

$$D_{(euro)} = 0,15 \times CM \times PS$$

D è la cifra da detrarre e PS è il prezzo (€/mc) di aggiudicazione dei lavori del conglomerato realizzato con il bitume in oggetto.

Nel caso lo stesso bitume sia utilizzato per più tipologie di conglomerato si utilizzerà il conglomerato con il prezzo più alto.

Nel caso in cui non si riesca a risalire alla quantità Q di bitume oppure il parametro da penalizzare (fuori tolleranza) sia la percentuale del bitume si considererà  $Q = 20\text{ton}$ .

L'applicazione di questa clausola non esclude quelle previste in altri articoli.

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 che riterrà necessari atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Ai fini della valutazione della qualità e della posa in opera del conglomerato la DL può disporre l'esecuzione di carotaggi (effettuati entro 6 mesi dalla fine della lavorazione)

I carotaggi verranno utilizzati o per la taratura di eventuali misure ad Alto Rendimento con Radar penetrometrico o come misura diretta da cui scaturiscono le eventuali detrazioni di cui all'art. 10.5.1..

I carotaggi, indicativamente 3 carote/km per corsia, scelte in modo casuale nel caso di uso diretto di misura degli spessori, dovranno avere diametro compreso tra 100 e 200 mm. Dovranno essere individuati gli spessori dei singoli strati componenti il pacchetto con particolare riferimento ai conglomerati bituminosi.

Nel caso dell'uso per taratura dei radar penetrometrici, i carotaggi saranno fatti dopo il passaggio delle macchine nei punti più adatti allo scopo (segnale radar meglio definito).

#### **5.8.1.8.1.5 Controllo sulla qualità della compattazione delle miscele**

Per ogni lavorazione descritta nelle presenti Norme Tecniche sono indicati i mezzi più adatti per eseguire un buon costipamento.

A riprova della presenza e del buon uso dei sistemi di compattazione dei diversi strati presenti in opera la percentuale dei vuoti (rilevabile da carotaggi) dovrà risultare nei limiti della tabella seguente:

Lavorazioni	% dei vuoti (Vm : UNI EN 12697-8)	
	min.	max.
Base	3	9
Base-binder	3	9
Binder	3	8
Usure A e B	3	8

Le verifiche potranno essere fatte anche in corso d'opera con possibilità di richiesta da parte della DL di variazione del sistema di compattazione.

#### **5.8.1.8.1.6 Formazione e confezione delle miscele**

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

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La DL potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della mescolazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammanimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160° e 180°C e quella del legante tra 150 e 180°C salvo diverse disposizioni della DL in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà superare lo 0,5% in peso.

#### **5.8.1.8.1.7 Posa in opera**

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla DL in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La DL si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa acida al 55% in peso per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura

e /o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

L'impianto di confezionamento del conglomerato dovrà essere collocato di norma entro un raggio di 70 chilometri dalla zona di stesa.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160°C per conglomerati con bitume modificato e 140°C per conglomerati con bitumi normali.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento di norma dovrà essere realizzato con rulli dei seguenti tipi:

- strato di base e di collegamento - rullo combinato vibrante gommato più rullo gommato con almeno sette ruote e peso del rullo di 12 ton;
- strato di usura - rulli gommati e vibranti tandem con peso di almeno 10 ton.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 ton per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base a discrezione della DL potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente; sarà tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 10.

Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla DL la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa o bitume preferibilmente modificato in ragione di 0,6-1,2 kg/m<sup>2</sup>.

Nel caso di risanamento superficiali l'uso dei bitumi modificati come mano di attacco è d'obbligo.

Tra i vari strati deve comunque essere sempre prevista la mano di attacco.

#### **5.8.1.8.1.8 Conglomerato bituminoso riciclato (fresato)-modalità di reimpiego**

In caso di utilizzo di materiale fresato, la classificazione del materiale andrà fatta secondo la UNI EN 13108/8.

I conglomerati bituminosi fresati dalle pavimentazioni, per brevità chiamati nel seguito “fresati”, sono materiali provenienti da fresature dirette, a freddo o a caldo, o da demolizioni a blocchi di pavimentazioni preesistenti sottoposte a successiva frantumazione. Essi vanno utilizzati o nei conglomerati bituminosi, con o senza altri materiali vergini, oppure per la costruzione di rilevati di qualsiasi tipo, per piazzole di sosta, rampe di conversione o d'uscita per usi di servizio o in condizioni di blocco stradale, allargamento di corsie d'emergenza, aree di parcheggio, d'atterraggio elicotteri ecc. e per tutte le sottofondazioni delle pavimentazioni.

L'impiego del fresato deve rispondere a quanto prescritto dal TU Ambientale 152/06. In particolare, la messa in riserva e l'impiego di fresato per gli usi sopra descritti, al di fuori dei conglomerati bituminosi, è subordinato all'esecuzione del “test di cessione” sul rifiuto eseguito sul materiale tal quale, secondo il metodo riportato in allegato n° 3 al Decreto Ministeriale del Ministero dell'Ambiente n° 72 del 5 febbraio 1998. (Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del DL n° 22 del 5 febbraio 1997)..

I materiali risultanti positivi o vengono inertizzati prima dell'uso (per lavaggio o per rivestimento con calce) o devono essere inviati a discarica autorizzata.

La durata della messa a riserva provvisoria non deve mai superare un anno, ed il suo utilizzo al di fuori dei conglomerati bituminosi deve essere accompagnato da un progetto da presentare con la richiesta di sistemazione definitiva

Ai fini del massimo reimpiego nelle miscele a caldo di conglomerati bituminosi fresati, si danno qui di seguito le indicazioni necessarie al corretto utilizzo.

Per gli strati di base basebinder e binder si possono usare fresati di qualsiasi provenienza, mentre per le miscele da impiegare negli strati di usura va usato solo fresato proveniente da strati di usura drenanti o meno.

Tutto il fresato prima dell'impiego va "vagliato" al 30 mm, per gli strati di base e base-binder, e al 20 mm per gli strati di binder e usura; ciò al fine di evitare di comprendere elementi grossolani e per ridurre la "variabilità" della miscela.

L'impiego dei fresati comporta l'impiego di rigeneranti (1 - 5% in peso sul bitume totale) per il vecchio bitume; tali rigeneranti devono essere approvati come indicato all'art 6.3 e vanno impiegati in particolari zone (es. zone ad elevato traffico) e sempre su indicazione della DL.

In caso di impiego di fresato le percentuali minime di bitume totale salgono di 0,2% per tutte le miscele (vedi punti 7.1.7 e 7.1.8) considerando nella miscela totale anche il bitume contenuto nel fresato.

Il controllo della percentuale di fresato da parte della DL potrà essere effettuato direttamente in impianto.

Ai fini del reimpiego (in base alla disponibilità e alla tipologia dell'impianto) è possibile impiegare le seguenti percentuali di fresato:

	% di impiego di fresato														
	Usura a			Usura b			Binder			Base-binder			Base		
Tipologia bitume	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD
% di fresato	≤10	≤15	≤15	≤10	≤15	≤15	≤15	≤25	≤20	≤15	≤25	≤20	≤15	≤30	≤25
% di ACF sul bitume	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5

## 5.9 CONGLOMERATI BITUMINOSI RIGENERATI IN SITO O IN IMPIANTO

### 5.9.1 Rigenerazione a caldo in sito di binder e usura

La rigenerazione in sito delle pavimentazioni in conglomerato bituminoso viene realizzata mediante attrezzature costituite da macchine idonee alla rimozione del manto stradale, preceduta o no dal

riscaldamento dello stesso, con la possibilità di aggiungere materiali freschi e nuovo legante, di omogeneizzare la miscela, rimescolandola con il materiale preesistente, di stendere e compattare il conglomerato ottenuto.

#### **5.9.1.1 Materiali inerti**

Nei lavori dove è prevista l'aggiunta di inerte fresco questi dovranno rispettare le stesse prescrizioni di cui all'art. 7.1.4.

#### **5.9.1.2 Legante**

Il legante sarà costituito da quello presente nel materiale da riciclare integrato da bitume fresco o bitume fresco additivato con A.C.F., in modo da ottenere viscosità e adesione tali da garantire le caratteristiche prescritte nel punto 8.1.3. che segue. Il bitume fresco sarà normalmente del tipo 80/100 con le caratteristiche descritte nella tabella 6.A..

#### **5.9.1.3 Miscela**

La miscela di materiale da riciclare ed eventuali inerti freschi sarà tale da avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso prescritto per il materiale che si vuol costituire (binder o usura) così come previsto nelle specifiche Norme Tecniche per il materiale fresco e le stesse caratteristiche tecniche richieste.

#### **5.9.1.4 Controllo dei requisiti di accettazione**

Valgono le stesse prescrizioni dei conglomerati tradizionali art. 7.1.8.

#### **5.9.1.5 Formazione e confezione delle miscele**

L'eventuale riscaldamento del manto stradale deve riguardare l'intero strato interessato dall'intervento.

La rimozione dello strato deve essere effettuata con idonee attrezzature in modo tale da non alterare, oltre certi limiti definiti dalla DL la granulometria degli inerti della miscela in opera.

L'aggiunta di legante nuovo con eventuali rigeneranti (ACF) opportunamente omogeneizzati dovrà essere effettuata mediante attrezzature in grado di fornire quantità variabili misurabili.

Tali attrezzature dovranno essere corredate da dispositivi per il controllo visivo delle quantità di legante immesso e dovranno essere tarate in modo che l'immissione dello stesso sia direttamente dipendente dalla velocità di avanzamento della macchina.

Il rimescolamento dei materiali freschi e dei materiali presenti dovrà essere effettuato con idoneo mescolatore in grado di assicurare una sufficiente omogeneizzazione del conglomerato.

### 5.9.1.6 Posa in opera della miscela

La stesa dovrà essere realizzata con idonea piastra finitrice, munita di opportuni sistemi di riscaldamento. Si precisa che la temperatura del manto rigenerato subito dietro la piastra non dovrà essere inferiore a 130° in tutto il suo spessore.

L'addensamento dello strato rigenerato verrà realizzato con idonei rulli gommati fino al raggiungimento della densità percentuale che verrà di volta in volta definita dalla DL e che comunque non potrà essere inferiore al 98% di quella rilevata nello strato preesistente. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 ton per le operazioni di finitura di giunti e riprese.

I giunti longitudinali dovranno essere preventivamente ed opportunamente riscaldati in modo che non si danneggi la fascia indisturbata della pavimentazione a margine e successivamente emulsionati nelle fasce a contatto con la zona rigenerata (deroghe da questi comportamenti dovute a particolarità speciali di macchine riciclatrici dovranno essere preventivamente approvate dalla DL).

A lavoro ultimato il manto rigenerato dovrà risultare perfettamente ancorato allo strato sottostante.

La superficie finita dovrà risultare perfettamente sagomata, priva di sgranature o irregolarità ed esente da difetti dovuti a fenomeni di segregazione degli elementi litoidi più grossi e di concentrazione anomala di legante.

Un'asta rettilinea di 4,0 m posta in qualunque direzione dovrà aderire alla superficie in modo uniforme.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di mm 5.

In particolare sono altresì a carico dell'Impresa per i lavori di rigenerazione i seguenti oneri per:

- gli studi delle miscele e della proposta di formulazione per la correzione d'integrazione del materiale da riciclare che dovranno essere presentati alla Committente con congruo anticipo e approvati dalla DL prima dell'inizio delle lavorazioni;
- l'esecuzione, in corso d'opera mediante idoneo laboratorio mobile di prelievi giornalieri allo scopo di determinare le caratteristiche del materiale riciclato;
- l'eliminazione delle eccedenze di materiale a seguito delle integrazioni degli inerti;
- i materiali di risulta delle demolizioni parziali o totali delle sovrastrutture o altro ritenuti idonei dalla Direzione dei Lavori potranno essere reimpiegati per la confezione di nuovi conglomerati bituminosi nelle percentuali, modalità e norme definite dalla Società Appaltante.

I materiali di risulta che non saranno reimpiegati rimangono di proprietà dell'Impresa che provvederà al trasporto a discarica.

Per tutte le altre caratteristiche non espressamente menzionate si richiamano le prescrizioni dell'art. 7.1.8., detrazioni comprese.

### **5.9.2 Rigenerazione a freddo in sito o tramite impianto mediante emulsione bituminosa modificata**

La rigenerazione in sito a freddo mediante emulsione modificata delle pavimentazioni in conglomerato bituminoso viene realizzata reimpiegando materiali fresati da pavimentazioni stradali, opportunamente selezionati, legati nuovamente con emulsione, stesi e compattati.

La tecnologia viene impiegata per riciclare pacchetti di conglomerato bituminoso ammalorati in sito o già stoccati in cantiere (fresati).

La tecnologia del riciclaggio con emulsione prevede diverse modalità operative:

in sito mediante treno di riciclaggio mobile o tramite idonee riciclatrici

in impianto fisso o tramite impianti semoventi (su rimorchi) che hanno la possibilità di essere “piazzati” in aree vicino al sito di stesa

Gli spessori degli strati compattati potranno variare da 12 a 20 cm.

#### **5.9.2.1 Materiali inerti**

La tecnologia del riciclaggio con emulsione permette di riciclare fresati di pavimentazioni ammalorate per la formazione di strati di base e basebinder, miscelando con emulsione bituminosa modificata, cemento e acqua il fresato (in sito o in impianto idoneo) stendendo (con finitrice) e compattando il pacchetto risultante.

Per la realizzazione della miscela ai fini del raggiungimento delle necessarie caratteristiche tecniche (granulometria, resistenza, portanza) è consentita l'integrazione con aggregati frantumati di cava (frantumazione 100%) nella percentuale massima del 30%

#### **5.9.2.2 Legante e additivi**

Per legante si dovrà impiegare emulsione bituminosa acida modificata (con SBS e/o lattice) secondo le caratteristiche indicate all'art 1.4. tabella 6D (sezione bitumi), in percentuali comprese tra 3,0 e 4,5% in peso sugli aggregati;

Il cemento andrà dosato in percentuali tra 0,7 e 1,5% in peso sugli aggregati.

In aggiunta all'emulsione dovrà essere impiegato cemento 325 (Portland, d'altoforno o pozzolanico).

L'acqua di aggiunta dovrà essere pura priva di sostanze organiche

Gli additivi rigeneranti/attivanti di adesione dovranno essere sempre impiegati

secondo le risultanze dello studio preliminare e seguendo anche le indicazioni dell'art.6.3

### 5.9.2.3 Miscela

La miscela di materiale da riciclare ed eventuali inerti freschi sarà tale da avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso prescritto

#### Granulometria materiale post estrazione

Apertura Setacci (mm)	Fuso	
	31,5	100
20	68	92
14	50	75
8	36	60
4	25	48
2	18	38
0,25	8	20
0,125	5	14
0,063	4	9

La granulometria è intesa del materiale post estrazione del bitume

### 5.9.2.4 Requisiti di accettazione

Le miscele devono avere massime caratteristiche di resistenza a fatica, all'ormaiamento, ai fattori climatici e in generale ad azioni esterne.

Le miscele devono essere verificate mediante **pressa giratoria** con i seguenti parametri di prova:

Pressione verticale kPa	$600 \pm 3$
Angolo di rotazione	$1,25 \pm 0,02$
Velocità di rotazione (giri/min)	30
Diametro provino (mm)	150

Per le resistenze si dovranno realizzare provini con pressa giratoria con n° giri 180 con le seguenti caratteristiche.:

	3 gg	Dimensioni provini
ITS 25°C (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	0,32-0,55	Diametro 150mm – altezza 100-130 mm
Compressione semplice 25 °C (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	1,2 – 2,5	Diametro 150mm – altezza 160-200 mm

I provini vanno maturati a 40 °C e termostati a 25 °C per 4 ore prima del test di rottura. 10<sup>-3</sup>

#### 5.9.2.4.1.1 Studio preliminare

I parametri sopra descritti potranno essere ricercati mediante l'effettuazione di uno studio finalizzato alla determinazione delle percentuali ottimali dei leganti (cemento ed emulsione) e dell'acqua di compattazione oltreché allo stabilire l'eventuale aggiunta di aggregati di integrazione. A tal fine si dovranno realizzare provini con pressa giratoria (art. 8.2.4.), secondo il seguente schema.

emulsione (%)	2,0			3,0			4,0			Le percentuali sono da intendersi in peso sulla miscela
cemento (%)	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	
Acqua di compattaz. (%) (°)	4	5	6	4	5	6	4	5	6	
N° provini	6(*)	6	6	6	6	6	6	6	6	

I sei (\*) provini (per ciascun punto dello studio) andranno maturati e rotti (tre a compressione e tre a trazione indiretta) sempre secondo l'art. 8.2.4, in cui sono descritte anche le resistenze richieste.

#### 5.9.2.5 Controllo dei requisiti di accettazione

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di fresato di legante emulsione per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a provvedere con congruo anticipo, rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, alla composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali.

Una volta accettata dalla DL la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

Per la percentuale di bitume totale (vecchio più proveniente da emulsione) non sarà tollerato uno scostamento da quella di progetto di  $\pm 0,8\%$ .

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

Dovranno essere effettuati almeno con frequenze giornaliere:

- la verifica dell'emulsione da impiegare (art 8.2.2);
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita dell'impianto, mobile o fisso, (art art.8.2.3);
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito (peso di volume e percentuale di vuoti ecc.);
- la verifica delle resistenze diametrali (art 8.2.4).

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli sull'impianto ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

#### **5.9.2.6 Formazione e confezione delle miscele**

A riprova della presenza e del buon uso dei sistemi di compattazione la percentuale dei vuoti (rilevabile da carotaggi) dovrà risultare  $< 9\%$ .

Le verifiche potranno essere fatte anche in corso d'opera con possibilità di richiesta da parte della DL di variazione del sistema di compattazione.

#### **5.9.2.7 Formazione e confezione delle miscele**

Il fresato deve essere vagliato (o granulato) al fine di evitare la permanenza di crostoni e materiale con dimensioni  $> 40$  mm.

Sul piano di posa della lavorazione va stesa una mano di attacco realizzata con emulsione modificata a rapida rottura (va bene anche la stessa emulsione usata per il riciclaggio) in ragione di  $0,8 - 1,5$  kg/mq comprendendo anche i cordoli verticali.

L'aggiunta obbligatoria dei rigeneranti (ACF) dovrà essere effettuata secondo le risultanze dello studio preliminare e secondo l'art 6.3, opportunamente omogeneizzati e mediante attrezzature in grado di fornire quantità variabili misurabili.

Le attrezzature impiegate dovranno essere corredate da dispositivi per il controllo visivo delle quantità di fresato emulsione, cemento, acqua e ACF immessi e dovranno essere immesse nella miscela

#### **5.9.2.8 Posa in opera della miscela**

La stesa dovrà essere realizzata con idonea piastra finitrice, munita di opportuni sistemi di riscaldamento. La compattazione dovrà essere effettuata con rullo monotamburo vibrante di almeno 19 ton accoppiato ad un rullo gommato di almeno 14 ton.

Per la stesa dello strato superiore si dovrà attendere il giorno successivo (o almeno 6-8 ore nel caso di esigenze operative improrogabili).

In particolare sono altresì a carico dell'Impresa i seguenti oneri per:

- gli studi delle miscele e della proposta di formulazione del materiale da riciclare che dovranno essere presentati alla Committente con congruo anticipo e approvati dalla DL prima dell'inizio delle lavorazioni;
- l'esecuzione, in corso d'opera mediante idoneo laboratorio mobile di prelievi giornalieri allo scopo di determinare le caratteristiche del materiale riciclato;
- l'eliminazione delle eventuali eccedenze di materiale;
- i materiali di risulta delle demolizioni parziali o totali delle sovrastrutture o altro ritenuti idonei dalla Direzione dei Lavori dovranno essere reimpiegati per la confezione di nuovi conglomerati bituminosi nelle percentuali, modalità e norme definite dalla Società Appaltante.

L'Impresa dovrà a sue spese provvedere al trasporto nei piazzali dei cantieri di confezione dove questi materiali dovranno essere stoccati in idonee aree opportunamente predisposte secondo le direttive della Direzione dei Lavori.

I materiali di risulta che non saranno reimpiegati rimangono di proprietà dell'Impresa che provvederà a sua cura e spese al trasporto a discarica.

### **5.10 TRATTAMENTI SUPERFICIALI**

#### **5.10.1 Risagomatura delle deformazioni superficiali mediante impiego di microtappeti in conglomerato bituminoso a caldo**

##### **5.10.1.1 Caratteristiche prestazionali**

In corrispondenza di fenomeni deformativi particolarmente evidenti, andrà prevista prima della realizzazione del nuovo tappeto di usura, la stesa di un microtappeto in conglomerato bituminoso a caldo, avente la funzione di risagomare il piano viabile deformato.

Le caratteristiche ed i requisiti di accettazione dei materiali inerti e dei leganti costituenti la miscela, come pure le prescrizioni per la formazione, la confezione e la posa in opera delle miscele, saranno in tutto conformi a quanto già specificato all'art. 7.2.3. - 7.2.3.1. - 7.2.3.2. per i conglomerati bituminosi per strati di usura, fatte salve le seguenti modifiche:

- Composizione granulometrica: individuabile con una curva continua contenuta orientativamente entro i limiti del seguente fuso:

setacci UNI-EN	passante totale in peso %
setaccio 8	100
setaccio 4	70-90
setaccio 2	38-58
setaccio 0,5	15-32
setaccio 0,25	8-20
setaccio 0,063	5-10

#### 5.10.1.2 Posa in opera

La posa in opera dovrà essere eseguita a regola d'arte, con vibrofinitrici in grado di realizzare uno strato finito perfettamente sagomato, senza ondulazioni, omogeneo, liscio, privo di sgranamenti, fessurazioni o aree di segregazione.

La stesa non deve presentare aree (chiazze) di bitume o di malta bituminosa (bitume e parti fini) dovute a problemi di colaggio o segregazione nella miscela.

Per garantire la continuità tra gli strati, sul piano di posa, che deve essere asciutto, va stesa sempre una mano di attacco in quantità compresa tra 0,6 e 1,2 kg/mq di bitume o emulsione ambedue preferibilmente modificati.

I giunti trasversali e longitudinali devono presentarsi privi di fessurazioni o elementi litoidi frantumati, con le strisciate adiacenti perfettamente complanari.

In caso di stesa di due strisciate affiancate, per evitare di avere il "giunto freddo" è preferibile, se non è possibile l'impiego di due finitrici, un spaziatura temporale ridotta al minimo. La mano di attacco deve andare ad interessare (se le due strisciate sono distanti temporalmente) anche il bordo della prima strisciata.

Il conglomerato bituminoso deve essere prodotto in impianto a temperature tra 145 °C e 180 °C; deve essere steso a temperatura  $\geq 140$  °C (misurata dietro finitrice).

La compattazione deve avvenire mediante rulli metallici con peso compreso tra 6 e 10t; il rullo deve seguire da vicino la finitrice e condurre la compattazione a termine in continuo, senza interruzioni.

Vanno immediatamente rimosse e rifatte zone che presentino anomalie di stesa, segregazioni, sgranature.

Il trasporto impianto-cantiere di stesa deve avvenire con mezzi idonei che evitino la formazione di crostoni o eccessivi raffreddamenti superficiali.

### 5.10.1.3 Caratteristiche prestazionali (volumetriche e meccaniche)

Le miscele devono avere massime caratteristiche di resistenza a fatica, all'ormaiamento, ai fattori climatici e in generale ad azioni esterne.

Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria con i seguenti parametri di prova:

Pressione verticale kPa	$600 \pm 3$
Angolo di rotazione	$1,25 \pm 0,02$
Velocità di rotazione (giri/min)	30
Diametro provino (mm)	100

#### 5.10.1.3.1.1 Dati volumetrici

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della percentuale dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale).

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	N° giri	% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
N1	10	11-15
N2	100	3-6
N3	190	$\geq 2$

#### 5.10.1.3.1.2 Dati meccanici

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) devono essere testate a trazione diametrale a 25 °C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

ITS (GPa x $10^{-3}$ )	0,70 – 1,50
CTI (GPa x $10^{-3}$ )	$\geq 65$

Lo spessore finito risulterà essere mediamente dell'ordine del centimetro e sarà comunque il minimo compatibile in ordine alle caratteristiche granulometriche della miscela ed all'entità delle deformazioni da risagomare.

#### **5.10.2 Valutazione degli spessori degli strati in conglomerato bituminoso di una pavimentazione stradale**

La misura dello spessore per gli strati bituminosi potrà essere effettuata oltre che con carote, anche con sistemi di misura ad Alto Rendimento dotati di Radar Penetrometrico (GPR) opportunamente tarato con carote di controllo.

Le antenne da usare saranno di almeno 1 Ghz ed il sistema di acquisizione dovrà garantire una risoluzione nella misura dello spessore dell'ordine di un centimetro; mentre il passo di campionamento spaziale dovrà essere di almeno 50 cm.

Le misure saranno effettuate di norma almeno su un allineamento disposto centralmente rispetto alla larghezza dell'intervento, o, in caso di dubbi sulla buona riuscita ai bordi, potranno anche essere effettuate nella parte laterale ad almeno 50 cm dal bordo, comunque, i risultati ottenuti varranno per l'accettazione di tutta la larghezza di intervento.

I valori degli spessori saranno dedotti dall'esame dei radargrammi ricavati con la suddetta apparecchiatura.

L'esame potrà essere effettuato visivamente oppure tramite software dedicato; prima dell'esame dovrà essere operata una taratura delle misure usando carotaggi di controllo (indicativamente non meno di 3 carote/km per corsia) o in alternativa valutazioni di spessore attraverso l'uso di boroscopi o video endoscopi su fori eseguiti sulla pavimentazione con la stessa cadenza dei carotaggi.

Dovrà essere rilevata l'intera lunghezza dell'intervento realizzato; le misure di spessore, realizzate con radar penetrometrico, dovranno essere restituite con un "passo di misura" di 2 m e quindi analizzate per tratte omogenee.

Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio.

Tale analisi sarà condotta con il programma di calcolo allegato alle presenti Norme Tecniche.

I valori medi di spessore ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare conformi alle dimensioni di progetto.

## 6 OPERE DA FABBRO

Le opere da fabbro del presente appalto riguardano sostanzialmente il parapetto sul muro di sostegno lato ospedale e la recinzione esterna del nuovo palazzetto dello sport, con i cancelli carrai e pedonali.

### 6.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le opere in metallo debbono rispondere ad ogni normativa vigente, in particolare a quelle relative alle verifiche delle sollecitazioni derivanti da carichi di esercizio e sovraccarichi. DM 17/01/2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”.

**Per quanto riguarda la recinzione perimetrale del nuovo palazzetto, trattandosi di impianto sportivo dovrà rispondere alla normativa UNI 13200.**

Inoltre, tutte le opere devono essere conformi alle ultime edizioni delle norme applicabili per i materiali in oggetto e, in particolare, le seguenti:

<b>UNI 10365:2017</b>	Prodotti di acciaio laminati a caldo. Travi HE ad ali larghe parallele. Dimensioni e tolleranze.
<b>UNI 5681:1973</b>	Prodotti profilati a T a spigoli vivi. Dimensioni e tolleranze.
<b>UNI 5715:2002</b>	Piastrine per carpenteria, per appoggio su ali di travi IPN (inclinazione 14%)
<b>UNI 5716:2002</b>	Piastrine per carpenteria, per appoggio su ali di profilati UPN (inclinazione 8%)
<b>UNI 6762:1970</b>	Profilati di acciaio a caldo. Profilati a L a spigoli vivi e lati disuguali. Dimensioni e tolleranze.
<b>UNI 6763:1970</b>	Profilati a Z a spigoli vivi e basi disuguali. Dimensioni e tolleranze.
<b>UNI 7958:1979</b>	Prodotti finiti piatti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo. Lamiere sottili e nastri da costruire
<b>UNI 10279:2002</b>	Profilati ad U di acciaio laminati a caldo. Tolleranze sulla forma, sulle dimensioni e sulla massa.
<b>UNI EN 10025-1:2005</b>	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 1: condizioni tecniche di fornitura.
<b>UNI EN 10025-2:2005</b>	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali.
<b>UNI EN 10025-3:2005</b>	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.
<b>UNI EN 10025-4:2005</b>	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 termomeccanica.

## COMPLETAMENTO DELLE OPERE A SERVIZIO DEL NUOVO POLO SPORTIVO

<b>UNI EN 10055:1998</b>	Profilati a T ad ali uguali ed a spigoli arrotondati laminati a caldo. Dimensioni e tolleranze dimensionali e di forma.
<b>UNI EN10056-1:2017</b>	Angolari ad ali uguali e disuguali di acciaio per impieghi strutturali. Dimensioni.
<b>UNI EN10056-2:1995</b>	Angolari ad ali uguali e disuguali di acciaio per impieghi strutturali. Tolleranze dimensionali e di forma.
<b>UNI EN 10067:1998</b>	Piatti con bulbo laminati a caldo. Dimensioni e tolleranze sulla forma, sulle dimensioni e sulla massa.
<b>UNI EN 10143:2006</b>	Lamiera sottile e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranza sulla dimensione e sulle forme.
<b>UNI EN 10152:2017</b>	Prodotti piani di acciaio laminati a freddo, rivestiti di zinco per via elettrolitica per fornitura a freddo. Condizioni tecniche di fornitura.
<b>UNI EN 10162:2006</b>	Profilati di acciaio laminati a freddo. Condizioni tecniche di fornitura. Tolleranze dimensionali sulla sezione trasversale.
<b>UNI EN 10164:2005</b>	Acciai con caratteristiche di deformazione migliorate nella direzione perpendicolare alla superficie del prodotto. Condizioni tecniche di fornitura.
<b>UNI EN 10210-1:2006</b>	Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grana fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.
<b>UNI EN 10210-2:2006</b>	Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grana fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.
<b>UNI EN 10219-1:2006</b>	Profilati cavi forniti a freddo di acciai non legati e a grana fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura.
<b>UNI EN 10219-2:2006</b>	Profilati cavi forniti a freddo di acciai non legati e a grana fine per strutture saldate. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.
<b>UNI EN 10279:2002</b>	Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura
<b>UNI EN 10346:2015</b>	Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura
<b>UNI EN 14399-3:2015</b>	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato. Parte 3: sistema Hr. Assieme vite e dado esagonali.
<b>UNI EN 14399-5:2015</b>	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato. Parte 5: rondelle piane
<b>UNI EN 14399-6:2015</b>	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato. Parte 6: rondelle smussate.
<b>UNI EU 54:1981</b>	Piccoli profilati di acciaio a U laminati a caldo.
<b>UNI EU 153:1982</b>	Prodotti piatti laminati a freddo (lamiere e nastri) piombati a caldo, di acciaio non legati a basso tenore di carbonio per deformazione a freddo. Condizioni tecniche di fornitura.
<b>ACCIAIO INOX</b>	
<b>UNI EN 10088-1:2014</b>	Acciai inossidabili – Parte 1: Lista degli acciai inossidabili
<b>UNI EN 10088-2:2014</b>	Acciai inossidabili – Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali.

**FINITURE SUPERFICIALI**

<b>UNI ISO 2081:2018</b>	Rivestimenti metallici. Rivestimenti elettrolitici di zinco su ferro o acciaio.
<b>UNI EN ISO 2063:2017</b>	Spruzzatura termica - Rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici. Zinco, alluminio e loro leghe.
<b>UNI 4720:1961+A1:1995</b>	Trattamenti superficiali dei materiali metallici. Classificazione, caratteristiche e prove dei rivestimenti elettrolitici di cadmio su materiali ferrosi.
<b>UNI EN ISO 1456:2009</b>	Rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici - Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo

**SIGILLANTI**

<b>UNI EN ISO 9047:2004</b>	Edilizia - Sigillanti - Determinazione delle proprietà di adesione in condizioni di temperatura variabile.
<b>UNI EN ISO 10563:2017</b>	Costruzioni edili - Sigillanti per giunti - Determinazione della variazione in massa e volume.
<b>UNI EN ISO 10590:2006</b>	Costruzioni edili - Sigillanti - Determinazione delle proprietà di adesione/coesione in condizioni di estensione mantenuta dopo immersione in acqua.
<b>UNI EN ISO 10591:2006</b>	Costruzioni edili - Sigillanti - Determinazione delle proprietà di adesione/coesione dopo immersione in acqua.
<b>UNI EN ISO 11431:2003</b>	Edilizia - Prodotti per giunti - Determinazione delle proprietà di adesione/coesione dei sigillanti dopo
<b>UNI EN ISO 11600:2011</b>	Edilizia - Prodotti per giunti - Classificazione e requisiti per i sigillanti
<b>UNI EN 6927:2012</b>	Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Vocabolario.
<b>UNI EN ISO 8339:2006</b>	Costruzioni edili - Sigillanti - Determinazione delle proprietà a trazione (Estensione a rottura
<b>UNI EN ISO 8340:2006</b>	Costruzioni edili - Sigillanti - Determinazione delle proprietà a trazione in presenza di trazione prolungata nel tempo
<b>UNI EN ISO 8394-1:2010</b>	Edilizia - Sigillanti - Parte 1: Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti
<b>UNI EN ISO 8394-2:2017</b>	Edilizia - Sigillanti - Parte 2: Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti impiegando un'apparechiatura normalizzata
<b>UNI EN ISO 9046:2005</b>	Edilizia - Sigillanti - Determinazione delle proprietà di adesione/coesione dei sigillanti in condizioni di temperatura costante

**6.2 MATERIALI****6.2.1 Acciai**

Gli acciai utilizzati per impieghi strutturali laminati in profilati, barre, larghi piatti, lamiere e profili cavi, dovranno essere del tipo S235 oppure S275 oppure S355 secondo le definizioni della norma DM 17/01/2018.

Gli acciai dovranno essere conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI 10219 -1 (per i tubi saldati) recante la marcature CE cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, in accordo a quanto prescritto nelle norme tecniche per le costruzioni di cui alle prima citate NTC.

### **Caratteristiche meccaniche**

*Composizione chimica e grado di disossidazione negli acciai per strutture saldate*

*Acciaio tipo S235 e S275.*

Gli acciai da saldare con elettrodi rivestiti, dovranno avere composizione chimica contenuta entro i limiti raccomandati dalla UNI EN ISO 2560:2010 ed eventuali successivi aggiornamenti, per le varie classi di qualità degli elettrodi impiegati. Nel caso di saldature di testa o d'angolo sul taglio di un laminato, gli acciai, oltre a soddisfare i limiti di analisi sopraindicati, dovranno essere di tipo semicalmato o calmato, salvo che vengano impiegati elettrodi rivestiti corrispondenti alla classe e qualità 4 della UNI EN ISO 2560:2010. Gli acciai destinati ad essere saldati con procedimenti che comportano una forte penetrazione della zona fusa del metallo base dovranno essere di tipo semicalmato o calmano e dovranno avere composizione chimica, riferita al prodotto finito (e non alla colata), rispondente alle seguenti limitazioni:

grado B:	$C \leq 0,24 \%$	$P \leq 0,055\%$	$S \leq 0,055\%$
grado C:	$C \leq 0,22\%$	$P \leq 0,050\%$	$S \leq 0,050\%$
grado D:	$C \leq 0,22\%$	$P \leq 0,045\%$	$S \leq 0,045\%$

*Acciaio tipo S355*

Gli acciai dovranno essere di tipo calmato o semicalmato; sarà vietato l'impiego di acciaio effervescente. Dall'analisi effettuata sul prodotto finito le percentuali di carbonio, manganese, silicio, fosforo e zolfo dovranno risultare non superiori ai limiti seguenti:

grado B:	C 0,26	Mn 1,6%	Si 0,60%	P 0,055%	S 0,055%
grado C:	C 0,24%	Mn 1,6%	Si 0,60%	P 0,050%	S 0,050%
grado D:	C 0,22%	Mn 1,6%	Si, 0,60%	P 0,045%	S 0,045%

Qualora il tenore di carbonio risulti inferiore o uguale, per i tre gradi B, C, D, rispettivamente a 0,24%, 0,22% e 0,20% potranno accettarsi tenori di manganese superiori a 1,6%, ma comunque non superiori a 1,7%.

*Acciaio tipo S ed IS*

Acciaio semicalmato:  $C \leq 0,24\%$      $S \leq 0,055\%$      $P \leq 0,055\%$

Acciaio calmato:  $C \leq 0,24\%$      $S \leq 0,05\%$      $P \leq 0,05\%$

*Acciaio tipo 2S*

Acciaio semicalmato:  $C \leq 0,26\%$      $Mn \leq 1,5\%$      $S \leq 0,055\%$      $P \leq 0,055\%$

Acciaio calmato:  $C \leq 0,24\%$      $Mn 1,5\%$      $S \leq 0,05\%$      $P \leq 0,05\%$      $Si z- 0,35\%$

### **6.2.2 Lamiera di acciaio normale**

Le lamiere dovranno corrispondere alla norma UNI 7958/79.

I manufatti prima di essere portati in cantiere dovranno essere sottoposti a trattamento di zincatura a caldo come di seguito descritto:

- sgrassaggio, fosfatazione e passivazione a caldo con immissione prima di soluzione vaporizzata saturata a base di sali; successiva soluzione fosfatante indi risciacquo con abbondante acqua decalcificata, immessa a pressione;
- asciugatura completa con potenti getti di aria calda a diffusione uniforme e costante;
- applicazione di primo trattamento per immersione con fondo a base di cromato di zinco su tutta la superficie già passivata, onde ottenere una perfetta aderenza della vernice. Non sono ammesse colature, specialmente nelle parti che restano in vista; opportuni fori verranno eseguiti sulle parti non in vista dei telai tubolari, onde permettere ai trattamenti di fosfatazione e verniciatura con fondo di interessare anche le parti interne degli stessi;
- appassivamento in aria libera della mano di primo trattamento.

Dopo il montaggio in opera si potrà completare il ciclo di protezione con l'applicazione della verniciatura a finire come descritta nella specifica sulle verniciature "ciclo per strutture metalliche".

Il rilevamento della massa di rivestimento di zinco sulla lamiera di acciaio verrà effettuata su 3 provette.

La media del rilevamento sull'insieme delle due facce non dovrà essere inferiore a 275 gr/m<sup>2</sup>, mentre la massa di zinco determinata su ciascuna delle 3 provette non dovrà essere inferiore a 245 gr/m<sup>2</sup>.

Il controllo della massa di zinco verrà eseguito secondo le modalità indicate dalla norma UNI EN ISO 1460:1997.

La finitura superficiale sarà del tipo Skinpassata (levigata).

### **6.2.3 Acciaio inox**

Verranno impiegati i seguenti acciai inox (conformi alle Norme UNI EN 10088-1:2014 e UNI EN 10088-2: 2014)

- a) per tutte le tipiche applicazioni come montanti, pannelli facciata, rivestimenti esterni, porte e finestre,

## COMPLETAMENTO DELLE OPERE A SERVIZIO DEL NUOVO POLO SPORTIVO

- modanature, scossaline, ecc., si utilizzerà acciaio AISI 304 (X5 CrNi 18-10);
- b) per applicazioni interne (stipiti, rivestimenti, ecc.) e per applicazioni esterne, qualora non interessi la conservazione dell'aspetto superficiale (controtelai, elementi di fissaggio, ecc.), si utilizzerà acciaio AISI 430 (X8 G-17);
- c) per applicazioni che comportino severe esposizioni in atmosfere marine o industriali e comunque dove è richiesta la massima resistenza alla corrosione, si utilizzerà acciaio INOX AISI 316 (X5 CrNiMo 17-12-2)

*Viti ed altri elementi di unione*

Verranno impiegati i seguenti acciai INOX:

- a) per i tipi di viti od elementi di unione (fasteners) particolarmente esposti: UNI X 5 Cr Ni 1810 – X 8 Cr Ni 1812 – X 5 Cr Ni Mo 1712 tipi AISI 304, 305, 316 rispettivamente;
- b) per tutti gli altri tipi di viti od elementi di unione (fasteners): UNI x 12 Cr 13 – X 8 Cr 17 tipi: AISI 410, 430 (o similari approvati).

*Finiture superficiali di nastri e lamiere*

La finitura da usare è indicata successivamente secondo la seguente classificazione dell'American Iron and Steel Institute (AISI).

*Finiture per laminazione*

- n. 1 ottenuta per laminazione a caldo, ricottura e decapaggio, ha aspetto grigio argento opaco
- n. 20 (D = dull, opaco), ottenuta per laminazione a freddo, ricottura e decapaggio, ha aspetto grigio argento opaco e liscio;
- n. 20 (B = bright, brillante), ottenuta per laminazione a freddo, ricottura, decapaggio e successiva rilaminazione con leggera riduzione (skin-pass), ha aspetto grigio argenteo brillante.

*Finiture per abrasione*

- n. 4 ottenuta normalmente dalla n. 20B per smerigliatura, con abrasivo di grana 120÷180 mesh, ha un aspetto satinato brillante (“satinatura”).
- n. 6 ottenuta dalla n. 4 per spazzolatura con spazzole di tampico e abrasivi fini (per esempio pomice ventilata), ha un aspetto satinato opaco.
- n. 7 ottenuta dalla n. 4 per successiva smerigliatura, con abrasivo di grana sempre più fine, è decisamente riflettente.
- n. 8 ottenuta dalla n. 4 con smerigliatura e lucidatura con abrasivi molto fini, è la finitura speculare che presenta il maggior grado di riflessione.

**6.2.4 Sigillanti elastici**

Ove il materiale non sia espressamente indicato nei disegni, potranno essere impiegati sigillanti di tipo polisulfurico, di tipo siliconico, di tipo poliuretano o di altra composizione di cui si abbia adeguata esperienza, nel rispetto delle prescrizioni del fabbricante.

In mancanza di normativa italiana, le caratteristiche dei prodotti impiegati dovranno corrispondere a riconosciute norme internazionali, ad esempio le Federal Specification Americane:

TT-S-00227E per i tipi bicomponenti

TT-S-00230C per i tipi monocomponenti

TT-S-001543 per i tipi siliconici

Si adotterà la classe B quando i movimenti del giunto non superano il  $\pm 12\%$  e la classe A per quelli che non superano questo valore della escursione del giunto (giunto testa-testa).

La terminologia impiegata è quella della ASTM C 920.

Non saranno accettati prodotti non rispondenti ad una normativa.

Dovrà essere verificata l'adesione del sigillante al supporto e, in caso di difficoltà, dovrà essere previsto il trattamento con il primer consigliato dal fabbricante.

Si dovranno controllare le sollecitazioni trasmesse dal giunto al sigillante in modo che siano compatibili con le sue caratteristiche, così da non superare il limite elastico e, viceversa, si controllerà che le reazioni del sigillante non danneggino il supporto.

Il materiale impiegato non dovrà avere data di fabbricazione antecedente di 9 mesi quella di applicazione. In caso contrario dovrà essere verificata preventivamente la validità del prodotto o dovrà essere presentata garanzia dal produttore.

Il fornitore della porta presenterà, ove richiesto dal Committente, in fase costruttiva, una dichiarazione del fabbricante del sigillante contenente la normativa di riferimento ed i valori delle caratteristiche.

### **6.3 PREPARAZIONE DI SUPERFICI METALLICHE**

#### **6.3.1 Pulizia mediante sabbiatura**

Il processo di sabbiatura consisterà nella preparazione di superfici metalliche mediante la rimozione di scaglie di laminazione, ruggine e sostanze estranee ottenute con impatto di abrasivi proiettati attraverso ugelli per mezzo di aria compressa.

Come materiale abrasivo sarà impiegata sabbia silicea (esclusa quella di mare), sabbia quarzifera, pallini e granuli macinati di ghisa o acciaio.

Le condizioni di preparazione delle superfici dovranno essere conformi alle norme UNI EN ISO 12944-4:(2018), UNI EN ISO 8501-3:(2008), UNI EN ISO 8503 parte 1 e 2 (2012) e UNI EN ISO 2808:(2007).

Il decapaggio e i cicli di pulizia mediante abrasione dovranno essere conformi alla norma UNI EN ISO 8501-1.

A seconda del tempo impiegato, del diametro dell'ugello e del tipo di abrasivo utilizzato si dovrà poter ottenere qualsiasi grado di pulizia delle superfici in acciaio; il grado di sabbiatura verrà individuato in conformità alle norme visive dello "Svensk Standars SIS 055900:1967" redatte dal Comitato Svedese per la corrosione e precisamente:

Grado	Sabbiatura
SA 1	leggera (di spazzolatura)
SA 2	accurata (commerciale)
SA 2 ½	accurata (a metallo quasi bianco)
SA 3	molto accurata (a metallo bianco).

#### *Sabbiatura di spazzolatura*

Per superficie pulita secondo il procedimento di sabbiatura di spazzolatura viene definita una superficie dalla quale risulta completamente rimossa ogni traccia di olio, grasso, sporcizia, scaglie di ruggine, scaglie di laminazione staccate, pittura staccata o rivestimenti protettivi staccati, mentre è ammessa la presenza di scaglie di laminazione aderenti, pitture o rivestimenti protettivi pure aderenti e ruggine fortemente aderente purchè sia le scaglie che la ruggine siano state esposte all'azione del getto abrasivo per una durata sufficiente per mettere in luce numerose macchie del metallo sottostante uniformemente distribuite sull'intera superficie.

#### *Sabbiatura commerciale*

Per condizione di superficie pulita mediante sabbiatura commerciale viene definita una superficie dalla quale risultano completamente asportati olio, grasso, sporcizia, scaglie di ruggine, sostanze estranee, tutta la ruggine, la scaglia di laminazione e la vecchia pittura, eccetto leggere ombreggiature, venature oppure scoloramenti causati dalle macchie di ruggine, ossidi di scaglia di laminazione oppure residui leggeri di pittura o di rivestimento protettivo aderente che possono sussistere. Se sulla superficie vi è ampia formazione di crateri, è possibile trovare leggeri depositi di ruggine oppure di pittura sul fondo dei crateri stessi. Circa l'85% della superficie deve restare esente da ogni residuo visibile, mentre la restante parte deve aver come limite una leggera scoloritura, leggera macchiatura o leggeri residui citati più sopra.

#### *Sabbiatura a metallo quasi bianco*

Per superficie pulita a metallo quasi bianco viene definita una superficie dalla quale risultano completamente asportati olio, grasso, sporcizia, scaglie di laminazione, ruggine, prodotti della corrosione, ossidi, pitture o altre sostanze estranee, ad esclusione di leggerissime ombreggiature, venature molto leggere, oppure scoloramenti causati da macchie di ruggine, ossidi di scaglie di laminazione oppure leggeri residui aderenti di pitture o rivestimenti protettivi che possono

rimanere. Almeno il 95% della superficie deve essere esente da residui, e il restante deve essere limitato alla leggera scoloritura sopraccitata.

#### *Sabbiatura a metallo bianco*

Viene definito uno stato di superficie pulito a metallo bianco quello di una superficie con un colore grigio bianco metallico, uniforme, leggermente scabra che costituisce una adatta base di ancoraggio per i rivestimenti protettivi. La superficie, guardata senza ingradimento, deve essere esente da olio, grasso, rivestimenti protettivi. La superficie, guardata senza in gradimento, deve essere esente da olio, grasso, sporcizia, scaglia di laminazione visibile, ruggine, ridotti della corrosione, ossidi, pittura o qualsiasi altra sostanza estranea. Il colore della superficie pulita può essere influenzato da particolare mezzo abrasivo.

Ultimato il trattamento di sabbiatura dovrà essere applicata, preferibilmente entro 24 ore, la prima mano di antiruggine previa ripulita dei manufatti dagli eventuali residui della sabbiatura

### **6.3.2 Zincatura**

Zincatura di prodotti in acciaio con trattamento di protezione contro la corrosione mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 450°C previo decapaggio, lavaggio, ecc. e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito secondo norma UNI EN ISO 1461.

La zincatura a caldo è uno dei metodi più diffusi per la protezione dei manufatti in acciaio dell'ambiente esterno. La garanzia che il "ferro" non arrugginisce è data dalla protezione catodica offerta dallo strato di zinco, che in presenza di una scalfittura o di una zona non protetta superficialmente, avendo potenziale minore, si ossida al posto dell'acciaio.

Durante la zincatura a caldo un materiale metallico, essendo praticamente questo un processo metallurgico, la composizione superficiale cambia e si ha luogo alla formazione di una lega intercrystallina tra il ferro dell'acciaio e lo zinco dello strato superficiale. Il suo spessore è dipendente dal tipo di materiale, il tempo di immersione e la temperatura del bagno di zincatura.

E' proprio questa zona di pochi micrometri (millesimi di millimetro) di spessore il segreto della resistenza della zincatura a caldo: la lega funge da vero e proprio legante tra lo strato protettivo di zinco pure e il substrato ferroso da proteggere. Sulla superficie del pezzo, a contatto con l'ambiente esterno, si forma un film protettivo di ossidi, carbonati e idrati di rovinato (ad esempio per dilavamento o abrasione) si riformano i composti sopraccitati che garantiscono la protezione. Se addirittura viene rimosso in piccola parte lo strato di zinco (ad esempio graffi o piccole lavorazioni meccaniche) lo zinco circostante e quello legato in lega proteggono l'acciaio elettrochimicamente:

lo zinco ha un potenziale di riduzione standard più basso del ferro, cosicché si ossida prima, proteggendo fino al suo esaurimento l'acciaio del nostro manufatto.

#### *Modalità di esecuzione*

Il manufatto deve essere costruito secondo alcuni accorgimenti ricordati dagli zincatori affinché la zincatura avvenga nella migliore maniera. Il processo di zincatura a caldo si può riassumere sinteticamente nelle seguenti fasi:

- il materiale viene agganciato a telai che ne permettono il successivo spostamento all'interno dell'impianto per mezzo di fili di ferro, ganci o catene;
- i manufatti vengono sgrassati con soluzioni apposite per togliere eventuali tracce di oli di lavorazione;
- la fase di decapaggio viene effettuata in soluzioni di acido cloridrico (o solforico) al fine di eliminare tracce di ruggine eventualmente presenti sui pezzi e ottenere quindi superfici di acciaio puro;
- lavaggio in acqua per evitare trascinalenti di acido.

Dopo le fasi preparatorie la zincatura può essere eseguita con processo "a secco" o processo "a umido".

#### *Processo a secco*

Flussaggio in soluzione acquosa di cloruro di ammonio allo scopo di ritardare l'ossidazione della superficie metallica "nuda" prima della zincatura.

Essiccazione e preriscaldamento in locale riscaldato con i fumi del forno (circa 150°). Questa fase è importante per eliminare qualsiasi traccia di liquido dai pezzi. I vapori che si sviluppano durante la zincatura per la presenza di un ristagno di liquido possono provare delle vere e proprie esplosioni, pericolose per l'uomo e i manufatti.

Zincatura per immersione in zinco fuso a circa 450°C per qualche minuto in dipendenza dal tipo di materiale e dello spessore di rivestimento desiderato. Il tempo di immersione, la sua velocità di discesa e salita, la purezza del bagno e la compatibilità del materiale con lo zinco sono alcuni dei fattori determinanti per la buona riuscita di una zincatura. Raffreddamento in aria o acqua, sgancio del materiale, eventuale impacchettamento, pulitura, controlli e collaudi.

#### *Processo a umido*

Nel caso di processo "ad umido" non vi è la fase di flussaggio (fase "a" del processo a secco) e dopo il preriscaldamento la zincatura avviene in un bagno di zinco fuso ricoperto da Sali di flussaggio. La qualità finale del manufatto zincato è uguale per entrambi i processi.

#### *Materiali e prodotti*

La zincatura a caldo è uno dei metodi più diffusi per la protezione dei manufatti in acciaio dell'ambiente esterno. La garanzia che il "ferro" non arrugginisce è data dalla protezione catodica

offerta dallo strato di zinco, che in presenza di una scalfittura o di una zona non protetta superficialmente, avendo potenziale minore, si ossida al posto dell'acciaio. Le norme tedesche (DIN 50975 punto 2) definiscono questo processo come "il procedimento di ricopertura con zinco, per mezzo dell'immersione dei pezzi lavorati nello zinco fuso, cosicché tra il pezzo e lo strato di zinco si possono formare degli strati di "lega"". Questa è la sostanziale differenza con gli altri tipi di zincatura, che consistono in una pura deposizione meccanica (metallizzazione) o elettrolitica di zinco sulla superficie. Tali sistemi però non assicurano una resistenza nell'ambiente normale o negli ambienti ostili alla pari della zincatura a caldo: la vita del manufatto è direttamente proporzionale allo spessore del rivestimento e dipende dalle condizioni esterne dell'ambiente.

#### *Specifiche tecniche*

Di seguito si elencano le principali norme che regolano la zincatura a caldo a cui si fa riferimento per controllo e collaudi:

- America Society for Testing and Materials
- ASTM A 123/A 123M 1997
- ASTM A 90/A90M 1995
- AST A 143 1975 Confermata 1989
- ASTM A 153/153M 1998
- AST A 385 1980 Ultima edizione 1998
- AST E 376 1979 Ultima edizione 1996
- Comitato Elettrotecnico Italiano
- CEI 7-6 1968 1997 seconda edizione
- International Organization for Standardization
- ISO 1461 1973 1999 seconda edizione.

In conformità alle Regole Comuni del CEN/CENELEC, i paesi membri del Comitato Europeo per la normazione (CEN) sono tenuti ad applicare la norma recepita come EN ISO 1461. Per questo motivo non si fa più riferimento alle norme nazionali in vigore precedentemente al 1999.

#### *Zincatura a caldo*

La zincatura effettuata attraverso immersione di zinco dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- lo zinco da impiegare nel bagno dovrà essere almeno di qualità Zn=9,90 secondo norma UNI 2013-74; sarà permesso additivare il bagno con limitati quantitativi di leghe formate da zinco con correttivi (vedasi alluminio) e quindi con zinco di minore purezza, purché le impurità totali del bagno stesso non superino quanto specificato nella norma CEI7-6 "Controllo della zincatura a caldo";
- secondo quanto specificato negli elaborati di progetto si dovranno usare le seguenti masse di rivestimenti di zinco:

## COMPLETAMENTO DELLE OPERE A SERVIZIO DEL NUOVO POLO SPORTIVO

Massa complessiva di zinco sulle due superfici (g/mq)		
Tipo di rivestimento	Media di 3 determinazioni (minimo)	Singole determinazioni (minimo)
Z 600	600	525
Z450	450	400
Z350	350	300
Z275	275	245
Z200	200	175
Z150	150	135
Z100	100	90

L'uso di tipi di qualità inferiore alla Z 275 non sarà comunque accettato.

- nella zincatura con procedimento Sendzimir, si useranno le masse di rivestimento sotto indicate:

Rivestimento					
	Extra leggero g/mq	Leggero (g/mq)	Normale (g/mq)	Medio (g/mq)	Pesante (g/mq)
A) zinco consumato	152 e 229	305	381	458	610
B) zinco depositato	100 e 150	200	275	350	450

- lo stato di zinco dovrà presentarsi uniforme e dovrà essere esente da incrinature, scaglie, scorie e altri analoghi difetto; dovrà aderire tenacemente alla superficie del metallo base. Per le modalità di controllo dovranno essere rispettate le norme CEI. Dopo la zincatura i dadi dovranno potersi avvitare ai rispettivi bulloni e le rosette elastiche, gli spinotti, i colletti filettati ed i bulloni non dovranno aver subito deformazioni o alterazioni delle loro caratteristiche meccaniche. Dopo la zincatura i pezzi non dovranno subire trattamento termico se non specificamente previsto nei disegni di progetto. Onde evitare la volatilizzazione dello zinco sugli organi filettati, dopo la zincatura non si dovranno effettuare ulteriori operazioni con utensile, rullatura, asportazione di materiale, taglio o comunque altre operazioni di finitura a mezzo utensile, ad eccezione della filettatura dei dadi.

**Tabella per la definizione dello spessore del rivestimento su pezzi non centrifugati (EN ISO 1461)**

Articoli e spessori	Min. spes. Riv ( $\mu\text{m}$ )	Min. spess. Medio riv ( $\mu\text{m}$ )
Acciaio < 6 mm	70	85
3 mm < acciaio < 6 mm	55	70

## COMPLETAMENTO DELLE OPERE A SERVIZIO DEL NUOVO POLO SPORTIVO

1,5 mm < acciaio < 3 mm	45	55
Acciaio < 1,5 mm	35	45
Fusioni > 6 mm	70	80
Fusioni < 6 mm	60	70

**Tabella per la definizione dello spessore del rivestimento su pezzi centrifugati (EN ISO 1461)**

Articoli e spessori	Min. spes. Riv ( $\mu\text{m}$ )	Min. spess. Medio riv ( $\mu\text{m}$ )
Articoli filettati		
Diametro > 20 mm	45	55
6 mm < diametro < 20 mm	35	45
Diametro < 6 mm	20	25
Altri articoli (comprese fusioni)		
> 3 mm	45	55
< 3 mm	35	45

Per quanto riguarda la norma EN ISO 1461, il modo corretto di richiedere la conformità del lavoro ai requisiti, è quello di indicare nell'ordine "zincatura a caldo conforme a norma EN ISO 1461".

*Difetti riscontrabili.***RUVIDO, PESANTE**

La superficie si presenta molto ruvida e irregolare:

- il pezzo era ruvido già prima della zincatura (N.B.: la zincatura non copre i difetti di lavorazione, ma li rende più visibili);
- l'acciaio contiene grande percentuale di fosforo (P) o di silicio (SI);
- lo strato di zinco è molto spesso.

Questo rivestimento comunque assolve alla protezione del manufatto e quindi non è motivo per scartare il pezzo.

*Inclusioni di scorie*

Sulla superficie di una buona zincatura si presentano piccoli nodi duri: sono dovuti all'agitazione delle scorie sul fondo della vasca durante la zincatura. Questo rivestimento, comunque, dato che il sottostante strato è ottimale assolve alla protezione del manufatto e quindi non è motivo per scartare il pezzo. L'eventuale problema estetico o funzionale (ad es. corrimani) può essere risolto con limatura o levigatura dei noduli.

**RUGGINE BIANCA**

Ci sono ampie macchie bianche o grigie sulla superficie del manufatto: sono principalmente ossidi e idrati di zinco formati in eccesso per condizioni di troppa umidità durante il trasporto o lo stoccaggio. Grosse macchie di ruggine bianca vanno eliminate mediante spazzolatura, perchè esse favoriscono la formazione di carbonati di zinco che diminuiscono la vita del manufatto, specialmente se è posto in ambienti umidi. Altrimenti la ruggine bianca si dissolve naturalmente con l'esposizione nell'ambiente e non compromette la funzione della zincatura.

#### **6.4 MODALITÀ DI MESSA IN OPERA**

Le opere in acciaio, generalmente riconducibili a scale, ringhiere di parapetto, recinzioni, cancelli e cancellate in acciaio a disegno con profilati normali quadri, tondi, piatti, angolari, in acciaio zincato verniciato, con o senza fodrina in lamiera, saranno costruiti in conformità a quanto indicato nel progetto esecutivo e prescritto dal Direttore dei lavori in corso d'opera

Le opere in ferro dovranno presentare tutti i regoli ben diritti ed in perfetta composizione.

I tagli delle sconnessure per gli elementi incrociati mezzo a mezzo dovranno combaciarsi perfettamente nel senso che il vuoto di uno dovrà corrispondere al pieno dell'altro senza ineguaglianza e discontinuità.

Le saldature dovranno essere continue e prive di sbavature.

I manufatti saranno consegnati in cantiere già pronti in tutte le loro parti, zincati o verniciati con strato protettivo, secondo quanto previsto dagli elaborati di progetto, e predisposti per il loro montaggio.

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni, nei limiti delle tolleranze consentite ed in accordo con le prescrizioni della normativa specifica.

I tagli potranno essere eseguiti meccanicamente o ad ossigeno, nel caso di irregolarità questi verranno rifiniti con la smerigliatrice. Le superfici, o parti di esse, destinate a trasmettere sollecitazioni di qualunque genere, dovranno combaciare perfettamente.

I fori per i chiodi e bulloni saranno eseguiti con il trapano, avranno diametro inferiore di almeno 3 mm. a quello definitivo e saranno successivamente rifiniti con l'alesatore. Salvo diverse prescrizioni non è consentito l'uso della fiamma ossidrica per le operazioni di bucatura.

I giunti e le unioni degli elementi strutturali e dei manufatti verranno realizzate con :

- saldature eseguite ad arco, automaticamente o con altri procedimenti approvati dal Direttore dei lavori. Tali saldature saranno precedute da un'adeguata pulizia e preparazione delle superfici interessate, verranno eseguite da personale specializzato e provvisto di relativa qualifica. Le operazioni di saldatura verranno sospese a temperature inferiori ai  $-5^{\circ}\text{C}$  e, a lavori ultimati, gli elementi o le superfici saldate dovranno risultare perfettamente lisci ed esenti da irregolarità;

- bullonatura che verrà eseguita, dopo un'accurata pulizia, con bulloni conformi alle specifiche prescrizioni e fissati con rondelle e dadi adeguati all'uso; le operazioni di serraggio dei bulloni dovranno essere effettuate con una chiave dinamometrica;
- chiodature realizzate con chiodi riscaldati (con fiamma o elettricamente) introdotti nei fori e ribattuti.

La posa in opera dei manufatti comprenderà la predisposizione ed il fissaggio, dove necessario, di zanche metalliche per l'ancoraggio degli elementi alle superfici di supporto e tutte le operazioni connesse a tali lavorazioni. Dovranno essere inoltre effettuate prima del montaggio le operazioni di ripristino della verniciatura o di esecuzione, se mancante, della stessa; verranno infine applicate, salvo altre prescrizioni, le mani di finitura secondo le specifiche già indicate per tali lavorazioni.

La zincatura nelle parti esposte o dove indicato sarà eseguita, a carico dell'Appaltatore, per immersione in bagno di zinco fuso e dovrà essere realizzata solo in stabilimento.

Tutte le strutture in acciaio o parti dovranno essere realizzate in conformità alle già citate leggi e normative vigenti per tali opere.

Su tutte le parti metalliche dovranno essere eseguite tutte le operazioni preparatorie necessarie a garantire la predisposizione delle superfici da sottoporre ai successivi protettivi e di finitura.

Le operazioni di pulitura dovranno preparare le superfici metalliche in modo da offrire la massima capacità di ancoraggio per i trattamenti protettivi e di finitura. L'esecuzione degli interventi di pulizia potrà avvenire in modo manuale, meccanico o con procedimenti di sabbiatura e la scelta del trattamento da utilizzare dovrà essere fatta sulla base delle valutazioni effettuate in accordo con il Direttore dei lavori.

## **6.5 PARAPETTI**

I parapetti saranno realizzati come da elaborati grafici con profili superiori saldati e verniciati.

Il sistema di fissaggio alle strutture dovrà essere tale da garantire una resistenza alla spinta applicata alla sommità del parapetto conforme a quanto stabilito dal DM 17/01/2018.

L'altezza del parapetto dal piano finito dovrà essere conforme ai regolamenti locali e comunque non inferiore a cm 100 dal piano.

### **6.5.1 Cancelli e recinzioni**

I manufatti metallici e gli elementi che li compongono dovranno essere collegati fra di loro e con le strutture adiacenti in modo che gli assestamenti, i ritiri, le frecce e le dilatazioni normali, relativi a tale collegamento, possano avvenire senza compromettere l'efficienza funzionale del sistema serramento-giunto-struttura adiacente.

*Sistema di fissaggio alle strutture adiacenti*

Il sistema di fissaggio dei manufatti metallici dovrà essere adatto:

1. alle dimensioni dei parapetti, delle recinzioni e cancelli;
2. al sistema di apertura;
3. alle caratteristiche tecniche dei materiali costituenti i montanti e/o elementi resistenti;
4. alle caratteristiche delle opere alle quali i manufatti metallici dovranno essere fissati;
5. alle sollecitazioni alle quali i vari manufatto saranno sottoposti, siano esse effettive o a norma di legge.

Tutti i sistemi di ancoraggio e/o collegamento con strutture adiacenti dovranno essere realizzati con materiali non soggetti a corrosione e compatibili con quelli costituenti il manufatto.

#### *Dispositivi di manovra e bloccaggio*

I dispositivi di manovra e bloccaggio dovranno essere dimensionati e concepiti in modo da sopportare le sollecitazioni derivanti dall'utenza normale ed eccezionale.

Gli elementi di bloccaggio, le cerniere, le eventuali guide laterali, i sistemi di scorrimento ecc. dovranno essere in grado di trasferire le sollecitazioni dovute al vento, ed alle altre sollecitazioni di esercizio previste, dalle parti mobili ai telai fissi senza provocare deformazioni permanenti o sconessioni. Lo sforzo necessario per la manovra dovrà essere compatibile con le capacità fisiche dell'uomo e non dovrà obbligare a posizioni pericolose.

Le parti apribili dovranno essere provviste se necessario di dispositivi di equilibratura.

#### *Manigliame*

I meccanismi di apertura e di chiusura dovranno essere atti a sopportare l'utenza eccezionale, al caso del tipo ad attrito volvente (su cuscinetti) con forme a stelo arrotondato e ricurvo.

I materiali impiegati dovranno essere di tipo non soggetto alla corrosione e compatibili con la struttura dei manufatti stessi.

#### *Sistemi di chiusura*

I manufatti dovranno essere provvisti di sistemi di chiusura (serrature, catenaccioli, ecc.) realizzati in materiali anticorrosivo, posizionati al centro o lateralmente e comunque in modo tale da rendere agevole la manovra da parte dell'utente. I sistemi potranno essere incassati nei montanti o traversi, purché lo smontaggio ed il rimontaggio per le normali operazioni di manutenzione sia sufficientemente agevole.

I manufatti saranno provvisti di serrature a cilindro di grado di sicurezza adatto alle specifiche condizioni di impiego.

#### *Predisposizioni per il controllo dello stato di apertura*

I manufatti, laddove specificato in progetto, dovranno essere corredati della necessaria predisposizione per il montaggio di interruttori e/o contatti, incluso l'inserimento di portacavi

all'interno dei profili, per il controllo a distanza dello stato di apertura e, nel caso di manovra motorizzata, per il comando a distanza della stessa.

Dimensioni, posizioni e connessioni con le strutture adiacenti verranno definite in sede di sviluppo di elaborati costruttivi, sulla base delle indicazioni del progetto esecutivo a base d'appalto.

#### *Messa a terra dei manufatti metallici*

Qualora i manufatti metallici non risultino collegati a terra, l'Appaltatore dovrà provvedere affinché sia assicurata la continuità elettrica fra i vari elementi costituenti il manufatto e dovrà predisporre nelle posizioni indicate dalla Direzione dei Lavori i necessari attacchi per le connessioni alla rete di messa a terra generale della costruzione.

#### *Accessori*

Gli accessori potranno essere realizzati in lega di alluminio od in acciaio inossidabile austenitico conforme alla norma UNI EN 10088-1 od in acciaio cromato elettroliticamente od in altro materiale di pari resistenza alla corrosione.

In ogni caso dovranno essere adottati opportuni accorgimenti al fine di evitare corrosioni elettrolitiche per contatto con componenti in alluminio.

#### *Urti, pressioni e sollecitazioni derivanti dall'utenza normale ed eccezionale*

I manufatti e gli elementi che li compongono dovranno essere progettati in modo tale da sopportare senza danni od affaticamento le sollecitazioni derivanti dall'utenza normale ed eccezionale e dalle condizioni di esercizio previste per lo stesso.

#### *Durabilità*

Qualora si preveda una usura localizzata ed inevitabile di parti del manufatto si dovranno prevedere dispositivi atti a sopportare e compensare adeguatamente tale usura e che siano agevolmente sostituibili. Nella scelta e nell'assemblaggio di tutti i materiali necessari si dovranno tenere presenti tutti gli effetti provocati dalle condizioni di impiego e la loro relativa compatibilità.

#### *Riparazioni*

Gli accessori necessari per la manovra quotidiana dei manufatti dovranno potersi sostituire in modo semplice; la loro manutenzione dovrà essere agevole.

#### *Guarnizioni e sigillature*

Tutti i materiali elastici e/o elastoplastici dovranno, sotto sforzo e per tutto il periodo di vita utile, mantenere inalterate le loro caratteristiche di elasticità iniziale, tenuta ed indeformabilità sotto l'azione delle sollecitazioni dovute alle escursioni termiche ed agli agenti atmosferici nelle specifiche condizioni d'impiego.

Le guarnizioni e le sigillature saranno rifilate e rasate in modo da non costituire ricettacolo e/o deposito di polvere.

Tutte le guarnizioni e le sigillature dovranno resistere ai processi di sanificazione e pulizia eseguiti periodicamente, secondo le prescrizioni dell'Appaltatore.

Tutti i materiali impiegati dovranno rispondere ad una normativa e dovranno essere accompagnati dalle prescrizioni del Fabbrikante per le caratteristiche e per i criteri di posa in opera. La documentazione relativa dovrà essere presentata per approvazione alla Direzione dei Lavori prima della esecuzione delle opere.

#### *Tolleranze*

Per la misurazione delle dimensioni e dei difetti di planarità e di perpendicolarità dei battenti si farà riferimento alle norme UNI EN 952:2000 e UNI EN 951:2000.

### **6.5.2 Grigliati**

I grigliati saranno richiesti zincati e dovranno sopportare i carichi come richiesto dai disegni di progetto.

In ogni caso i grigliati dovranno essere dimensionati almeno per i seguenti carichi:

- carichi pedonabili (uniformemente distribuiti) 600 Kg/mq
- carichi per transito di normali autovetture (carico concentrato per impronta ruota) 500 Kg
- carichi per transito di autotreni (carico concentrato per impronta ruota) 5000 Kg
- carichi per transito di automezzi speciali dei VV.FF (carico concentrato per impronta ruota) 6000 Kg

I grigliati pedonabili avranno i collegamenti saldati e forgiati sulle longherine portanti in modo da creare un piano di calpestio perfetto.

La saldatura e la forgiatura saranno eseguite in due fasi successive e continue. Si eseguirà la fusione dei due elementi nel punto di contatto e quindi la compenetrazione per forgiatura dei collegamenti sulle longherine. Per la posa in opera dei grigliati si avrà cura di consegnare in cantiere i telai, muniti di zanche, ed i grigliati stessi già pronti nelle loro singole parti e conformi nelle forme, dimensioni e spessori ai disegni di progetto.

Il telaio verrà fissato a mezzo zanche che alloggeranno in vani propri e preventivamente predisposti e murati con cemento a presa rapida. Verranno infine collocate le griglie sui propri telai che dovranno esattamente poggiare sulle pareti del telaio cui sono destinati.

## 6.6 CRITERI DI COLLAUDO

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se rispondono a quanto prescritto al punto relativo ai materiali da utilizzare ed al punto relativo alle modalità di posa. Dovrà essere verificata la rispondenza delle opere eseguite a quanto richiesto nei disegni di progetto, sia per quanto riguarda le sagome, le geometrie e l'esattezza delle misure.

### *Verifiche in corso d'opera*

E' facoltà della Direzione Lavori far eseguire prove e collaudi sui materiali da utilizzare per l'esecuzione delle opere di cui alla presente specifica al fine di verificare la rispondenza tra le caratteristiche fisico tecniche dei materiali stessi e le richieste di progetto.

Per la recinzione perimetrale del palazzetto, che è prevista in elementi prefabbricati, oltre alle schede di prodotto che attestino la rispondenza alla UNI xxx, il Direttore dei Lavori potrà disporre, a cura e spese dell'Appaltatore, alcune prove a spinta per l'accertamento della effettiva rispondenza in opera.

Nel caso si dovessero riscontrare difformità rispetto a quanto previsto nella presente specifica o nei disegni di progetto, l'Appaltatore dovrà immediatamente procedere alla sostituzione dei materiali non idonei ed al rifacimento delle opere eseguite in modo difforme, secondo le istruzioni della Direzione Lavori. Il tempo necessario per la sostituzione o il rifacimento delle opere, non potrà essere calcolato in aggiunta ai tempi previsti nel programma dei lavori.

In contraddittorio tra l'Appaltatore e la Committente dovrà essere effettuata un'ulteriore verifica dei lavori consistente nella ricognizione completa delle opere eseguite con l'annotazione di tutti i difetti riscontrati e le difformità rispetto ai disegni di progetto ed alla presente specifica e la redazione di un verbale nel quale sarà indicato il termine entro il quale l'Appaltatore dovrà provvedere all'eliminazione dei difetti o delle difformità riscontrate. Se entro tale termine l'Appaltatore non avrà provveduto all'esecuzione delle opere richieste la Direzione Lavori si riserverà la facoltà di far eseguire direttamente i lavori di rifacimento addebitandone i costi relativi all'Appaltatore.

## **7 SEGNALETICA**

### **7.1 NORME TECNICHE DI ESECUZIONE**

Nella esecuzione delle prestazioni, l'impresa dovrà attenersi alle prescrizioni che di seguito vengono riportate per le principali categorie di lavoro.

In particolare dovranno essere rispettate le disposizioni di cui a:

- D.LGS. 30 aprile 1992 n. 285 - Nuovo Codice della Strada e successive modifiche e integrazioni;
- D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del nuovo Codice della Strada e successive modifiche e integrazioni;
- D.M. del 23-09-2005 del Ministero Infrastrutture e Trasporti, Norme Tecniche per le Costruzioni.

Nell'esecuzione delle prestazioni, l'Impresa dovrà attenersi alle prescrizioni che di seguito vengono riportate e dovrà eseguire il lavoro come prescritto dalla norma UNI 11154.

In ogni caso alle norme in vigore al momento dell'esecuzione dei lavori.

Durante l'esecuzione dei lavori, di norma, il traffico non dovrà subire alcuna sospensione, e l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla installazione della segnaletica provvisoria, al fine di evitare qualsiasi incidente stradale, di cui rimarrà unico responsabile per qualunque effetto.

### **7.2 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, per caratteristiche, alle prescrizioni contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, e a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere accettati dalla Direzione Lavori.

I materiali dovranno provenire da produttori o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, e dovranno corrispondere come caratteristiche tecnico-qualitative ai requisiti di seguito esposti.

Pertanto, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa appaltatrice indicherà alla Direzione Lavori il produttore o la fabbrica dei materiali da cui intenderà rifornirsi per l'intera durata dell'appalto; ai fini della preventiva accettazione dovrà produrre la certificazione di qualità dei materiali, prodotta direttamente dal fornitore, accompagnata da certificati di prova rilasciati da laboratori riconosciuti.

Qualora la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute: i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dello stessa Impresa.

### **7.3 PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO E FORNITURE**

Per regola generale nell'esecuzione dei lavori e delle forniture l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte nonché alle prescrizioni che di seguito vengono date per le principali categorie di lavori.

Per tutte le categorie di lavori e quindi anche per quelle relativamente alle quali non si trovino, nel presente Capitolato, prescritte speciali norme, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica e dalla normativa vigente attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione Lavori all'atto esecutivo.

Tutte le forniture ed i lavori in genere, principali ed accessori previsti o eventuali, dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con materiali e magisteri appropriati e rispondenti alla specie di lavoro che si richiede ed alla loro destinazione.

### **7.4 ACCERTAMENTI PRELIMINARI DURANTE IL CORSO E A CONCLUSIONE DEI LAVORI**

#### **7.4.1 Certificati**

Per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali prescritti dal presente Capitolato, l'Impresa dovrà produrre la certificazione di qualità dei materiali rilasciata ai fornitori da laboratori ufficiali riconosciuti.

Tali certificati dovranno contenere i dati relativi alla provenienza ed alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o fornitura in rapporto a dosaggi e composizioni proposte ed implementando con relative schede di sicurezza che dovranno far parte integrante del P.O.S.

#### **7.4.2 Prove dei materiali**

In relazione a quanto prescritto nel precedente articolo circa le qualità e le caratteristiche dei materiali, per la loro accettazione l'Impresa è obbligata a prestarsi alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio dei campioni ai Laboratori Ufficiali approvati dalla DL.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio, anche presso gli stabilimenti di produzione per cui l'Impresa si impegna a garantire l'accesso presso detti stabilimenti ed a fornire l'assistenza necessaria.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione, previa apposizione di sigillo o firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione. L'utilizzo di materiali riconosciuti validi e accettati dalla Direzione Lavori non esimerà l'Impresa dall'ottenimento dei valori prestazionali prescritti su strada che sono lo scopo delle lavorazioni. Saranno da ritenere preferenziali i prodotti che soddisfano i requisiti di durabilità e rispetto delle prestazioni, con le minori caratteristiche di inquinamento e tossicità, per attenzione ai posatori ed all'ambiente.

## **7.5 POSA IN OPERA DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE**

Per le specifiche riguardanti la realizzazione della segnaletica orizzontale si richiama la norma UNI 11154 del settembre 2006. In particolare si richiamano i paragrafi che seguono.

### **7.5.1 Verifica d'idoneità del supporto e delle condizioni ambientali**

Prima di iniziare un lavoro di posa della segnaletica orizzontale, l'Impresa deve effettuare le seguenti verifiche:

- verificare se lo stato della segnaletica preesistente, qualora presente, permetta una sovrapposizione del prodotto senza rischi per la buona riuscita dell'applicazione stessa, tenendo in considerazione la compatibilità dei prodotti;
- verificare il tipo di supporto (conglomerato bituminoso, conglomerato bituminoso drenante, calcestruzzo, pietra) e la sua compatibilità con il materiale da applicare;
- accertarsi delle condizioni fisiche della superficie, per esempio che non ci sia presenza di crepe o irregolarità che possano ostacolare l'applicazione del materiale;
- verificare che il supporto risulti perfettamente pulito, privo cioè di agenti inquinanti quali per esempio macchie d'olio o di grasso, terra o resine provenienti dagli alberi, che possano influenzare la qualità della stesa;
- verificare che il supporto sia asciutto e che la sua temperatura rientri nell'intervallo previsto per l'applicazione del materiale come risulta dalla scheda tecnica del produttore;
- rilevare i valori di temperatura del supporto ed umidità relativa dell'aria prima della stesa, che devono rientrare nell'intervallo previsto per il prodotto da utilizzare, desumendoli dalle schede tecniche dei produttori;

Nel caso in cui non si siano verificate le condizioni idonee all'applicazione, l'Impresa non deve procedere all'esecuzione del lavoro e deve avvisare la Direzione Lavori per avere istruzioni.

### **7.5.2 Tracciamento e preparazione**

La fase di tracciamento e preparazione è indipendente dal tipo di prodotto utilizzato e per quanto riguarda le figure da realizzare si deve far riferimento alla legislazione vigente (DPR n° 495/1992 "Regolamento d'esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della Strada" e successive modifiche e integrazioni).

I tipi di tracciamento sono sostanzialmente quattro:

- il primo metodo prevede l'utilizzo di dime, per esempio per le scritte o per i passaggi pedonali ortogonali;
- il secondo metodo richiede l'uso del filo gessato: si tratta di un filo impregnato di polvere di gesso il quale, lasciato cadere per terra, segna la guida di dove si dovrà posare il materiale segnaletico; generalmente è utilizzato per segnare le mezzerie o la striscia laterale su tratti medi e brevi oltre che per passaggi pedonali e strisce d'arresto;
- il terzo metodo si avvale dell'uso del tracciolino: si utilizza la macchina traccia-linee a vernice la quale, tramite un piccolo ugello, segna la superficie con una sottile linea che l'operatore dovrà seguire in fase di posa del prodotto.
- il quarto metodo fa uso di una corda-guida di riferimento.

Per quanto concerne la preparazione dei piani, questi dovranno essere puliti ed esenti da agenti inquinanti che possano compromettere la realizzazione della segnaletica orizzontale a regola d'arte. La pulizia è a carico dell'Appaltatore.

### **7.5.3 Posa del materiale**

Una volta completate le operazioni di tracciamento e preparazione, si può procedere con la posa del materiale.

## **7.6 SEGNALETICA ORIZZONTALE CON PITTURA A SOLVENTE**

### **7.6.1 Generalità**

La segnaletica orizzontale sarà costituita da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.LGS. 30 aprile 1992 n. 285 ed artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 e successive modifiche integrazioni ed essere conformi per colori, forme e dimensioni.

Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alle prescrizioni del Disciplinare Tecnico del Ministero dei LL.PP. (art. 137, comma 4 del Regolamento di attuazione), ed essere comprovate dalle relative certificazioni.

Nelle more dell'approvazione del disciplinare, con apposito Decreto del Ministro dei LL.PP, le caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio dovranno essere conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436 relativamente alle classi indicate nella scheda tecnica. Tali caratteristiche si intendono in opera per il periodo di garanzia previsto. Le caratteristiche dovranno essere comprovate dalle relative certificazioni rilasciate da Laboratori ufficiali autorizzati.

La segnaletica andrà realizzata nelle zone di progetto e/o in quelle richieste dal Compartimento committente.

L'Appaltatore sarà libero di utilizzare materiali di sua scelta, nell'ambito della tipologia di prodotto indicata nell'appalto.

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.

I bordi delle strisce, linee di arresto, zebraure, scritte ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

### **7.6.2 Prove ed accertamenti per la tracciabilità dei materiali**

La pittura da adoperare per l'esecuzione della segnaletica orizzontale, dovrà essere accompagnata da certificati che specifichino le caratteristiche fisico, chimiche, ottiche e tecnologiche relative al prodotto verniciante.

In particolare si dovranno fornire i seguenti dati:

- potere coprente del prodotto in  $m^2/kg$ ;
- stabilità in barattolo o nella confezione;
- viscosità Stormer;
- massa volumica in  $kg/l$ ;
- residuo non volatile;
- tempo di essiccamento;
- contenuto e tipi di pigmenti e riempitivi (cariche);
- contenuto e tipo di additivi (plastificanti, essiccativi, ecc.);
- contenuto di biossido di titanio o cromato di piombo se gialla;
- contenuto e tipo di solventi contenuti nella pittura;
- tipo di diluente raccomandato dal produttore;
- fattore di luminanza della pittura;
- coordinate cromatiche;
- spessore della pellicola essiccata;
- resistenza all'abrasione della pellicola.

Inoltre, il prodotto verniciante dovrà essere accompagnato da un certificato, eseguito da laboratori ufficiali autorizzati, da cui risultino i valori di caratterizzazione iniziale della pittura applicata in base ai parametri previsti dalla norma UNI EN 1436-04:

- visibilità diurna;
- visibilità notturna in condizioni di asciutto;
- visibilità notturna in condizioni di bagnato;
- fattore di luminanza;

- coordinate cromatiche;
- resistenza al derapaggio;

La pittura fornita dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alle caratteristiche dichiarate entro le tolleranze massime indicate nei punti seguenti.

### 7.6.3 Caratteristiche della pittura

Si tratta di una vernice costituita da leganti (resine alchidiche e clorocaucciù), da solventi (soprattutto toluolo e xiluolo, in misura inferiore solventi aromatici, esteri e acetati), da cariche, pigmenti e microsfele (per le vernici premiscelate). Le sostanze che evaporano (solventi volatili) variano dal 15% al 30% della vernice, mentre la percentuale del prodotto che rimane a terra varia dal 70% all'85%.

L'applicazione non comporta particolari problemi e richiede il lavoro di una squadra di poche persone, con l'utilizzo di semplici apparecchiature.

Si deve prestare attenzione allo smaltimento dei rifiuti: in particolare, le latte sporche di vernice.

Il tempo di essiccazione si aggira sui 30 ÷ 40 minuti. Mentre, la durata media prevista per la vernice a solvente è di 6 mesi, al termine dei quali dovrebbero essere intrapresi nuovamente i lavori di manutenzione del manto stradale.

La pittura da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente e cioè contenere sfere di vetro premiscelate durante il processo di fabbricazione (63-212 micron).

In fase di applicazione della pittura, al fine di ottenere i valori di RL previsti dalla UNI EN 1436/2004, dovranno essere contemporaneamente postspruzzate le perline di granulometria media (125-710 micron).

Durante l'applicazione delle perline postspruzzate si dovrà limitare l'azione di quegli elementi perturbatori che influiscono sul grado d'affondamento delle microsfele, quali il vento, l'elevata umidità, l'alta temperatura e il periodo intercorrente tra l'applicazione della pittura e la postspruzzatura delle perline. Sarà d'obbligo quindi proteggere dal vento il sistema d'applicazione delle perline in fase di postspruzzatura e ridurre al minimo il periodo intercorrente tra l'applicazione della pittura e l'applicazione delle perline. Inoltre, in fase d'applicazione, bisognerà evitare i sovradosaggi che tendono a ingrigire la striscia segnaletica.

Per la **pittura bianca** il pigmento inorganico potrà essere costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di ossido di zinco.

Pur non entrando in merito alla natura delle cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno comunque, per qualità forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di

resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a rendere meno scivolosa, con valori di aderenza (SRT o CAT) che non si discostino da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa ( $\pm 10\%$ ), la segnaletica orizzontale realizzata.

Per la **pittura gialla** il pigmento potrà essere costituito da cromato di piombo.

La pittura non dovrà contenere coloranti organici e non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV.

Il solvente o le miscele di solventi utilizzati, dovranno facilitare la formazione di una striscia longitudinale omogenea e priva di difetti (la pittura dovrà aderire tenacemente alla superficie stradale); inoltre dovranno evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso.

Il liquido, pertanto, deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica.

La pittura dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia e uniforme, non dovrà fare crosta nè diventare gelatinosa od inspessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola.

La pittura non dovrà assorbire grassi, oli e la sua composizione chimica dovrà essere comunque idonea a resistere all'affioramento del legante bituminoso.

#### **7.6.4 Prove di laboratorio sulla pittura**

##### *a) Potere coprente*

Il rapporto di contrasto  $R_b/R_w$  (Potere coprente), inteso come rapporto tra il fattore di riflessione della luminosità diffusa della luce diurna (Y) della pellicola di pittura applicata su un supporto nero ( $R_b$ ) e il fattore di riflessione della stessa, misurato su un supporto bianco ( $R_w$ ), dovrà essere  $\geq 95\%$ .

La resa superficiale, determinata in corrispondenza del suddetto rapporto di contrasto C, dovrà essere compresa tra 1,2 e 1,5  $m^2/kg$  (ISO 2814, UNI ISO 3905/90).

##### *b) Densità*

La densità della pittura, determinata a  $25^\circ C$ , dovrà essere  $\geq 1,7\text{ kg/l}$  (ASTM D 1475-60).

E' ammessa una tolleranza di  $\pm 0,1\text{ Kg/l}$

##### *c) Aggiunta di diluente*

La pittura 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) Tempo di essiccamento*

In relazione alla macrorugosità, alle deformazioni permanenti del profilo longitudinale e trasversale della pavimentazione stradale e alla temperatura e all'umidità dell'aria, la pittura dovrà asciugarsi, in modo da consentire l'apertura al traffico del tratto interessato, entro 30 minuti dall'applicazione.

Dopo tale tempo massimo consentito, la pittura non dovrà staccarsi, deformarsi, sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento potrà essere controllato in laboratorio secondo il metodo ASTM D 711-75 oppure UNI 8362/82.

*e) Viscosità*

La pittura non dovrà presentare difficoltà d'impiego durante l'applicazione e dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee.

In Laboratorio la consistenza della pittura verrà determinata con il viscosimetro Stormer e il valore ottenuto sarà espresso in Unità Krebs (KU).

La consistenza prescritta per la pittura, determinata a 25° C, dovrà essere compresa fra le 70 e le 90 Unità Krebs (ASTM D 562-55). E' ammessa una tolleranza di  $\pm 5$  U.K.

*f) Contenuto delle materie non volatili*

Sulla pittura verrà determinato il tenore di materie non volatili (residuo secco).

Il residuo non volatile sarà compreso fra il 70 e l'85 % in peso ed è considerato valido sia per la pittura bianca, sia per quella gialla (ASTM D 1644-75 o UNI EN ISO 3251/2005).

*g) 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 e il 45 % in peso (FTMS 141a-4021.1).

*h) Contenuto di biossido di titanio e di cromato di piombo*

Tra i pigmenti, il contenuto di biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>) non dovrà essere inferiore al 14 % in peso sulla pittura bianca, mentre il cromato di piombo (PbCrO<sub>4</sub>) non dovrà essere inferiore al 9 % in peso sulla pittura gialla.

Per la determinazione del contenuto del biossido di titanio nella pittura, si seguirà il metodo colorimetrico o il metodo ASTM D 1394-76; per la determinazione del cromato di piombo si seguirà il metodo FTMS 141a-7131.

*i) Resistenza agli agenti chimici*

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 250  $\mu$ m, sarà steso su sei supporti metallici dalle dimensioni di cm 12 x 6 x 0.05, dopo essere stato lasciato stagionare in condizioni ambiente per 7 giorni, sarà immerso, per essere sottoposto ad attacco chimico, nei liquidi di prova, alla temperatura e per il tempo indicato nella seguente tabella:

## COMPLETAMENTO DELLE OPERE A SERVIZIO DEL NUOVO POLO SPORTIVO

<b>LIQUIDI DI PROVA</b>	<b>TEMPERATURA ° C</b>	<b>DURATA IN MINUTI PRIMI</b>
LUBRIFICANTI	50°	30' + 30' *
CARBURANTI	20°	“
CLORURO DI CALCIO	“	“
CLORURO DI SODIO	“	“
ACIDO SOLFORICO**	“	“
ACIDO CLORIDRICO**	“	“

\* I provini sono controllati dopo i primi 30' di immersione, successivamente vengono reintrodotti nei contenitori dei liquidi per altri 30' ed infine, al termine della prova, si lasciano asciugare i provini e se ne osserva lo stato di conservazione.

\*\* Soluzioni al 20%.

La prova di resistenza agli agenti chimici si ritiene superata positivamente se, alla fine delle prova, il campione di pittura non presenta alterazioni e/o distacco dai sei supporti metallici.

*j) Resistenza all'abrasione*

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 300  $\mu\text{m}$ , sarà steso su due supporti metallici dalle dimensioni in cm di 20 x 12 x 0,05, e sottoposto alla prova di resistenza all'abrasione con il metodo della caduta di sabbia (ASTM D 968-51).

La pellicola, dopo essere stata lasciata ad essiccare per 48 ore a 25° C e con un'umidità relativa del 50 %, dovrà resistere all'azione abrasiva provocata dalla caduta ciclica di un volume predeterminato di sabbia monogranulare di natura silicea.

Il coefficiente di abrasione, sarà determinato dividendo il volume in litri di sabbia usata, necessaria ad asportare lo strato di pittura, per lo spessore iniziale in mm della pittura.

La resistenza all'abrasione potrà essere determinata anche attraverso la valutazione della perdita di massa della pellicola di pittura dopo essere stata assoggettata all'azione di mole abrasive di durezza predefinita (Metodo UNI 10559/96).

*k) Fattore di luminanza della pittura*

Per la classificazione della visibilità del prodotto verniciante, sarà rilevato il fattore di luminanza  $\beta$ , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il Fattore di luminanza  $\beta$  minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,60, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

*l) Colore della pittura*

Il colore della pittura, inteso come sensazione cromatica percepita dall'osservatore standard, sarà determinato in laboratorio attraverso le coordinate cromatiche (x, y) su un campione di segnaletica, con riferimento al diagramma CIE 1931.

Il campione di segnaletica, su cui eseguire le letture colorimetriche, sarà predisposto in laboratorio, oppure sarà utilizzato, se presente, il campione di pittura spruzzata direttamente su un supporto metallico e prelevato in sito su disposizione della D.L dopo essiccazione di 24 ore.

La pittura di colore bianco e giallo dovranno avere delle coordinate cromatiche che siano contenute all'interno dell'area colorimetrica stabilita, per la relativa tipologia cromatica, dalla norma UNI EN 1436/2004, mediante i vertici:

COLORE	Vertici delle regioni di cromaticità per segnaletica orizzontale bianca e gialla (Illuminante D65 - Geometria 45/0°)				
		1	2	3	4
Bianco	x	0.355	0.305	0.285	0.335
	y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo Classe Y1	x	0.443	0.545	0.465	0.389
	y	0.399	0.455	0.535	0.431
Giallo Classe Y2	x	0.494	0.545	0.465	0.427
	y	0.427	0.455	0.535	0.483

*Nota – Le classi Y1 e Y2 di segnaletica orizzontale gialla si riferiscono rispettivamente alla segnaletica permanente e a quella provvisoria.*

*m) Resistenza alla luce.*

La pittura dovrà mantenere inalterato il colore per un periodo non inferiore ad un anno. L'accertamento del grado di resistenza dello strato di pittura al decadimento causato dalla luce solare, sarà determinato attraverso l'esposizione di campione alla radiazione di una lampada allo xeno, munita di filtri atti a consentire l'inizio della emissione spettrale a 300 nm (UNI 9397/89).

## **7.7 SEGNALETICA ORIZZONTALE A BASE ACQUA**

### **7.7.1 Generalità**

La segnaletica orizzontale sarà costituita da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.LGS. 30 aprile 1992

n. 285 ed artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 e successive modifiche integrazioni ed essere conformi per colori, forme e dimensioni.

Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alle prescrizioni del Disciplinare Tecnico del Ministero dei LL.PP. (art. 137, comma 4 del Regolamento di attuazione), ed essere comprovate dalle relative certificazioni.

Nelle more dell'approvazione del disciplinare, con apposito Decreto del Ministro dei LL.PP, le caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio dovranno essere conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436 relativamente alle classi indicate nella scheda tecnica. Tali caratteristiche si intendono in opera per il periodo di garanzia previsto. Le caratteristiche dovranno essere comprovate dalle relative certificazioni rilasciate da Laboratori ufficiali autorizzati.

La segnaletica andrà realizzata nelle zone di progetto e/o in quelle richieste dal Compartimento committente.

L'Appaltatore sarà libero di utilizzare materiali di sua scelta, nell'ambito della tipologia di prodotto indicata nell'appalto.

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.

I bordi delle strisce, linee di arresto, zebraure, scritte ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

### **7.7.2 Prove ed accertamenti**

La pittura che sarà adoperata per l'esecuzione della segnaletica orizzontale, dovrà essere accompagnata da una dichiarazione del produttore riportante le caratteristiche generali e le specifiche relative al prodotto verniciante bagnato e alla pellicola risultante dopo l'essiccazione.

In particolare la dichiarazione dovrà fornire i seguenti dati:

potere coprente del prodotto in m<sup>2</sup>/kg

- viscosità
- densità
- residuo secco
- tempo di essiccazione
- fattore di luminanza della pittura
- percentuale di diluizione e tipo di diluente raccomandato dal produttore
- resistenza al derapaggio

- coordinate di cromaticità della pellicola essiccata
- coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd
- retroriflessione diurna su asciutto, umido e bagnato
- retroriflessione notturna su asciutto, umido e bagnato
- attrito radente

I dati derivati da prove prestazionali si intendono per misurazioni effettuate da Laboratori ufficiali autorizzati, seguendo i criteri previsti dalla UNI EN 1436.

La pittura fornita dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alla dichiarazione delle caratteristiche dichiarate dal Produttore entro le tolleranze massime appresso indicate, superate le quali la pittura verrà rifiutata.

Qualora la pittura non risulti conforme ad una o più caratteristiche richieste, l'ANAS S.p.A., a suo insindacabile giudizio, potrà imporre la sostituzione con altra pittura idonea senza che ciò comporti spese aggiuntive rispetto a quelle concordate.

### **7.7.3 Caratteristiche della pittura**

Questa vernice si distingue da quella a solvente per l'assenza di sostanze tossiche. Infatti, non contiene alcun solvente, ma resine acriliche in emulsione acquosa, che non sono tossiche. In tal modo, l'utilizzo di questo tipo di vernice riduce i problemi di smaltimento dei rifiuti.

L'assenza di solventi risolve anche i problemi di sicurezza legati all'inflammabilità.

Il tempo di essiccazione del prodotto raggiunge i 30 minuti. Tuttavia, non sempre è così veloce l'evaporazione della pittura, se si considerano, ad esempio, le giornate umide e fredde in cui le pitture in emulsione acquosa incontrano forti difficoltà ad evaporare. Di conseguenza, si deve tenere conto delle condizioni atmosferiche.

La pittura da impiegare potrà contenere sfere di vetro premiscelate durante il processo di fabbricazione o subire il processo di postspruzzatura durante l'applicazione, cosicché dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro, dovuta all'usura dello strato superficiale della pittura stessa sullo spartitraffico, queste svolgano effettivamente una efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

Per la pittura bianca il pigmento inorganico dovrà garantire la colorazione secondo le caratteristiche colorimetriche.

Per quanto concerne le cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno, per qualità, forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a renderla meno scivolosa, con valori di aderenza (SRT o CAT)

che non si discostino da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa ( $\pm 10\%$ ), la segnaletica orizzontale realizzata.

Per la pittura gialla il pigmento sarà costituito da pigmenti organici.

La pittura non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV.

L'emulsione acquosa, dovrà facilitare la formazione di una striscia longitudinale omogenea e priva di difetti (la pittura dovrà aderire tenacemente alla superficie stradale), inoltre dovrà evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso.

La pittura dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola.

La pittura non dovrà assorbire grassi, oli ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, applicata sulla pavimentazione stradale, anche nei mesi estivi, non presenti tracce di inquinamento da sostanze bituminose, e non dovrà permettere l'affioramento del legante bituminoso.

#### **7.7.4 Prove di laboratorio sulla pittura**

##### *a) Potere coprente*

Il rapporto di contrasto C (potere coprente), inteso come rapporto tra il fattore di riflessione della luminosità diffusa della luce diurna (Y) della pellicola di pittura applicata su un supporto nero e il fattore di riflessione della stessa, misurato su un supporto bianco, dovrà essere uguale o maggiore al 95%.

La resa superficiale, determinata in corrispondenza del suddetto rapporto di contrasto C, dovrà essere compresa tra 1,0 e 1,3 mq/kg (ASTM D 2805-85).

##### *b) Viscosità*

La viscosità è il grado di fluidità di un prodotto verniciante che può variare in funzione dell'eventuale aggiunta di appropriati diluenti, la cui percentuale massima deve essere indicata nella scheda tecnica del prodotto. La consistenza viene misurata con il viscosimetro tipo "Stormer Krebs" alla temperatura di 25°C con la tolleranza del 10%. (UNI 8361).

##### *c) Densità*

La densità della pittura, determinata a 25° C, dovrà essere tra 1,5 e 1,7 kg/l (UNI EN ISO 2811-1).

##### *d) Aggiunta di diluente*

La pittura dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali traccialinee e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta.

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di acqua fino al massimo del 4% in peso.

*e) Tempo di essiccamento*

In relazione alla macrorugosità, alle deformazioni del profilo longitudinale e trasversale della pavimentazione stradale e all'umidità dell'aria, la pittura dovrà asciugarsi in modo da consentire l'apertura al traffico del tratto interessato, entro 30 (trenta) minuti dall'applicazione.

Dopo tale tempo massimo consentito, la pittura non dovrà staccarsi, deformarsi, sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento potrà essere controllato in laboratorio secondo il metodo UNI 8362/82.

*f) Contenuto delle materie non volatili*

Sulla pittura verrà determinato il tenore di materie non volatili (residuo secco). Il residuo non volatile indicato dal produttore sarà compreso fra il 75 e l'85% in peso ed è considerato valido sia per la pittura bianca che per quella gialla (UNI 3251).

*g) Resistenza agli agenti chimici*

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 250 µm, verrà steso su sei supporti metallici delle dimensioni di cm. 12\*6\*0.05, dopo essere stato lasciato stagionare in condizioni di ambiente per 7 giorni, verrà immerso, per essere sottoposto ad attacco chimico, nei liquidi di prova, alla temperatura e per il tempo indicato nella seguente tabella:

Liquidi di prova	Temperatura °C	Durata in minuti primi
Lubrificanti	50°	30' + 30' (*)
Carburanti	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di calcio	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di sodio	20°	30' + 30' (*)
Acido solforico (**)	20°	30' + 30' (*)
Acido cloridrico (**)	20°	30' + 30' (*)

(\*) I provini vengono controllati dopo i primi 30' di immersione, successivamente vengono reintrodotti nei contenitori dei liquidi per altri 30' ed infine, al termine della prova, si lasciano asciugare i provini e se ne osserva lo stato di conservazione.

(\*\*) Soluzioni al 20%.

La prova di resistenza agli agenti chimici si ritiene superata positivamente se alla fine della prova, il campione di pittura non presenta alterazioni e/o distacco dai sei supporti metallici.

*h) Colore della pittura*

Il colore della pittura, inteso come sensazione cromatica percepita dall'osservatore standard, verrà determinato in laboratorio attraverso le coordinate cromatiche (x, y) su un campione di segnaletica, con riferimento al diagramma cromatico CIE 1931.

Il campione di segnaletica, su cui eseguire le letture colorimetriche, sarà predisposto in laboratorio, oppure verrà utilizzato, se presente, il campione di pittura spruzzata direttamente su un supporto metallico e prelevato in sito su disposizione della D.L.

Oltre alle coordinate cromatiche, ai fini della classificazione della visibilità del prodotto verniciante, verrà rilevato anche il fattore di luminanza  $\beta$ , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Le pitture di colore bianco e giallo dovranno avere delle coordinate cromatiche che siano contenute all'interno dell'area colorimetrica stabilita, per la relativa tipologia cromatica, dalla norma UNI 7543/2-1988, mediante i vertici:

COLORE	Vertici delle regioni di cromaticità per segnaletica orizzontale bianca e gialla (Illuminante D65 - Geometria 45/0°)				
		1	2	3	4
Bianco	x	0.355	0.305	0.285	0.335
	y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo Classe Y1	x	0.443	0.545	0.465	0.389
	y	0.399	0.455	0.535	0.431
Giallo Classe Y2	x	0.494	0.545	0.465	0.427
	y	0.427	0.455	0.535	0.483

Il fattore di luminanza  $\beta$  minimo iniziale, richiesto per i vari prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.55, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

*i) Resistenza all'abrasione*

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 300  $\mu\text{m}$ , sarà steso su due supporti metallici dalle dimensioni in cm di 20 x 12 x 0.05, e sottoposto alla prova di resistenza all'abrasione con il metodo della caduta di sabbia (ASTM D 968-51).

La pellicola, dopo essere stata lasciata ad essiccare per 48 ore a 25° C e con un'umidità relativa del 50 %, dovrà resistere all'azione abrasiva provocata dalla caduta ciclica di un volume predeterminato di sabbia monogranulare di natura silicea.

Il coefficiente di abrasione, sarà determinato dividendo il volume in litri di sabbia usata, necessaria ad asportare lo strato di pittura, per lo spessore iniziale in mm della pittura.

La resistenza all'abrasione potrà essere determinata anche attraverso la valutazione della perdita di massa della pellicola di pittura dopo essere stata assoggettata all'azione di mole abrasive di durezza predefinita (Metodo UNI 10559/96).

*j) Fattore di luminanza della pittura*

Per la classificazione della visibilità del prodotto verniciante, sarà rilevato il fattore di luminanza  $\beta$ , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il Fattore di luminanza  $\beta$  minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,60, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

*k) Resistenza alla luce*

La pittura dovrà mantenere inalterato il colore per un periodo di vita utile del prodotto.

L'accertamento del grado di resistenza dello strato di pittura al decadimento causato dalla luce solare, verrà determinato attraverso l'esposizione del campione alla radiazione di una lampada allo xeno, munita di filtri atti a consentire l'inizio della emissione spettrale a 300 nm (UNI 9397/89).

Al termine della prova, le coordinate cromatiche dovranno ricadere nelle zone consentite per le relative tipologie cromatiche e la differenza delle letture del fattore di luminanza (AB), misurato prima e dopo la prova, non dovrà essere superiore a 0.05.

## **7.8 SEGNALETICA ORIZZONTALE A BASE ACQUA BICOMPONENTE**

### **7.8.1 Generalità.**

La segnaletica orizzontale sarà costituita da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.LGS. 30 aprile 1992 n. 285 ed artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 e successive modifiche integrazioni ed essere conformi per colori, forme e dimensioni.

Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alle prescrizioni del Disciplinare Tecnico del Ministero dei LL.PP. (art. 137, comma 4 del Regolamento di attuazione), ed essere comprovate dalle relative certificazioni.

Nelle more dell'approvazione del disciplinare, con apposito Decreto del Ministro dei LL.PP, le caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio dovranno essere conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436 relativamente alle classi indicate nella

scheda tecnica. Tali caratteristiche si intendono in opera per il periodo di garanzia previsto. Le caratteristiche dovranno essere comprovate dalle relative certificazioni rilasciate da Laboratori ufficiali autorizzati.

La segnaletica andrà realizzata nelle zone di progetto e/o in quelle richieste dal Compartimento committente.

L'Appaltatore sarà libero di utilizzare materiali di sua scelta, nell'ambito della tipologia di prodotto indicata nell'appalto .

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.

I bordi delle strisce, linee di arresto, zebraure, scritte ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

### **7.8.2 Prove ed accertamenti**

La pittura che sarà adoperata per l'esecuzione della segnaletica orizzontale, dovrà essere accompagnata da una dichiarazione del Produttore delle caratteristiche generali e specifiche relative al prodotto verniciante bagnato, alla pellicola risultante dopo l'essiccazione.

In particolare la dichiarazione dovrà fornire i seguenti dati:

- potere coprente del prodotto in mq/kg
- viscosità
- stabilità in barattolo o nella confezione
- massa volumica in kg/l
- residuo non volatile
- tempo di essiccamento
- percentuale di diluizione e tipo di diluente raccomandato dal produttore
- tipi e quantità di sfere di vetro da usare nel caso di postspruzzatura
- fattore di luminanza della pittura
- coordinate cromatiche della pellicola essiccata
- resistenza agli agenti chimici della pellicola
- coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd
- retroriflessione diurna su asciutto, umido e bagnato
- retroriflessione notturna su asciutto, umido e bagnato
- attrito radente

I dati derivati da prove prestazionali si intendono per misurazioni effettuate da Laboratori ufficiali autorizzati, seguendo i criteri previsti da UNI EN 1436.

La pittura fornita dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alla dichiarazione delle caratteristiche dichiarate dal Produttore entro le tolleranze massime appresso indicate, superate le quali la pittura verrà rifiutata.

Qualora la pittura non risulti conforme ad una o più caratteristiche richieste, l'ANAS S.p.A., a suo insindacabile giudizio, potrà imporre la sostituzione con altra pittura idonea senza che ciò comporti spese aggiuntive rispetto a quelle concordate.

### **7.8.3 Caratteristiche della pittura**

La pittura da impiegare potrà contenere sfere di vetro premiscelate durante il processo di fabbricazione o subire il processo di postspruzzatura durante l'applicazione, cosicché dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro, dovuta all'usura dello strato superficiale della pittura stessa sullo spartitraffico, queste svolgano effettivamente una efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

Per la pittura bianca il pigmento inorganico dovrà garantire la colorazione secondo le caratteristiche colorimetriche.

Per quanto concerne le cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno, per qualità, forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a rendere meno scivolosa, con valori di aderenza (SRT o CAT) che non si discostino da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa ( $\pm 10\%$ ), la segnaletica orizzontale realizzata.

Per la pittura gialla il pigmento sarà costituito da pigmenti organici.

La pittura non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV.

Il solvente o le miscele di solventi utilizzati, dovranno facilitare la formazione di una striscia longitudinale omogenea e priva di difetti (la pittura dovrà aderire tenacemente alla superficie stradale), inoltre dovranno evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso.

La pittura dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od inspessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola.

La pittura non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, applicata sulla pavimentazione stradale, anche nei mesi estivi, non presenti tracce di inquinamento da sostanze bituminose, e non dovrà permettere l'affioramento del legante bituminoso.

#### **7.8.4 Prove di laboratorio sulla pittura**

*a) Potere coprente*

Il rapporto di contrasto C (potere coprente), inteso come rapporto tra il fattore di riflessione della luminosità diffusa della luce diurna (Y) della pellicola di pittura applicata su un supporto nero e il fattore di riflessione della stessa, misurato su un supporto bianco, dovrà essere uguale o maggiore al 95%.

La resa superficiale, determinata in corrispondenza del suddetto rapporto di contrasto C, dovrà essere compresa tra 1.2 e 1.5 mq/kg (ASTM D 2805-85).

*b) Densità*

La densità della pittura, determinata a 25° C, dovrà essere uguale o maggiore a 1.5 kg/l (ASTM D 1475-60).

*c) Aggiunta di diluente*

La pittura 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 acqua fino al massimo del 4% in peso.

*d) Tempo di essiccamento*

In relazione alla macrorugosità, alle deformazioni del profilo longitudinale e trasversale della pavimentazione stradale e all'umidità dell'aria, la pittura dovrà asciugarsi in modo da consentire l'apertura al traffico del tratto interessato, entro 3 (tre) minuti dall'applicazione.

Dopo tale tempo massimo consentito, la pittura non dovrà staccarsi, deformarsi, sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento potrà essere controllato in laboratorio secondo il metodo UNI 8362/82.

*e) Contenuto delle materie non volatili*

Sulla pittura verrà determinato il tenore di materie non volatili (residuo secco).

Il residuo non volatile sarà compreso fra il 77 e l'83% in peso ed è considerato valido sia per la pittura bianca che per quella gialla (UNI 8906/86).

*f) Resistenza agli agenti chimici*

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 250 µm, verrà steso su sei supporti metallici delle dimensioni di cm. 12\*6\*0.05, dopo essere stato lasciato stagionare in condizioni di ambiente per 7 giorni, verrà immerso, per essere sottoposto ad attacco chimico, nei liquidi di prova, alla temperatura e per il tempo indicato nella seguente tabella:

*g) Resistenza all'abrasione*

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 300  $\mu\text{m}$ , sarà steso su due supporti metallici dalle dimensioni in cm di 20 x 12 x 0.05, e sottoposto alla prova di resistenza all'abrasione con il metodo della caduta di sabbia (ASTM D 968-51).

La pellicola, dopo essere stata lasciata ad essiccare per 48 ore a 25° C e con un'umidità relativa del 50 %, dovrà resistere all'azione abrasiva provocata dalla caduta ciclica di un volume predeterminato di sabbia monogranulare di natura silicea.

Il coefficiente di abrasione, sarà determinato dividendo il volume in litri di sabbia usata, necessaria ad asportare lo strato di pittura, per lo spessore iniziale in mm della pittura.

La resistenza all'abrasione potrà essere determinata anche attraverso la valutazione della perdita di massa della pellicola di pittura dopo essere stata assoggettata all'azione di mole abrasive di durezza predefinita (Metodo UNI 10559/96).

*h) Fattore di luminanza della pittura*

Per la classificazione della visibilità del prodotto verniciante, sarà rilevato il fattore di luminanza  $\beta$ , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il Fattore di luminanza  $\beta$  minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,60, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

*i) Resistenza alla luce*

La pittura dovrà mantenere inalterato il colore per un periodo di vita utile del prodotto.

L'accertamento del grado di resistenza dello strato di pittura al decadimento causato dalla luce solare, verrà determinato attraverso l'esposizione del campione alla radiazione di una lampada allo xeno, munita di filtri atti a consentire l'inizio della emissione spettrale a 300 nm (UNI 9397/89).

Al termine della prova, le coordinate cromatiche dovranno ricadere nelle zone consentite per le relative tipologie cromatiche e la differenza delle letture del fattore di luminanza (AB), misurato prima e dopo la prova, non dovrà essere superiore a 0.05.

Liquidi di prova	Temperatura °C	Durata in minuti primi
Lubrificanti	50°	30' + 30' (*)
Carburanti	20°	30' + 30' (*)

## COMPLETAMENTO DELLE OPERE A SERVIZIO DEL NUOVO POLO SPORTIVO

Cloruro di calcio	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di sodio	20°	30' + 30' (*)
Acido solforico (**)	20°	30' + 30' (*)
Acido cloridrico (**)	20°	30' + 30' (*)

(\*) I provini vengono controllati dopo i primi 30' di immersione, successivamente vengono reintrodotti nei contenitori dei liquidi per altri 30' ed infine, al termine della prova, si lasciano asciugare i provini e se ne osserva lo stato di conservazione.

(\*\*) Soluzioni al 20%.

La prova di resistenza agli agenti chimici si ritiene superata positivamente se alla fine della prova, il campione di pittura non presenta alterazioni e/o distacco dai sei supporti metallici.

j) Colore della pittura

Il colore della pittura, inteso come sensazione cromatica percepita dall'osservatore standard, verrà determinato in laboratorio attraverso le coordinate cromatiche (x, y) su un campione di segnaletica, con riferimento al diagramma cromatico CIE 1931.

Il campione di segnaletica, su cui eseguire le letture colorimetriche, sarà predisposto in laboratorio, oppure verrà utilizzato, se presente, il campione di pittura spruzzata direttamente su un supporto metallico e prelevato in sito su disposizione della D.L.

Oltre alle coordinate cromatiche, ai fini della classificazione della visibilità del prodotto verniciante, verrà rilevato anche il fattore di luminanza  $\beta$ , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Le pitture di colore bianco e giallo dovranno avere delle coordinate cromatiche che siano contenute all'interno dell'area colorimetrica stabilita, per la relativa tipologia cromatica, dalla norma UNI EN 1436 Aprile 2004, mediante i vertici:

COLORE	Coordinate dei 4 punti che determinano la zona consentita nel diagramma colorimetrico CIE 1931 (Illuminante D65 - Geometria 45/0')				
		1	2	3	4
Bianco	X	0.355	0.305	0.285	0.335
	Y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo (classe Y1)	X	0.443	0.545	0.465	0.389
	Y	0.399	0.455	0.535	0.431

Giallo (classe Y2)	X	0.494	0.545	0.465	0.427
	Y	0.427	0.455	0.535	0.483

Il fattore di luminanza  $\beta$  minimo iniziale, richiesto per i vari prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.55, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

*k) Resistenza alla luce*

La pittura dovrà mantenere inalterato il colore per un periodo di tempo di vita utile del prodotto.

L'accertamento del grado di resistenza dello strato di pittura al decadimento causato dalla luce solare, verrà determinato attraverso l'esposizione del campione alla radiazione di una lampada allo xeno, munita di filtri atti a consentire l'inizio della emissione spettrale a 300 nm (UNI 9397/89).

Al termine della prova, le coordinate cromatiche dovranno ricadere nelle zone consentite per le relative tipologie cromatiche e la differenza delle letture del fattore di luminanza (AB), misurato prima e dopo la prova, non dovrà essere superiore a 0.05.

## **7.9 SEGNALETICA ORIZZONTALE BICOMPONENTE A FREDDO**

### **7.9.1 Generalità.**

La segnaletica orizzontale sarà costituita da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.LGS. 30 aprile 1992 n. 285 ed artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 e successive modifiche integrazioni ed essere conformi per colori, forme e dimensioni.

Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alle prescrizioni del Disciplinare Tecnico del Ministero dei LL.PP. (art. 137, comma 4 del Regolamento di attuazione), ed essere comprovate dalle relative certificazioni.

Nelle more dell'approvazione del disciplinare, con apposito Decreto del Ministro dei LL.PP, le caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio dovranno essere conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436 relativamente alle classi indicate nella scheda tecnica. Tali caratteristiche si intendono in opera per il periodo di garanzia previsto. Le caratteristiche dovranno essere comprovate dalle relative certificazioni rilasciate da Laboratori ufficiali autorizzati.

La segnaletica andrà realizzata nelle zone di progetto e/o in quelle richieste dal Compartimento committente.

L'Appaltatore sarà libero di utilizzare materiali di sua scelta, nell'ambito della tipologia di prodotto indicata nell'appalto .

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.

I bordi delle strisce, linee di arresto, zebraure, scritte ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

### **7.9.2 Prove ed accertamenti**

La pittura che sarà adoperata per l'esecuzione della segnaletica orizzontale, dovrà essere accompagnata da una dichiarazione del Produttore delle caratteristiche generali e specifiche relative al prodotto verniciante bagnato, alla pellicola risultante dopo l'essiccazione.

In particolare la dichiarazione dovrà fornire i seguenti dati:

potere coprente del prodotto in mq/kg

- viscosità
- densità
- residuo secco
- tempo di essiccazione
- fattore di luminanza della pittura
- percentuale di diluizione e tipo di diluente raccomandato dal produttore
- tipi e quantità di sfere di vetro da usare nel caso di postspruzzatura
- resistenza al derapaggio
- coordinate di cromaticità della pellicola essiccata
- coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd
- retroriflessione diurna su asciutto, umido e bagnato
- retroriflessione notturna su asciutto, umido e bagnato

I dati derivati da prove prestazionali si intendono per misurazioni effettuate da Laboratori Ufficiali Autorizzati, seguendo i criteri previsti dalla UNI EN 1436.

La pittura fornita dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alla dichiarazione delle caratteristiche dichiarate dal Produttore entro le tolleranze massime appresso indicate, superate le quali la pittura verrà rifiutata.

Qualora la pittura non risulti conforme ad una o più caratteristiche richieste, l'Amministrazione, a suo insindacabile giudizio, potrà imporre la sostituzione con altra pittura idonea senza che ciò comporti spese aggiuntive rispetto a quelle concordate.

### 7.9.3 Caratteristiche della pittura

Questo pittura è costituita da due tipi di prodotto:

- il primo ha al suo interno una miscela di cariche (calcarei, dolomite e quarzite) che forniscono resistenza al materiale, un legante (costituito da resine acriliche), dei pigmenti (con la funzione di donare colore al prodotto), e delle microsferi di vetro che, immerse al 60% nel materiale, generano la retroriflettenza.
- il secondo è un attivatore costituito da perossidi organici: ha lo scopo di solidificare il materiale

E' un prodotto, quindi, al cui interno sono presenti resine liquide che si catalizzano al momento dell'utilizzo.

Quando è catalizzato diventa un rifiuto non nocivo.

Inoltre, la perdita di sostanze volatili è dell'ordine dell'1%. Il tempo di essiccazione del bicomponente è di 20 minuti. La sua durata, dopo l'applicazione, è mediamente pari a 3 anni.

Mediamente lo spessore è pari a 2 ÷ 3 mm. Uno spessore maggiore potrebbe causare il distacco del prodotto dal suolo con il diminuire delle temperature.

Può essere applicato in diversi modi:

- a spatola.
- a rullo, che facilita l'applicazione garantendo una resa di 120 ÷ 150 metri lineari al giorno con 2.5 ÷ 3 Kg di prodotto al m<sup>2</sup>.
- con delle macchine per colata che riescono a garantire la posa di circa 500 m<sup>2</sup> di prodotto al giorno.

Questo prodotto deve essere applicato da personale specializzato, al fine di evitare problemi di "erronea" applicazione.

La pittura da impiegare potrà contenere sfere di vetro premiscelate durante il processo di fabbricazione o subire il processo di postspruzzatura durante l'applicazione, cosicché dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro, dovuta all'usura dello strato superficiale della pittura stessa sullo spartitraffico, queste svolgano effettivamente una efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

Per la pittura bianca il pigmento inorganico dovrà garantire la colorazione secondo le caratteristiche colorimetriche.

Per quanto concerne le cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno, per qualità, forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a rendere meno scivolosa, con valori di aderenza (SRT o CAT) che non si discostino da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa ( $\pm 10\%$ ), la segnaletica orizzontale realizzata.

Per la pittura gialla il pigmento sarà costituito da pigmenti organici.

La pittura non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV.

Il solvente o le miscele di solventi utilizzati, dovranno facilitare la formazione di una striscia longitudinale omogenea e priva di difetti (la pittura dovrà aderire tenacemente alla superficie stradale), inoltre dovranno evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso.

La pittura dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od inspessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola.

La pittura non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, applicata sulla pavimentazione stradale, anche nei mesi estivi, non presenti tracce di inquinamento da sostanze bituminose, e non dovrà permettere l'affioramento del legante bituminoso.

#### 7.9.4 Prove di laboratorio sulla pittura

a) *Potere Coprente*

b) *Densità*

La densità della pittura, determinata a 25° C, dovrà essere tra 1,5 e 1,7 kg/l (UNI EN ISO 2811-1).

c) *Tempo di essiccamento*

In relazione alla macrorugosità, alle deformazioni del profilo longitudinale e trasversale della pavimentazione stradale e all'umidità dell'aria, la pittura dovrà asciugarsi in modo da consentire l'apertura al traffico del tratto interessato, entro 30 (trenta) minuti dall'applicazione.

Dopo tale tempo massimo consentito, la pittura non dovrà staccarsi, deformarsi, sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento potrà essere controllato in laboratorio secondo il metodo UNI 8362/82.

d) *Contenuto delle materie non volatili*

Sulla pittura verrà determinato il tenore di materie non volatili (residuo secco).

Il residuo non volatile sarà > 98 % in peso ed é considerato valido sia per la pittura bianca che per quella gialla (UNI 8906/86).

e) *Resistenza agli agenti chimici*

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 250 µm, verrà steso su sei supporti metallici delle dimensioni di cm. 12\*6\*0.05, dopo essere stato lasciato stagionare in condizioni di ambiente per 7 giorni, verrà immerso, per essere sottoposto ad attacco chimico, nei liquidi di prova, alla temperatura e per il tempo indicato nella seguente tabella:

Liquidi di prova	Temperatura °C	Durata in minuti primi
------------------	----------------	---------------------------

## COMPLETAMENTO DELLE OPERE A SERVIZIO DEL NUOVO POLO SPORTIVO

Lubrificanti	50°	30' + 30' (*)
Carburanti	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di calcio	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di sodio	20°	30' + 30' (*)
Acido solforico (**)	20°	30' + 30' (*)
Acido cloridrico (**)	20°	30' + 30' (*)

(\*) I provini vengono controllati dopo i primi 30' di immersione, successivamente vengono reintrodotti nei contenitori dei liquidi per altri 30' ed infine, al termine della prova, si lasciano asciugare i provini e se ne osserva lo stato di conservazione.

(\*\*) Soluzioni al 20%.

La prova di resistenza agli agenti chimici si ritiene superata positivamente se alla fine della prova, il campione di pittura non presenta alterazioni e/o distacco dai sei supporti metallici.

*f) Colore della pittura*

Il colore della pittura, inteso come sensazione cromatica percepita dall'osservatore standard, verrà determinato in laboratorio attraverso le coordinate cromatiche (x, y) su un campione di segnaletica, con riferimento al diagramma cromatico CIE 1931.

Il campione di segnaletica, su cui eseguire le letture colorimetriche, sarà predisposto in laboratorio, oppure verrà utilizzato, se presente, il campione di pittura spruzzata direttamente su un supporto metallico e prelevato in sito su disposizione della D.L.

Oltre alle coordinate cromatiche, ai fini della classificazione della visibilità del prodotto verniciante, verrà rilevato anche il fattore di luminanza  $\beta$ , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Le pitture di colore bianco e giallo dovranno avere delle coordinate cromatiche che siano contenute all'interno dell'area colorimetrica stabilita, per la relativa tipologia cromatica, dalla norma UNI 7543/2-1988, mediante i vertici:

COLORE	Coordinate dei 4 punti che determinano la zona consentita nel diagramma colorimetrico CIE 1931 (Illuminante D65 - Geometria 45/0')				
		1	2	3	4
Bianco	X	0.355	0.305	0.285	0.335
	Y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo (classe Y1)	X	0.443	0.545	0.465	0.389

## COMPLETAMENTO DELLE OPERE A SERVIZIO DEL NUOVO POLO SPORTIVO

	Y	0.399	0.455	0.535	0.431
Giallo (classe Y2)	X	0.494	0.545	0.465	0.427
	Y	0.427	0.455	0.535	0.483

Il fattore di luminanza  $\beta$  minimo iniziale, richiesto per i vari prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.55, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

*g) Resistenza alla luce*

La pittura dovrà mantenere inalterato il colore per un periodo di tempo di vita utile del prodotto.

L'accertamento del grado di resistenza dello strato di pittura al decadimento causato dalla luce solare, verrà determinato attraverso l'esposizione del campione alla radiazione di una lampada allo xeno, munita di filtri atti a consentire l'inizio della emissione spettrale a 300 nm (UNI 9397/89).

Al termine della prova, le coordinate cromatiche dovranno ricadere nelle zone consentite per le relative tipologie cromatiche e la differenza delle letture del fattore di luminanza (AB), misurato prima e dopo la prova, non dovrà essere superiore a 0.05.

*h) Resistenza all'abrasione*

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 300  $\mu$ m, sarà steso su due supporti metallici dalle dimensioni in cm di 20 x 12 x 0.05, e sottoposto alla prova di resistenza all'abrasione con il metodo della caduta di sabbia (ASTM D 968-51).

La pellicola, dopo essere stata lasciata ad essiccare per 48 ore a 25° C e con un'umidità relativa del 50 %, dovrà resistere all'azione abrasiva provocata dalla caduta ciclica di un volume predeterminato di sabbia monogranulare di natura silicea.

Il coefficiente di abrasione, sarà determinato dividendo il volume in litri di sabbia usata, necessaria ad asportare lo strato di pittura, per lo spessore iniziale in mm della pittura.

La resistenza all'abrasione potrà essere determinata anche attraverso la valutazione della perdita di massa della pellicola di pittura dopo essere stata assoggettata all'azione di mole abrasive di durezza predefinita (Metodo UNI 10559/96).

Fattore di luminanza della pittura

Per la classificazione della visibilità del prodotto verniciante, sarà rilevato il fattore di luminanza  $\beta$ , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il Fattore di luminanza  $\beta$  minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,60, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

#### **7.10 SEGNALETICA ORIZZONTALE TEMPORANEA MATERIALI PREFORMATI RETRORIFRANGENTI**

Il materiale in oggetto sarà costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo, rimovibile per utilizzo temporaneo con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli di speciale materiale ad elevato potere antisdrucchiolo e di microsferi ad alto indice di rifrazione tale da conferire al laminato stesso ottime proprietà retroriflettenti.

La resina poliuretanic, presente nella parte superiore del prodotto, dovrà assicurare un perfetto e durevole ancoraggio delle microsferi e delle particelle antiscivolo.

Il laminato dovrà contenere al suo interno uno speciale tessuto reticolare in poliestere che assicura un'elevata resistenza alla spinta torsionale esercitata dai veicoli, soprattutto, una facile e perfetta rimovibilità del laminato dalla pavimentazione.

Il colore giallo sarà ottenuto utilizzando esclusivamente pigmenti organici.

Detto laminato dovrà risultare quindi sia riciclabile che distruttibile come rifiuto atossico; conforme alle normative europee sull'ambiente, considerato "prodotto non inquinante"

L'adesivo posto sul retro del preformato dovrà permettere una facile e rapida applicazione del prodotto pur garantendone la non alterazione anche sotto elevati volumi di traffico.

Appena applicato, il laminato è immediatamente transitabile.

Il laminato oggetto della presente specifica dovrà avere i seguenti valori minimi iniziali di retroriflettenza RL espressi in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente (mcd/mq x lux):

- retroriflettenza 300 mcd/luxmq
- antiscivolosità 55 SRT
- spessore 1,5 mm

I valori indicati sono derivanti dalla norma UNI EN 1436.

Per il suddetto materiale dovranno essere presentati i certificati di antiscivolosità e rifrangenza, di cui al presente Capitolato, attestanti che il prodotto elastoplastico è prodotto da azienda in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN 9000.

### **7.11 PRESTAZIONI DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE**

Il presente articolo richiama la norma europea UNI EN 1436/2004 e l'obbligo dell'appaltatore al rispetto integrale della stessa norma, anche per le parti non espressamente riportate, nelle more dell'approvazione del disciplinare, con apposito Decreto del Ministro dei LL.PP.

La norma specifica le prestazioni che la segnaletica orizzontale di colore bianco e giallo deve possedere per garantire all'utente della strada una buona funzionalità.

La segnaletica orizzontale deve essere efficiente fin dalla posa in opera ed i requisiti richiesti devono essere mantenuti per tutta la vita funzionale prevista ed espressamente indicata.

Vengono di seguito definiti tali requisiti, in base a quanto previsto dalla Norma UNI EN 1436/2004.

Gli standard prestazionali richiesti sono la riflessione in condizioni di luce diurna e di illuminazione artificiale, la retroriflessione in condizioni di illuminamento mediante i fari degli autoveicoli, il colore e la resistenza allo derapaggio.

Il valore che sarà di norma controllato ai fini delle valutazioni della DL sarà prioritariamente la retroriflessione con luce artificiale (visibilità notturna).

### **7.12 REQUISITI**

I requisiti che la segnaletica orizzontale deve possedere, definiti SOGLIE DI ACCETTABILITA', ai sensi della norma europea sopra specificata, UNI EN 1436/2004, riguardano le prestazioni che la stessa deve rispettare durante la sua durata di vita funzionale, espressi attraverso parametri che rappresentano diversi aspetti prestazionali della segnaletica orizzontale in termini di classi di prestazioni. Tali valori minimi dovranno essere rispettati indipendentemente dall'eventuale usura causata dalle operazioni di manutenzione invernale del piano viabile e se l'usura è eccessiva, dovranno essere ripristinati a cura e spese dell'Impresa, in modo da mantenere i livelli di visibilità richiesti.

Le misure potranno essere fatte per ogni requisito elencato, ad insindacabile giudizio della DL.

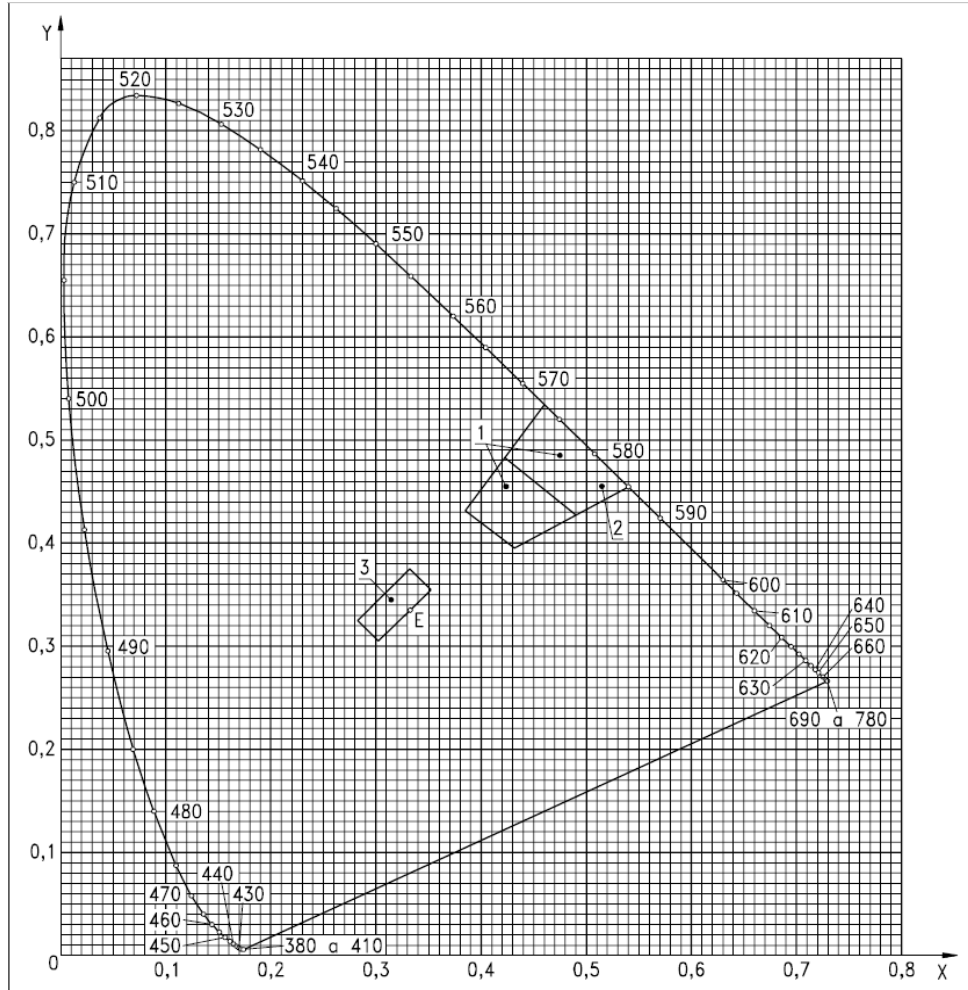
Il mancato rispetto di un requisito è da considerarsi come un "mancato servizio" e quindi tale da giustificare le detrazioni e le penali di cui alle Norme Generali.

Per le verifiche dei parametri prestazionali previsti si individuano due metodi:

- eseguibili con strumentazione puntuale
- eseguibili con strumentazione ad alto rendimento

I primi permettono il rilievo dei parametri Qd, RL, coordinate cromatiche, fattore di luminanza e SRT, mentre i secondi RL ed eventualmente CAT.

### 7.12.1 Riflessione alla luce del giorno o in presenza di illuminazione stradale (qd)



Il primo parametro che deve essere rispettato dall'appaltatore è la riflessione alla luce del giorno o in presenza di illuminazione stradale, misurato mediante il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa  $Q_d$ , espresso in  $\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ . Il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa rappresenta la luminosità di un segnale orizzontale come viene percepita dai conducenti degli autoveicoli alla luce del giorno tipica o media o in presenza di illuminazione stradale.

La segnaletica orizzontale bianca realizzata, in condizioni di superficie stradale asciutta, deve rispettare, per tutta la durata dell'appalto, il seguente valore minimo di  $Q_d$ :

**$Q_d \geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ , corrispondente alla classe Q2.**

### 7.12.2 Retroriflessione in condizioni di illuminazione con i proiettori dei veicoli (rl)

Il secondo parametro che deve essere rispettato dall'appaltatore è la retroriflessione in condizioni di illuminazione con i proiettori dei veicoli, misurata mediante il coefficiente di luminanza

retroreflessa RL, espressa in  $mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$ . Il coefficiente di luminanza retroreflessa rappresenta la luminosità di un segnale orizzontale come viene percepita dai conducenti degli autoveicoli in condizioni di illuminazione con i proiettori dei propri veicoli.

In condizioni di superficie stradale asciutta, la segnaletica orizzontale deve rispettare il seguente valore minimo di RL:

$RL \geq 150 mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$ , corrispondente alla classe R3;

In condizioni di bagnato deve rispettare il seguente valore minimo di RL:

$RL \geq 35 mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$ , corrispondente alle classi RW2, salvo che si usino i sistemi di emersione delle parti retroreflettenti.

La misura del parametro RL, sull'asciutto, effettuata con le modalità specificate nel seguito, è alla base della valutazione ed accettazione o meno del lavoro (parametro prestazionale)

### 7.12.3 Colore

La segnaletica orizzontale da realizzarsi e/o mantenersi con il presente capitolato speciale d'appalto deve essere di colore bianco o giallo. Pertanto, le coordinate di cromaticità x, y per la segnaletica orizzontale asciutta devono trovarsi all'interno delle regioni definite dai vertici forniti nel seguente prospetto e illustrati nella figura 1.

Vertici delle regioni di cromaticità per segnaletica orizzontale bianca e gialla

COLORE	Coordinate dei 4 punti che determinano la zona consentita nel diagramma colorimetrico CIE 1931 (Illuminante D65 - Geometria 45/0')				
		1	2	3	4
Bianco	X	0.355	0.305	0.285	0.335
	Y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo (classe Y1)	X	0.443	0.545	0.465	0.389
	Y	0.399	0.455	0.535	0.431
Giallo (classe Y2)	X	0.494	0.545	0.465	0.427
	Y	0.427	0.455	0.535	0.483

Figura 1: 1 e 2 giallo; 3 bianco.

### 7.12.4 Resistenza al derapaggio (srt)

Il terzo parametro che l'appaltatore deve rispettare nell'esecuzione dei lavori è il valore della resistenza al derapaggio, espresso in unità SRT, che deve rispettare, per tutta la durata dell'appalto, indipendentemente dalle eventuali condizioni di piano viabile liscio, il seguente valore minimo:

**SRT ≥ 50, corrispondente alla classe S2.**

La resistenza al derapaggio deve essere misurata seguendo le indicazioni contenute nell'appendice D della norma europea UNI EN 1436/2004.

**7.13 METODI DI MISURA DEI PARAMETRI PRESTAZIONALI PREVISTI DALLA UNI EN 1436/2004 ESEGUIBILI CON MEZZI PUNTUALI**

**7.13.1 Verifiche con strumentazioni puntuali**

**7.13.1.1 Metodo di misurazione del coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa (Qd)**

Per la misurazione del coefficiente di luminanza Qd, si rimanda alla norma europea UNI EN 1436/2004. Si riportano di seguito le indicazioni principali.

*a) Condizioni di misurazione normalizzata.*

Il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd dell'area di misurazione di un segnale orizzontale deve essere determinato nel modo seguente:

$$Qd = L/E \quad \text{unità: mcd*m}^{-2}\text{*lx}^{-1}$$

dove:

L è la luminanza dell'area di misurazione in condizioni di illuminazione diffusa, unità di misura mcd\*m<sup>-2</sup>;

E è l'illuminazione sul piano dell'area di misurazione, unità: lx.

La luminanza L deve essere determinata con un angolo di osservazione di 2,29° (l'angolo compreso fra la direzione centrale di misurazione e il piano dell'area di misurazione) con l'area di misurazione illuminata mediante una sorgente luminosa normalizzata D65 analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526. L'apertura angolare totale delle direzioni di misurazione non deve essere maggiore di 0,33°.

La superficie di misurazione della segnaletica orizzontale deve avere un'area di minimo 50 cm<sup>2</sup>. Nel caso di alcuni tipi di segnali orizzontali profilati i cui profili siano separati da uno spazio considerevole, l'area di misurazione totale deve essere sufficientemente lunga da comprendere almeno uno di tali spazi. Il risultato più affidabile si ottiene quando la lunghezza totale comprende un multiplo esatto di tali spazi. L'intera area di misurazione deve essere illuminata in modo uniforme.

*b) Misurazioni di laboratorio*

- Campioni per misurazioni di laboratorio:

I campioni per misurazioni di laboratorio dovrebbero avere una lunghezza compresa fra 20 cm e 40 cm a seconda dell'apparecchiatura di misurazione utilizzata. Per alcuni segnali orizzontali profilati sono necessari campioni più lunghi. Le dimensioni pratiche sono una lunghezza di 40 cm e una larghezza di 20 cm.

- Metodo:

Il campione dovrebbe poggiare su una piastra per facilitarne la movimentazione e rappresentare una superficie di segnaletica orizzontale non deformata. Il campione può essere steso direttamente sulla piastra oppure può essere prelevato dalla superficie stradale e fatto aderire alla piastra.

L'illuminazione diffusa può essere fornita da una sfera fotometrica al centro della quale sia fissato il campione di segnaletica in posizione orizzontale. Nella sfera deve essere installata una sorgente luminosa in modo tale che l'illuminazione diretta cada esclusivamente sulla metà inferiore della sfera. La metà superiore della sfera avrà dunque una luminanza pressoché uniforme per effetto dei fenomeni di riflessione e interriflessione

c) *Apparecchiatura per misurazione in situ*

In caso di misurazioni in situ, l'illuminazione indiretta può essere fornita da un'apertura in una sfera illuminata. È ammesso l'uso di altri tipi di illuminazione a condizione che la luminanza si mantenga costante o che produca il medesimo effetto e possa essere tarata sulle condizioni normalizzate.

d) *Misurazioni alla luce del giorno*

La luce del giorno in condizioni di cielo molto coperto con visibilità ragionevole dell'orizzonte si avvicina all'illuminazione diffusa in modo sufficiente da consentire di misurare il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa.

Queste misurazioni possono essere effettuate con un misuratore di luminanza collocato, per esempio, su un veicolo, puntato in avanti con il corretto angolo di osservazione. La luminanza e l'illuminazione della segnaletica orizzontale davanti al veicolo dovrebbero essere controllate contemporaneamente.

#### **7.13.1.2 Metodo di misurazione del coefficiente di luminanza retroriflessa (RL)**

Per la misurazione del coefficiente di luminanza retroriflessa RL, si rimanda alla norma europea UNI EN 1436/2004. Si riportano di seguito le indicazioni principali.

a) *Condizioni di misurazione normalizzata.*

Il coefficiente di luminanza retroriflessa RL dell'area di misurazione scelta sulla segnaletica orizzontale deve essere determinato nel modo seguente:

$$RL = L/E^{\perp} \quad \text{unità: mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$$

dove:

L è la luminanza dell'area di misurazione illuminata da un'unica sorgente luminosa che abbia una piccola separazione angolare rispetto alla posizione dalla quale viene misurata la luminanza, unità di misura  $\text{mcd}\cdot\text{m}^{-2}$ ;

$E_{\perp}$  è l'illuminazione creata da una sorgente luminosa sull'area di misurazione su un piano perpendicolare alla direzione di illuminazione, unità: lx.

In condizioni di misurazione normalizzata, le direzioni di misurazione e illuminazione definiscono un piano perpendicolare al piano dell'area di misurazione; l'angolo di osservazione  $\alpha$  (l'angolo compreso fra la direzione centrale di misurazione e il piano dell'area di misurazione) è di  $2,29^{\circ}$ , mentre l'angolo di illuminazione  $\varepsilon$  (l'angolo compreso fra la direzione centrale di illuminazione e il piano dell'area di misurazione) è di  $1,24^{\circ}$ . L'area di misurazione deve essere illuminata da una sorgente luminosa normalizzata A analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526.

L'apertura angolare totale delle direzioni di misurazione non deve essere maggiore di  $0,33^{\circ}$ . L'apertura angolare totale delle direzioni di illuminazione non deve essere maggiore di  $0,33^{\circ}$  sul piano parallelo al piano dell'area di misurazione del segnale orizzontale e di  $0,17^{\circ}$  sul piano contenente le direzioni di misurazione e di illuminazione.

L'area di misurazione sulla segnaletica orizzontale deve avere una superficie minima di  $50 \text{ cm}^2$ . Nel caso di alcuni tipi di segnali orizzontali profilati i cui profili siano separati da uno spazio considerevole, l'area di misurazione totale deve essere sufficientemente lunga da comprendere almeno uno di tali spazi. Il risultato più affidabile si ottiene quando la lunghezza totale comprende un multiplo esatto di tali spazi. L'intera area di misurazione deve essere illuminata in modo uniforme.

Queste misure trasformate in valori di tratta omogenea dei rilievi ad alto rendimento, sono il parametro prestazionale su cui si valuterà l'efficacia della segnaletica e che sarà usato per la definizione di eventuali penali

*b) Misurazione in condizioni di illuminazione con proiettori di veicoli.*

È possibile effettuare di notte misurazioni del coefficiente di luminanza retroriflessa RL della segnaletica orizzontale utilizzando un misuratore di luminanza avente caratteristiche idonee e uno dei proiettori di un veicolo adibito al trasporto passeggeri alimentato alla massima potenza o una lampada analoga.

La geometria di misurazione definita nel paragrafo ove si descrivono le condizioni di misurazione normalizzata, è rispettata se la lampada è montata ad un'altezza di  $0,65 \text{ m}$  dalla superficie stradale, il misuratore di luminanza è montato direttamente sopra la lampada ad un'altezza di  $1,2 \text{ m}$  dalla superficie stradale e le misurazioni sono effettuate da una distanza di  $30 \text{ m}$ . Il proiettore deve avere

un'intensità luminosa di almeno 100 000 cd in modo tale da fornire un'illuminazione  $E_{\perp}$  maggiore di 100 lx. Il raggio del proiettore dovrebbe essere sufficientemente ampio da consentire un'illuminazione uniforme dell'area di misurazione. Un angolo di misurazione idoneo del misuratore di luminanza è un angolo di 6', che dà un'area di misurazione ellittica di 5 cm per 130 cm. Per questo angolo di misurazione, la risoluzione del misuratore di luminanza dovrebbe essere di 0,1 cd·m<sup>-2</sup> o maggiore.

È opportuno evitare che luce riflessa colpisca l'apparecchiatura di taratura, che si tratti di un misuratore di illuminazione o di riflessione, frapponendo schermi o superfici scure opache fra la luce e l'apparecchiatura di taratura durante la taratura. È inoltre opportuno evitare che la segnaletica orizzontale sia colpita da riflessi generati da oggetti luminosi dietro ad essa, quali proiettori di veicoli che sopraggiungono, cartelli stradali o superfici riflettenti. Quando si misurano segnali orizzontali bagnati, è di particolare importanza eliminare i riflessi.

#### *Condizioni di bagnato*

Tale condizione di prova deve essere creata versando acqua chiara da un secchio di capacità pari a circa 10 l e da un'altezza di circa 0,5 m dalla superficie. L'acqua deve essere versata in modo uniforme lungo la superficie di prova in modo tale che l'area di misurazione e l'area circostante siano temporaneamente sommerse da un'ondata d'acqua. Il coefficiente di luminanza retroriflessa RL in condizioni di bagnato deve essere misurato alle condizioni di prova 1 min dopo aver versato l'acqua.

Il valore di retroriflessione deve essere determinato in funzione della tipologia della segnaletica e delle condizioni della superficie stradale come previsto dalla UNI EN 1436 allegato B e più precisamente:

#### *Strisce longitudinali*

Ogni singola verifica deve risultare dalla media di cinque sondaggi eseguiti nel tratto stradale scelto per il controllo, in punti diversi. In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo quindici letture dei valori di retroriflessione.

#### *Simboli*

Per ogni simbolo, il valore di retroriflessione sarà dato dalla media di minimo tre letture.

#### *Lettere*

Per ogni lettera, il valore di retroriflessione sarà dato dalla media di minimo tre letture.

#### *Strisce trasversali*

Per ogni striscia trasversale, il valore di retroriflessione sarà dato dalla media di minimo quindici letture.

### *Frecce direzionali*

Per ogni freccia direzionale sulla piattaforma, il valore di retroriflessione sarà dato dalla media di minimo cinque letture.

### **7.13.2 METODO DI MISURAZIONE DELLE COORDINATE DI CROMATICITÀ x ED y**

Per la misurazione delle coordinate di cromaticità, si rimanda alla norma europea UNI EN 1436/2004. Si riportano di seguito le indicazioni principali.

#### *a) Condizioni di misurazione normalizzata.*

Le coordinate di cromaticità x ed y devono essere misurate utilizzando una sorgente luminosa normalizzata D65 analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526. La geometria è definita alla situazione  $45^\circ/0^\circ$ , ossia con illuminazione a  $45^\circ \pm 5^\circ$  e misurazione a  $0^\circ \pm 10^\circ$ . Gli angoli sono misurati rispetto alla perpendicolare della superficie della segnaletica orizzontale. L'area minima misurata della superficie della segnaletica orizzontale deve essere di 5 cm<sup>2</sup>. Per superfici molto ruvide, l'area misurata mediante l'apparecchiatura dovrebbe essere maggiore di 5 cm<sup>2</sup>.

#### *b) Apparecchiatura di misurazione.*

La misurazione può essere effettuata per mezzo di apparecchiature di laboratorio su campioni di segnaletica orizzontale o per mezzo di apparecchiature portatili su segnaletica orizzontale applicata alla superficie stradale. Tali apparecchiature possono basarsi su misurazioni spettrali seguite dal calcolo del fattore di luminanza  $\beta$  e delle coordinate di cromaticità x ed y.

Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:

### *Strisce longitudinali*

Ogni singola verifica deve risultare dalla media di cinque sondaggi eseguiti nel tratto stradale scelto per il controllo, in punti diversi. In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche.

### *Simboli*

Per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media di minimo cinque letture.

### *Lettere*

Per ogni lettera, il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media di minimo tre letture.

### *Strisce trasversali*

Per ogni striscia trasversale, il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media di minimo cinque letture.

### **7.13.3 Metodo di misurazione della resistenza al derapaggio srt**

Per la misurazione della resistenza al derapaggio SRT, si rimanda alla norma europea UNI EN 1436/2004.

#### *Principio della prova*

L'apparecchiatura di prova è costituita da un pendolo oscillante provvisto di un cursore di gomma all'estremità libera. Viene misurata la perdita di energia causata dall'attrito del cursore su una lunghezza specificata della superficie stradale. Il risultato è espresso in unità SRT.

### **7.14 METODI DI MISURA DEI PARAMETRI PRESTAZIONALI CON MEZZI AD ALTO RENDIMENTO**

#### **7.14.1 Metodo di misurazione del coefficiente di luminanza retroriflessa rl**

I controlli verranno eseguiti dal CSS di Cesano, o con l'ausilio di Imprese specializzate ritenute idonee dal Comittente, in accordo e con l'assistenza della D.L. impiegando un automezzo ad alto rendimento che misura automaticamente e ad una velocità sostenuta il coefficiente di luminanza retroriflessa dei materiali per la segnaletica orizzontale presenti sulla carreggiata stradale.

Tale mezzo deve impiegare un'apparecchiatura di lettura con geometria stabilita dalla UNI EN 1436/2004 allegato B.

I valori della visibilità notturna devono essere rilevati in continuo con un intervallo non minore di 40 cm, e devono essere restituiti con un valore medio ogni 50 o 100 metri, al fine di determinare i tronchi omogenei specificati nel successivo paragrafo.

Tali rilievi devono essere effettuati sulle strisce longitudinali continue e discontinue.

#### **7.14.2 Tronchi omogenei**

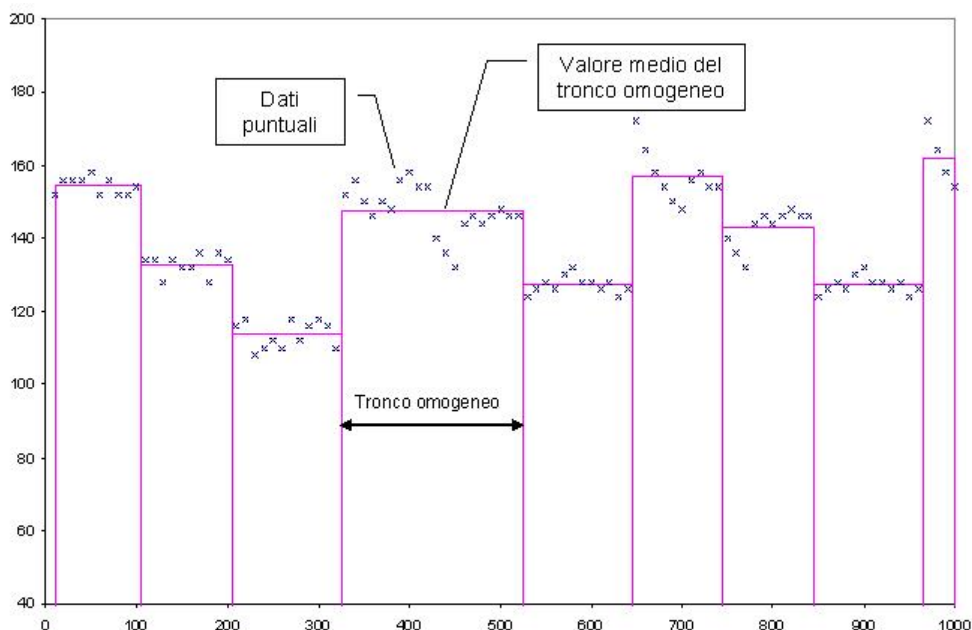
La serie di dati puntuali (valori di luminanza retroriflessa campionati con il passo di misura scelto così come indicato al paragrafo precedente) vengono elaborati in "TRONCHI OMOGENEI" allo scopo di ridurre la dispersione di tali dati che possono essere imputati ad errori casuali o a piccole disomogeneità dei materiali.

Il tronco omogeneo si può anche calcolare con misure di tipo puntuale, purché sufficientemente numerose.

Per tronco di misura omogenea (tratto in condizioni simili) si intende un tratto di segnaletica per il quale ha senso definire un valore medio ed una varianza della misura considerata (valori dell'indicatore ripartiti secondo una distribuzione "normale") e per il quale la differenza con le medie del tronco precedente e successivo risulta significativa.

I tronchi omogenei saranno individuati da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di retroriflessione.

Tale valore medio sarà utilizzato per verificare i requisiti prestazionali del fattore di luminanza retroriflessa RL e per l'accettazione o meno dei lavori



Con i valori rilevati per i tronchi omogenei si calcolerà l'Indicatore di Qualità della Segnaletica  $I_{SEGN}$  secondo la formula riportata nella tabella dell'indicatore  $I_{SEGN}$ : il valore di  $I_{SEGN}$  varia tra 100 e 0, sulla base della presenza più o meno elevata di tratti con valori di retroriflessione anch'essa più o meno elevata, ma mai inferiore al limite richiesto; il valore di  $I_{SEGN}$  da ritrovare sulla tratta in esame è quello del livello richiesto in contratto (rilevamenti una tantum o contratto a forfait).

## INDICATORE ISEGN

<b>1. INDICATORE</b>	$I_{SEGN}$
<b>1.1 Nome dell'indicatore</b>	Indicatore di Qualità per la visibilità della Segnaletica orizzontale
<b>1.2 Criterio di valutazione</b>	$I_{SEGN} = (A\% + 3/4B\% + 1/2C\%)$ In cui A,B,C, sono la lunghezza % dei tratti con i valori di $R_L$ di quei livelli
<b>1.3 Unità dell'indicatore</b>	valore da 0 a 100
<b>1.4 Rete considerata</b>	Rete ANAS
<b>1.5 Livelli di qualità dei tratti sotto contratto</b>	: I : $80 \leq I_{SEGN} \leq 100$ MOLTO BUONO : II : $60 \leq I_{SEGN} < 80$ BUONO : III : $40 \leq I_{SEGN} < 60$ SUFFICIENTE : IV V : $0 \leq I_{SEGN} < 40$ INSUFFICIENTE
<b>1.6 Utilizzazione</b>	Manutenzione Ordinaria
<b>1.7 Categoria dell'indicatore</b>	SICUREZZA - COMFORT

<b>2. PARAMETRO DI RIFERIMENTO</b>	Luminanza retroriflessa $R_L$
<b>2.1 Apparecchio o sistema di misura</b>	ECODYN o altra attrezzatura :(angolo illuminazione 1,24°; angolo di osservazione 2,29°, simulante visione a 30 m)
<b>2.2 Tipo di misura</b>	:ALTO RENDIMENTO
<b>2.3 Unità di misura</b>	: $\text{mcd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$
<b>2.4 Frequenza di campionamento</b>	: 50 m (con una frequenza di 50 m e con misure puntuali si possono ottenere tratte omogenee anche con l'apparecchio manuale)
<b>2.5 Opera, sezione o tratto a cui si riferisce</b>	: Tratti omogenei, tratti da misure continue
<b>2.6. Classifica delle misure</b>	: A : $160 \leq R_L$ MOLTO BUONO : B : $140 \leq R_L < 160$ BUONO : C : $100 \leq R_L < 140$ SUFFICIENTE : D : $0 \leq R_L < 100$ INSUFFICIENTE
<b>2.7 Periodicità di misura</b>	CASUALE almeno 1 volta nel primo anno e 1 volta negli anni successivi o dopo la stesa ed entro 3 mesi dalla stessa
<b>3. NOTE E COMMENTI</b>	Collegare alle misure di SCRIM o ERMES aderenza superficiale

### 7.14.3 Aderenza cat

Il valore di aderenza potrà misurato con l'Apparecchiatura SCRIM o ERMES e il valore di CAT misurato sulla segnaletica dovrà essere analogo a quello misurato sulla pavimentazione adiacente. E' ammessa una tolleranza di  $\pm 10\%$ .

### 7.15 VERIFICHE DI ACCETTAZIONE

Le verifiche, nel caso si debba garantire una precisa fascia di valori di  $I_{SEGN}$  (Indicatore di qualità per la visibilità della segnaletica orizzontale), saranno eseguite durante l'intero periodo contrattuale e costituiranno elemento di valutazione circa la corretta gestione ed esecuzione dell'attività da parte dell'Appaltatore.

La fascia di  $I_{SEGN}$  da rispettare sarà:

- Tra 60 e 80 nel caso di autostrade e strade di tipo A
- Maggiore di 50 nel caso di altre strade.

All'atto della verifica, i valori riscontrati devono in ogni caso risultare superiori alle SOGLIE DI ACCETTABILITA', di cui all'Art. 18. e seguenti, anche in condizioni di piano viabile liscio e indipendentemente dall'eventuale usura causata dalle operazioni di manutenzione invernali del piano viabile.

La Direzione Lavori effettuerà, in contraddittorio con l'Impresa, un numero minimo di un controllo ad alto rendimento o puntuale, per ogni anno, per la verifica di ognuno dei requisiti previsti dal presente Capitolato.

I controlli e le misurazioni degli standard qualitativi previsti, da eseguirsi in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore, e comunque in conformità a quanto stabilito dalla Norma Tecnica UNI EN 1436/2004, saranno eseguiti direttamente dalla DL che potrà avvalersi di un laboratorio ufficiale autorizzato.

### **7.16 NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO**

Nell'esecuzione dei lavori, l'Impresa dovrà attenersi alle prescrizioni che di seguito vengono riportate per le principali categorie di lavoro.

In particolare dovranno essere rispettate le disposizioni di cui a:

- D.LGS. 30 aprile 1992 n. 285 - Nuovo Codice della Strada e successive modifiche e integrazioni;
- D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del nuovo Codice della Strada e successive modifiche e integrazioni;
- Circolare della Direzione Generale ANAS - Direzione Centrale Tecnica - n. 19 del 3 maggio 1993;
- In ogni caso alle norme in vigore al momento dell'esecuzione dei lavori.
- Norma EN 12899-1
- D.M. del 23-09-2005 del Ministero Infrastrutture e Trasporti, Norme Tecniche per le Costruzioni.

Durante l'esecuzione dei lavori, di norma, il traffico non dovrà subire alcuna sospensione, e l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alle opportune segnaletiche provvisorie, al fine di evitare qualsiasi incidente stradale, di cui rimarrà unico responsabile per qualunque effetto.

### **7.17 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

I materiali da impiegare nelle forniture e nei lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, per caratteristiche alle prescrizioni contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto e a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità in commercio in rapporto alla funzione cui sono destinati.

Nel caso di un utilizzo di tipo sperimentale di materiali migliorativi finalizzati alla sicurezza, questi dovranno in ogni caso risultare conformi ai valori minimi richiesti dalle leggi e/o regolamenti vigenti.

Dovrà essere attestata la conformità delle proprie attrezzature o di quelle in possesso della ditta che provvederà alla costruzione dei segnali, come prescritto dall'art.194 del D.P.R. 495 del 16/12/1992.

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 del Capitolato Generale adottato con D.M. 19 aprile 2000, n. 145.

Per lavori il cui importo a base di appalto sia inferiore a 200.000 € (IVA esclusa) il materiale da fornire dovrà essere prodotto in conformità delle Norme UNI EN ISO 9002/34 e successive (UNI EN ISO 9001:2000) rilasciando la relativa dichiarazione di conformità ai sensi della Norma EN 45014.

Per lavori il cui importo a base di appalto uguagli o superi i 200.000 € (IVA esclusa), oltre a quanto previsto dal precedente punto, i materiali dovranno essere approvvigionati da fornitori della Unione Europea o di paesi terzi, che operano con sistema di qualità aziendale, rispondente alle norme UNI EN ISO 9000 e successive (UNI EN ISO 9001:2000), con certificazione di qualità rilasciata da enti certificatori accreditati ai sensi delle norme della serie EN 45000.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori.

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

La Direzione dei Lavori, quando abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute: i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

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.

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati.

*a) Segnaletica verticale*

Tutti i segnali devono essere rispondenti ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione del Codice della Strada approvato con D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 come modificato dal DPR 16.09.1996 n°. 610 e successive modifiche ed integrazioni, e comunque alle norme in vigore al momento della esecuzione dei lavori.

**STAMPIGLIATURA DEI SEGNALI**

A tergo di ogni segnale dovranno essere indicati, a cura e spese del fornitore, una serie di iscrizioni che, globalmente, in conformità di quanto disposto al punto 7 dell'art.77 del D.P.R. N.495 del 16/12/1992, non dovranno occupare una superficie maggiore di cmq 200:

- l'Ente o Amministrazione proprietaria della strada;
- il marchio della ditta che ha fabbricato il segnale
- l'anno di fabbricazione
- estremi relativi al rilascio della autocertificazione di conformità del prodotto finito ai sensi della circolare 3652 del 17.06.1998;
- Il numero dell'Autorizzazione concessa dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti alla ditta medesima

per la fabbrica dei segnali.

- gli estremi dell'ordinanza di apposizione della Amministrazione, ove previsto.

Le prescrizioni tecniche relative alle pellicole rifrangenti si intendono soddisfatte qualora i materiali forniti dalla ditta produttrice risultino sopportare, con esito positivo, tutte le analisi e prove di laboratorio prescritte dalle norme vigenti e/o indicate dal presente C.S.A.

*b) Pellicole*

Le pellicole retroriflettenti dovranno possedere requisiti non inferiori a quanto indicato dal disciplinare tecnico approvato con D.M. 31/3/1995 e, se richiesti, non inferiori alle ulteriori prescrizioni previste dal C.S.A..

*c) Materiali ferrosi.*

Saranno esenti da scorte, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

Essi dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14/9/2005 - “Norme Tecniche per le Costruzioni”.

*d) Acqua*

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruro o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate.

*e) Leganti idraulici.*

Dovranno corrispondere alle caratteristiche tecniche ed ai requisiti dei leganti idraulici di cui al D.M. del 23-09-2005 del Ministero Infrastrutture e Trasporti, Norme Tecniche per le Costruzioni.

*f) Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per opere murarie (Da impiegarsi nella formazione di conglomerati cementizi).*

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal Decreto Ministeriale 14/9/2005 - “Norme Tecniche per le Costruzioni” per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

## **7.18 PROVA DEI MATERIALI, CERTIFICAZIONI**

*a) Certificati*

Per poter essere autorizzato alla fornitura dei vari tipi di materiali prescritti dal presente Capitolato Speciale d'Appalto, l'Appaltatore dovrà esibire a sua cura e spese, prima dell'impiego al Direttore

dei Lavori, per ogni categoria di materiale, i relativi "Certificati" rilasciati da Laboratori Ufficiali autorizzati.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza ed alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, i luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertarne i valori caratteristici richiesti.

I certificati dovranno essere esibiti tanto se i materiali siano prodotti direttamente quanto se prelevati da stabilimenti gestiti da terzi.

In particolare per quanto riguarda le pellicole retroriflettenti, dovrà esibire:

1. copia di certificati di conformità dai quali dovrà risultare la rispondenza delle caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste dal disciplinare tecnico approvato con D.M. 31.03.1995;
2. copia delle 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 utilizzate per la fornitura.
3. Certificati di conformità dei segnali finiti ai sensi delle circolari del Ministero dei LL.PP. n°3652 del 17.06.98 e n° 1344 del 11.03.98 e successive modifiche ed integrazioni.

Qualora i certificati di cui ai suddetti punti 1 e 2, non fossero all'origine in lingua italiana, dovrà esse riprodotta relativa traduzione giurata effettuata da traduttore iscritto presso gli appositi elenchi del Tribunale.

Le copie delle certificazioni di cui ai suddetti punti dovranno essere identificate, a cura del produttore delle pellicole stesse, con gli estremi della Ditta partecipante e dell'Amministrazione richiedente nonché dalla data di rilascio della copia non antecedente alla data dell'aggiudicazione della gara e da un numero di individuazione. Pertanto la Ditta aggiudicataria, entro 10 giorni dalla aggiudicazione, dovrà fare pervenire a questa Società, rilasciate direttamente dalla ditta produttrice delle pellicole retroriflettenti che verranno impiegate per la fornitura, copie dei certificati su richiamati.

*b) Dichiarazioni*

Per poter essere autorizzato alla fornitura dei vari tipi di materiali prescritti dal presente Capitolato Speciale d'Appalto, l'Appaltatore dovrà esibire prima dell'impiego al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di materiale, le relative sottoelencate "dichiarazioni":

1. Una dichiarazione impegnativa, debitamente sottoscritta, nella quale ciascuna ditta, sotto la propria responsabilità, dovrà indicare i nomi commerciali e gli eventuali marchi di fabbrica dei materiali e dei manufatti che si intendono utilizzare per la fornitura.
2. Una dichiarazione nella quale si attesti la conformità delle proprie attrezzature o di quelle in possesso della ditta che provvederà alla costruzione dei segnali, come prescritto dall'art. 194 del D.P.R. 495 del 16.12.1992.
3. Ai sensi della circolare 17.06.1998 n. 3652 del Ministero dei LL.PP una dichiarazione di conformità del

prodotto rilasciata dal fornitore ai sensi delle norme EN 45014.

La dichiarazione impegnativa vincola la Ditta aggiudicataria alla fornitura di materiali conformi ai tipi, alle caratteristiche ed ai marchi di fabbrica in essi indicati.

*c) Accertamenti preventivi*

Il Direttore dei Lavori, dopo aver preso visione dei certificati di "qualità" e di "conformità" presentati dall'Impresa, si accerterà della rispondenza delle caratteristiche dei materiali o dei prodotti proposti per l'impiego, alle prescrizioni date dalle vigenti norme, disponendo ove ritenuto necessario ed a suo insindacabile giudizio, anche prove di controllo mediante il prelievo e l'invio dei campioni al Laboratorio Ufficiale Autorizzato.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi dalle caratteristiche stabilite dalla vigente normativa, si darà luogo alle necessarie variazioni nei materiali.

Per tutti i ritardi nell'inizio della fornitura derivanti dalle difformità sopra accennate o dalla ritardata presentazione delle Certificazioni e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale, sarà applicata la penale prevista in contratto.

*Prove sistematiche di controllo in fase esecutiva*

In relazione a quanto precisato nel precedente articolo circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori Ufficiali indicati dalla Stazione Appaltante.

In particolare, tutte le prove di analisi dei materiali saranno eseguite presso un laboratorio Ufficiale Autorizzato.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Compartimentale previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione. I risultati ottenuti in tali laboratori, saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

## **7.19 PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO E FORNITURE**

Per regola generale nell'esecuzione dei lavori e delle forniture l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte nonché alle prescrizioni che di seguito vengono date per le principali categorie di lavori.

Per tutte le categorie di lavori e quindi anche per quelle relativamente alle quali non si trovino prescritte speciali norme, sia nel presente Capitolato sia nell'Elenco Prezzi che nel "Manuale tecnico della segnaletica stradale" dell'ANAS, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica e dalla normativa vigente attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione Lavori all'atto esecutivo.

Tutte le forniture ed i lavori in genere, principali ed accessori previsti o eventuali, dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con materiali e magisteri appropriati e rispondenti alla specie di lavoro che si richiede ed alla loro destinazione.

In particolare l'impresa per le forniture dei segnali dovrà attenersi a quanto previsto dall'art.45 comma 8 del Codice della Strada e art. 194 del relativo Regolamento di attuazione e successive modifiche e integrazioni.

#### **7.19.1 Segnaletica verticale**

Tutti i segnali stradali, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere conformi per tipi, forme, dimensioni, colori e caratteristiche alle prescrizioni del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. del 16 dicembre 1992 n. 495 e successive modifiche ed integrazioni ed alle relative figure e tabelle allegate che ne fanno parte integrante e comunque alle norme in vigore al momento dell'esecuzione dei lavori..

Si richiamano alcune disposizioni del DPR 495/92 per l'impiego di pellicole retroriflettenti (classe 2).

1. le disposizioni dell'art. 79, comma 12 del DPR 16.12.1992 n. 495 richiedono l'impiego di pellicole retrorifrangenti ad elevata risposta luminosa (classe 2) per i seguenti segnali:
  - DARE PRECEDENZA
  - FERMARSI E DARE PRECEDENZA
  - DARE PRECEDENZA A DESTRA
  - DIVIETO DI SORPASSO
  - SEGNALI DI PREAVVISO E DI DIREZIONE DI NUOVA INSTALLAZIONE
  
2. Le pellicole di classe 2 sono facoltative per i seguenti segnali:
  - DIVIETO DI ACCESSO
  - LIMITI DI VELOCITÀ
  - DIREZIONE OBBLIGATORIA
  - DELINEATORI SPECIALI
  
3. La scelta della pellicola retroriflettente per tutti gli altri segnali viene indicata dall'Ente Stradale in relazione

all'importanza del segnale, alla sua ubicazione e soprattutto alla sua altezza sul piano stradale.

Tutti i segnali circolari, triangolari, targhe, frecce, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità dell'Impresa, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 km/h.

## **7.19.2 Pellicole retroriflettenti**

### **7.19.2.1 Accertamento dei livelli di qualità**

Le caratteristiche delle pellicole retroriflettenti devono essere verificate esclusivamente attraverso prove da eseguire presso uno dei seguenti laboratori:

- Centro Sperimentale dell'ANAS - Cesano
- Istituto Sperimentale dell'Ente Autonomo delle F.S. - Roma
- Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris -Torino
- Stazione Sperimentale per le Industrie degli Oli e dei Grassi - Milano
- Centro superiore ricerche, prove e dispositivi della M.C.T.C. - del Ministero dei Trasporti - Roma
- Laboratorio prove e materiali - Società Autostrade - Fiano Romano
- Istituto di Ingegneria dell'Università di Genova
- altri Laboratori dotati di idonee attrezzature previste dal presente disciplinare tecnico, che abbiano acquisita apposita autorizzazione dal Ministero LL.PP., così come modificato dal D.M. 11/07/2000 pubblicato sulla G.U. n°234 del 6.10.2000.

I produttori di pellicole retroriflettenti e degli inchiostri idonei alla stampa serigrafica delle stesse, dovranno tenere a disposizione i certificati di conformità relativi ad esse rilasciati da uno dei laboratori prima indicati e, ove richiesto, esibirne copia a garanzia delle forniture effettuate; per poter accedere all'accertamento dei livelli di qualità presso il laboratorio prescelto dovranno allegare alla domanda una dichiarazione autenticata che i campioni consegnati per le prove derivano da materiale di loro ordinaria produzione e allegarne copia al certificato di conformità delle pellicole retroriflettenti di cui costituiscono parte integrante.

La certificazione, la cui data di rilascio non deve essere anteriore di oltre cinque anni, dovrà essere presentata nella sua stesura integrale; in essa tutte le prove dovranno essere chiaramente e dettagliatamente specificate e dovrà essere dichiarato che le prove stesse sono state eseguite per l'intero ciclo sui medesimi campioni e per tutti i colori previsti dalla Tabella I contenuta nel disciplinare Tecnico di seguito indicato. Dalle certificazioni dovrà risultare la rispondenza alle caratteristiche fotometriche, colorimetriche ed il superamento delle prove tecnologiche previste dal disciplinare tecnico approvato con decreto del 31.03.95 del Ministero dei LL.PP.

Inoltre gli stessi produttori devono rilasciare agli acquirenti una dichiarazione che i prodotti commercializzati corrispondono, per caratteristiche e qualità ai campioni sottoposti a prove.

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 attuazione del Codice della Strada; il tipo di inchiostro utilizzato dovrà essere inoltre esplicitamente dichiarato.

## **7.20 DEFINIZIONI**

### **Pellicola di classe 1**

A normale risposta luminosa con durata di anni 7.

Il coefficiente areico di intensità luminosa deve rispondere ai valori minimi prescritti dal "disciplinare" approvato dal Ministro dei LL.PP. e deve mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione all'esterno in condizioni medio-ambientali.

Per la vita utile del segnale valori inferiori devono essere considerati insufficienti.

### **Pellicola di classe 2**

Ad alta risposta luminosa con durata di anni 10.

Il coefficiente areico di intensità luminosa deve rispondere ai valori minimi prescritti dal "disciplinare" approvato dal Ministro dei LL.PP. e deve mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione all'esterno in condizioni medio-ambientali.

Per la vita utile del segnale valori inferiori devono essere considerati insufficienti.

### **Pellicole sperimentali**

Come punto 2.2, aventi caratteristiche prestazionali grandangolari superiori (da utilizzarsi in specifiche situazioni stradali di tipo sperimentale) La pellicola grandangolare dovrà essere dotata di un sistema anticondensa la cui caratteristica è definita da un angolo di contatto delle gocce d'acqua, sul segnale, non superiore a 25°, verificata con strumenti per la misura delle tensioni superficiali "Krus" con acqua distillata ed alla temperatura di 22° C. In tal caso tali caratteristiche dovranno essere attestate da apposito certificato.

### **Pellicole stampate.**

Gli inchiostri trasparenti e coprenti utilizzati per la stampa serigrafica delle pellicole retroriflettenti devono presentare la stessa resistenza agli agenti atmosferici delle pellicole.

Le ditte costruttrici dei segnali dovranno garantire la conformità della stampa serigrafica alle prescrizioni della ditta produttrice della pellicola retroriflettente.

I colori stampati sulle pellicole di classe 1 e classe 2 devono mantenere le stesse caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste.

#### **Pellicola di tipo A**

Pellicole retroriflettenti termoadesive. Private del foglio protettivo dell'adesivo, si applicano a caldo e sottovuoto sui supporti per la segnaletica stradale.

#### **Pellicola di tipo B**

Pellicole retroriflettenti autoadesive. Private del foglio protettivo dell'adesivo, si applicano mediante pressione manuale ovvero con attrezzature idonee sui supporti per la segnaletica stradale.

#### **Limite colorimetrico**

Linea (retta) nel diagramma di cromaticità (C.I.E. 45.15.200) che separa l'area di cromaticità consentita da quella non consentita.

#### **Individuazione delle pellicole retroriflettenti**

I produttori delle pellicole retroriflettenti, rispondenti ai requisiti di cui al presente disciplinare tecnico, dovranno provvedere a rendere riconoscibile a vista quelle con durata di 7 anni, mediante contrassegno integrato con la struttura interna della pellicola, inasportabile, non contraffattibile e visibile per tutto il periodo di durata, contenente il marchio o il logotipo del fabbricante e la dicitura "7 anni".

Nelle certificazioni di conformità dovrà anche essere comprovato, previ controlli specifici, che il marchio di individuazione delle pellicole sia effettivamente integrato nella struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile anche dopo le prove di invecchiamento.

I fabbricanti dei segnali stradali dovranno curare, e gli Enti acquirenti accertare, che su ogni porzione di pellicola impiegata per realizzare ciascun segnale compaia, almeno una volta, il suddetto contrassegno.

Non potranno pertanto essere utilizzate sui segnali stradali pellicole retroriflettenti a normale risposta luminosa sprovviste del marchio anzidetto.

#### **Verifica dei livelli di qualità delle pellicole fornite**

L'accertamento dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti, in sede di verifica della fornitura da parte della D.L., potrà essere effettuato sottoponendo i provini di pellicola all'intero ciclo di prove previsto dal Disciplinare tecnico approvato con D.M. LL.PP. del 31.03.95.

L'accertamento potrà essere effettuato sottoponendo i provini di pellicola all'intero ciclo di prove previsto dal Disciplinare tecnico (Certificazione integrale di riscontro dei valori del Certificato

## COMPLETAMENTO DELLE OPERE A SERVIZIO DEL NUOVO POLO SPORTIVO

originale di Conformità), ovvero si potranno sottoporre a singole prove campioni di pellicole tal quali, prima di essere applicate ai cartelli ed ai pannelli stradali, o gli stessi segnali stradali (Certificazione parziale di verifica agli standard minimi prescritti).

Nel caso in cui la D.L. richieda la Certificazione integrale o parziale di campioni di pellicole tal quali, si dovrà inviare ad uno dei Laboratori autorizzati, un quantitativo di pellicola la cui superficie minima complessiva per ogni colore, determinata in centimetri quadrati, corrisponda a quella indicata nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE delle pellicole</b>	<b>PROVE PRESCRITTE dal Disciplinare Tecnico</b>	<b>N° PROVINI x ogni colore</b>	<b>DIMEN S. in cm</b>	<b>SUPERFIC IE In cmq</b>
Colorimetriche	Coordinate tricromatiche	3	15*15	675
Fotometriche	Coefficiente areico di intensità luminosit�	3	15*15	675
Tecnologiche	Spessore	1	15*15	225
	Adesivit�	3	2*4	24
	Flessibilit� (*)	3	6*12	216
	Resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale	3	9*9	243
	Resistenza alla nebbia salina	3	9*12	324
	Resistenza all'impatto	3	15*15	675
	Resistenza al calore (*)	3	1.5*7.5	33.75
	Resistenza al freddo (*)	3	1.5*7.5	33.75
	Resistenza ai carburanti	2	6*12	144
	Resistenza ai detersivi	2	6*12	144
Superficie complessiva in cmq				3412.5

(\*) Prove tecnologiche prescritte dal D.M. del M. LL.PP. del 31.03.1995.

### 7.20.1 Supporti in lamiera di ferro o di alluminio

- a) Lamiera di ferro.

I segnali saranno costituiti in lamiera di ferro dello spessore non inferiore a 10/10 di millimetro.

*Rinforzo perimetrale*

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro da una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola delle dimensioni non inferiori a cm 1.50;

*Trattamento lamiera (preparazione del grezzo e verniciatura)*

La lamiera di ferro dovrà essere resa ruvida 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 °C.

Il resto e la scatolatura dei cartelli verrà rifinito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico.

b) Lamiera di alluminio.

I segnali saranno costituiti 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 3 metri quadrati) e dello spessore di 30/10 di millimetri per targhe superiori ai metri quadrati 3 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 cm 1.50;

*Traverse di rinforzo e di collegamento*

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di mq 1.50, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad U dello sviluppo di cm 15, 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 d'attacco a morsetto per il collegamento, con bulloni in acciaio inox nella quantità necessaria; le dimensioni della sezione della traversa saranno di mm 50 x 23, spessore di mm 5.00, e la lunghezza 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 alla Norma UNI 1461 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 millimetri 20 x 20 e di spessore mm 3.00, 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 alluminio dovrà essere resa ruvida 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 °C.

Il resto e la scatolatura dei cartelli verrà rifinito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico.

**7.20.2 Supporti in alluminio estruso**

I supporti monofacciali o bifacciali da usarsi prevalentemente per segnali di direzione, località o preavviso, dovranno essere in alluminio estruso anticorrosione con le facce esposte interamente ricoperte da pellicola retroriflettente.

Le saldature ed ogni altro mezzo di giunzione fra il segnale ed i suoi elementi strutturali, attacchi e sostegni dovranno mantenersi integri ed immuni da corrosione per tutto il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente.

I supporti, aventi a secondo della richiesta altezze diverse, dovranno avere le seguenti caratteristiche:

**Spessori**

- Per altezze fino a cm. 25, non inferiori a 20/10 di mm, su tutto lo sviluppo del profilo.
- Per altezze superiori a cm. 25, non inferiore a 25/10 di mm, su tutto lo sviluppo del profilo.
- Per le targhe bifacciali la distanza fra le due facce non dovrà essere inferiore a mm. 25.

**7.20.3 Rinforzi**

Ogni elemento avrà ricavate sul retro speciali profilature ad "omega aperto" formanti un canale continuo per tutta la lunghezza del segnale, che hanno la duplice funzione di irrigidire ulteriormente il supporto e di consentire l'alloggiamento e lo scorrimento della bulloneria di serraggio delle staffe che in questo modo potranno essere fissate, senza problemi di interasse, anche a sostegni esistenti. -

Per profili da cm. 25 e cm. 30, sono richieste tassativamente almeno 2 profilature ad "omega aperto".

#### **7.20.4 Giunzioni**

Ogni profilo avrà ricavato, lungo i bordi superiore ed inferiore, 2 sagome ad incastro che consentano la sovrapposibilità e la congiunzione dei profili medesimi.

Tale congiunzione, per offrire adeguate garanzie di solidità, dovrà avvenire mediante l'impiego di un sufficiente numero di bulloncini in acciaio inox da fissarsi sul retro del supporto.

Inoltre, per evitare possibili fenomeni di vandalismo, tale bulloneria dovrà risultare visibile guardando frontalmente il retro del segnale le teste delle viti saranno del tipo cilindrico con esagono incassato.

#### **7.20.5 Finiture**

Le targhe modulari in lega d'alluminio anticorrosione, dovranno consentire l'intercambiabilità di uno o più moduli danneggiati senza dover sostituire l'intero segnale e permettere, di apportare variazioni sia di messaggio che di formato, utilizzando il supporto originale

#### **7.20.6 Attacchi**

Ad evitare forature, tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard (per l'adattamento ai sostegni in ferro tubolare diametro mm 60-90), ottenuto mediante fissaggio elettrico sul retro di corsoio a "C" della lunghezza minima di cm 22, oppure sarà ricavato (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 pure zincata.

#### **7.20.7 Sostegni**

I sostegni per i segnali verticali, portali esclusi, saranno in ferro tubolare diametro mm 60-90 dotati di dispositivo antirotazione, chiusi alla sommità e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati conformemente alle norme U.N.I. 1461, ovvero in sezione ad U delle dimensioni 100x50x5 e poi 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 4.20 e 8.00 kg/m e per le piantane ad U non meno di 7.85 kg/m.

Il dimensionamento e tipo dei sostegni dei grandi cartelli e la loro eventuale controventatura dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori previo progetto e calcoli statici redatti da tecnico abilitato incaricato a cura e spese dell'impresa.

#### **7.20.8 Movimenti di materie - scavi in genere**

Gli scavi occorrenti per la formazione dei basamenti di fondazione saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni, salvo le eventuali variazioni che l'Amministrazione appaltante è in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'Impresa ogni onere proprio di tali generi di lavori, non escluso quello di eventuali sbatacchiature e puntellature, essendosi di tutto tenuto conto nel fissare gli oneri per la sicurezza dei lavoratori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa potrà ricorrere all'impiego di mezzi meccanici.

Dovrà essere usata ogni cura nel sagomare esattamente i fossi, nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada.

Nell'esecuzione degli scavi l'Impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sui terreni da scavare. Dovrà essere usata ogni cura nel risagomare i fossi, sistemare le banchine, riconfigurare le scarpate che venissero manomesse durante i lavori di esecuzione delle fondazioni dei segnali, eventualmente anche con apporto di nuovo materiale arido. Tali oneri si intendono compensati con i prezzi di elenco relativi ai movimenti di materie.

##### *Scavi di sbancamento*

Per scavi di sbancamento si intendono quelli occorrenti per spianamento del terreno, per taglio di scarpate delle trincee o di rilevati praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del piano di campagna lungo il perimetro dello scavo ed aperti lateralmente almeno da una parte.

Questo piano sarà determinato con riferimento all'intera area di fondazione dell'opera.

##### *Scavi di fondazione*

Per scavi di fondazione si intendono quelli relativi all'impianto di opere murarie e che risultino al di sotto del piano di sbancamento, chiusi tra pareti verticali riproducenti il perimetro della fondazione dell'opera.

Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale e sagomato a gradini con leggera pendenza verso monte per quelle opere che cadono sopra falde inclinate.

Gli scavi di fondazione saranno di norma eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbatacchiature.

### **7.20.9 Conglomerati cementizi semplici ed armati**

#### *a) Generalità*

L'Impresa e' tenuta all'osservanza del DM 17/01/2018 - “Norme Tecniche per le Costruzioni”.

Tutte le opere in conglomerato cementizio necessarie per l'esecuzione di blocchi di fondazione dei segnali incluse nell'appalto, saranno eseguite in base ai calcoli statici ed alle verifiche che l'Impresa avrà provveduto a far effettuare da un tecnico abilitato, nei termini di tempo fissati dalla Direzione dei Lavori.

L'esame e la verifica da parte della Direzione Lavori dei progetti delle opere, non esonera in alcun modo l'Impresa dalla responsabilità ad essa derivante per legge e per pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione Lavori, essa Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere a termini di Legge; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualsiasi natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

#### *b) Componenti*

Cemento, inerti, acqua. I componenti impiegati per la confezione dei conglomerati cementizi devono corrispondere ai requisiti prescritti dalle Leggi vigenti.

#### *c) Resistenza dei calcestruzzi*

Per la determinazione delle resistenze caratteristiche a compressione dei calcestruzzi e per il controllo di qualità del conglomerato dovranno essere seguite le norme del D.M. 14 febbraio 1992, le disposizioni della Circolare Ministero dei LL.PP. n. 36105 del 16.7.1992 e le Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/2018 e successive modifiche e integrazioni.

Qualora dalle prove eseguite risultasse un valore della  $R_{ck}$  inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla D.L., (ferma restando la possibilità per la D.L. di non accettare la lavorazione così come eseguita), l'Impresa dovrà presentare su richiesta della stessa D.L., a sua cura e spese, una relazione supplementare nella quale dimostri che, fermo restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la  $R_{ck}$  è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di Legge e con l'applicazione di adeguata detrazione determinata dal D.L..

Se tale relazione sarà approvata dalla D.L., il calcestruzzo verrà contabilizzato con la classe alla quale risulterà appartenere la relativa resistenza caratteristica ( $R_{ck}$ ).

Nel caso che la  $R_{ck}$  non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera, oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dalla D.L.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'impresa se la Rck risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla Direzione dei Lavori.

*d) Posa in opera*

Il conglomerato cementizio deve essere posto in opera ed assestato con ogni cura in modo che le superfici dei getti, dopo la sformatura, dovranno risultare perfettamente piane, senza gibbosità, incavi, cavernosità, sbavature od irregolarità di sorta, tali comunque da non richiedere alcun tipo di intonaco, ne' tantomeno spianamenti o rinzaffi.

L'addensamento in opera deve essere eseguito, per tutte le classi di conglomerato cementizio, mediante vibrazioni ad alta frequenza, i getti saranno eseguiti a strati orizzontali di altezza limitata e comunque non superiore ai cm. 50, resi dopo la vibrazione.

Le interruzioni e le riprese dei getti devono essere curate con diligenza scrupolosa ed in ogni caso devono essere evitate nei punti più sollecitati.

Tra le successive riprese di getto, non si dovranno avere distacchi, o discontinuità e la ripresa deve essere effettuata solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e ripresa con malta liquida dosata a ql 6 di cemento per ogni mc di sabbia.

*e) Acciai*

Gli acciai per armature di c.a. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabiliti dalle norme tecniche emanate in applicazione dell'art.21 della legge n° 1086/71 e all'osservanza del D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e successive modifiche e integrazioni.

#### **7.20.10 Fondazioni e posa in opera**

La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando sostegni su apposito basamento delle dimensioni minime di cm 30x30x50 di altezza in conglomerato cementizio almeno di classe Rck 25/30.

Il basamento dovrà essere opportunamente aumentato secondo le esigenze statiche per i cartelli di maggiori dimensioni.

Le dimensioni saranno desunte dai calcoli statici eseguiti da un tecnico progettista abilitato sempre a cura e spese dell'Impresa tenendo presente che gli impianti dovranno resistere ad una velocità massima del vento di 150 km/h.

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.

I segnali dovranno essere installati in modo da essere situati alla giusta distanza e posizione agli effetti della viabilità e della regolarità del traffico seguendo il progetto redatto approvato dalla Direzione dei Lavori.

Il giudizio sull'esattezza di tale posizione è riservata in modo insindacabile dalla Direzione dei Lavori e sarà ed esclusivo carico e spese dell'Impresa ogni operazione relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

## **7.21 - NORME GENERALI DI VALUTAZIONE DEI LAVORI E DELLE FORNITURE -**

### **7.21.1 SEGNALETICA ORIZZONTALE**

Le quantità dei lavori e delle forniture saranno determinate con metodi geometrici, a numero od a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi, ferma restando la natura a corpo dell'appalto.

I lavori saranno liquidati in base alle verifiche dei parametri prestazionali, indicate nei paragrafi precedenti di questo Capitolato.

Nel caso che dalle misure di controllo delle quantità risultassero dimensioni minori di quelle prescritte dalla D.L. sarà facoltà insindacabile della stessa ordinare la rimozione delle opere e la loro ricostruzione a cura e spese dell'Impresa. Nel caso le minori dimensioni accertate fossero compatibili ad insindacabile giudizio della D.L. con la funzionalità e la stabilità delle opere, queste potranno essere accettate e pagate in base alle quantità effettivamente eseguite con applicazione delle opportune detrazioni.

Le misure saranno eseguite 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 dall'Impresa.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica anche in occasione della visita di collaudo.

In particolare:

- la valutazione delle strisce longitudinali sarà effettuata a metro lineare in base allo sviluppo effettivo secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.
- La valutazione delle zebature, linee di arresto e simili sarà effettuata a metro quadrato in base allo sviluppo effettivo della superficie verniciata e secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.
- La valutazione delle scritte a terra sarà effettuata a metro quadrato in base alla superficie, vuoto per pieno, del parallelogramma che circonda ciascuna lettera.

### **7.21.2 SEGNALETICA VERTICALE**

La valutazione della segnaletica verticale sarà effettuata a numero o superficie secondo quanto indicato nei singoli articoli d'elenco, ferma restando la natura a corpo dell'appalto.

Qualora le targhe d'indicazione o di preavviso siano realizzate mediante composizione di vari pannelli, la valutazione sarà effettuata applicando il relativo prezzo ai singoli pannelli.

Le dimensioni dei cartelli devono essere in ogni caso conformi a quanto prescritto dai regolamenti vigenti.

Nel caso di fornitura non regolamentare, questa potrà non essere accettata dal D.L. e dovrà essere rimossa a cura e spese dell'Appaltatore, fatta salva in estrema ratio l'esecuzione in danno.

La valutazione dei sostegni sarà effettuata a numero, a metro lineare od a peso secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco, sempre nell'ambito del criterio del corpo già richiamato.

La posa della segnaletica verticale dovrà comprendere:

- l'esecuzione degli scavi
- La realizzazione delle fondazioni in cls armato e non, adeguatamente dimensionato;
- Il rinterro e sistemazione della parte circostante, compreso l'allontanamento del materiale di risulta in eccedenza:

## **8 OPERE A VERDE**

### **8.1 PRESCRIZIONI GENERALI**

L'appaltatore deve prendere visione dei luoghi e delle condizioni di lavoro per la realizzazione delle opere, valutando le dimensioni, le caratteristiche specifiche, le connessioni con altri lavori di costruzione, movimenti di terra e sistemazione ambientale in genere e, in genere tutti gli aspetti che possono condizionarne l'esecuzione.

#### **8.1.1 Analisi qualitativa del terreno**

Il terreno sia in sito che importato da altre aree dovrà essere analizzato per verificarne l'idoneità al tipo di intervento progettato, prima dell'inizio dei lavori delle opere a verde.

La caratterizzazione del terreno sarà raggiunta attraverso le opportune analisi (di seguito sono elencate le più significative). E' comunque necessario ottenere l'approvazione della Direzione Lavori per la messa in opera di terreno vegetale o per l'utilizzo di suolo agrario in situ. Resta comunque a carico dell'Appaltatore eseguirne altre qualora ritenute necessarie dall'Appaltatore stesso o richieste dalla Direzione Lavori:

- Granulometria;
- Acidità;
- Calcare totale;
- Azoto totale;
- Fosforo assimilabile;
- Potassio assimilabile;
- Sostanza organica;
- Capacità di Scambio Cationico (CSC);
- Conducibilità elettrica.

#### **8.1.2 Rimozione della vegetazione esistente**

La rimozione di alberi, arbusti, cespugli e siepi che si rendesse necessaria per l'attuazione del progetto dovrà essere eseguita in modo da evitare danni alle eventuali piante destinate a rimanere in loco. Particolare cura dovrà essere posta nella rimozione di quelle piante che potrebbero essere reimpiegate.

Queste ultime saranno identificate con l'apposizione di etichette di materiali resistenti agli agenti atmosferici su cui siano riportati, in maniera indelebile, i seguenti dati:

- la denominazione botanica della pianta;
- le caratteristiche dimensionali e la conformazione della pianta.

Si rimanda al PSC per le avvertenze di sicurezza nell'abbattimento di alberi di alto fusto.

Le piante da reimpiantare dovranno essere rimosse con zolle di terreno di dimensioni adeguate alle dimensioni ed alla specie, nel periodo più idoneo che di norma è il tardo autunno e l'inverno, avendo l'accortezza, per gli esemplari a foglia caduca più vetusti e per tutti i sempreverdi, di preparare con sufficiente anticipo la zolla (durante la primavera precedente) mediante lo scavo di una trincea circolare a circa cm 50-100 dal colletto della pianta a seconda della specie e delle dimensioni e di profondità adeguata all'apparato radicale della pianta stessa; lo scavo andrà poi ricoperto con terreno vegetale e dovranno essere applicati pali tutori in legno di castagno, a treppiede o a palo singolo a seconda delle dimensioni dell'esemplare, ben ancorati a terra con contropicchetti e legati al tronco della pianta mediante idonei legacci in plastica avendo l'accortezza di porre tra i pali ed il tronco un foglio di gomma idoneo ad impedire eventuali danni al tronco stesso.

Al momento del trapianto si dovrà preparare una buca di dimensioni superiori alla zolla della pianta di almeno cm 50 per lato ed in profondità, in modo che possa essere preparato sul fondo della buca un adeguato drenaggio con breccione o pietrame (circa cm 30); per il drenaggio non dovranno essere usati assolutamente materiali di scarto di opere edili; inoltre si dovrà provvedere ad apportare terriccio humizzato, ricavato miscelando letame ben maturo (almeno 8 mesi di concimaia) e terreno vegetale vagliato in parti uguali, sul fondo della buca e sui lati della zolla avendo cura di costiparlo bene attorno alla zolla stessa senza lasciare nessun vuoto; nel coprire la buca si dovrà porre la massima attenzione nel non interrare il colletto della pianta.

Successivamente si dovrà provvedere al tutoraggio come descritto in precedenza, ma utilizzando pali di pino silvestre trattati in autoclave e si dovrà preparare la "conca" o "tazza", per le annaffiature, delle stesse dimensioni della zolla, utilizzando il terreno dello scavo. Infine si dovrà provvedere alla prima annaffiatura che dovrà avvenire non appena terminato il trapianto.

Le piante non ripiantate immediatamente dovranno essere sistemate in depositi idonei al mantenimento in buono stato vegetativo delle piante stesse, utilizzando, per il loro trapianto, le stesse tecniche descritte in precedenza.

### **8.1.3 Preparazione del suolo**

Le aree su cui devono essere realizzate le opere devono essere pulite asportando tutti i materiali estranei, che saranno avviati alle discariche autorizzate.

La pulizia deve essere effettuata limitando al massimo possibile il disturbo del terreno evitando contaminazioni o rimescolamento della stratigrafia naturale che dovrà essere preservata anche in caso di rinterri.

Inoltre devono essere abbattute le piante da non conservare, i cespugli, le piante infestanti; estirpate le ceppaie, deve procedersi allo spietramento superficiale.

#### **8.1.4 Rimozione e accantonamento del terreno vegetale**

La rimozione del terreno vegetale esistente nelle zone soggette a lavorazioni dovrà avvenire evitando sia di modificarne le caratteristiche fisiche sia di contaminarlo con materiali estranei o provenienti dagli strati inferiori ai primi 20/30 cm

L'accantonamento del terreno vegetale avverrà nelle aree indicate in progetto, opportunamente pulite e predisposte.

I cumuli dovranno essere predisposti in relazione alle differenti caratteristiche chimico-fisiche delle terre da accantonare, dovranno presentare dimensioni tali da non compromettere la struttura e la fertilità del terreno e non dovranno, comunque, superare l'altezza di m 2,50.

Sarà comunque compito della Direzione Lavori adottare il criterio più idoneo a garantire la conservazione della fertilità e la non contaminazione (materiali estranei e/o inquinanti) delle terre accantonate.

#### **8.1.5 Difesa della vegetazione esistente**

L'appaltatore dovrà provvedere ad identificare e proteggere per tutta la durata dei lavori tutte le piante che il progetto prevede debbano essere conservate.

In particolare l'Appaltatore dovrà eseguire e mantenere protezioni meccaniche e recinzioni per evitare urti da parte di mezzi d'opera; se necessario dovrà essere effettuata la potatura di rami che interferiscono con i passaggi obbligati, ma sempre nel periodo idoneo alle potature e provvedendo alla disinfezione dei tagli con prodotti fungistatici ed alla loro protezione con mastici naturali.

Dovrà essere garantita la stabilità degli alberi predisponendo, se necessario, sistemi di sostegno e ancoraggio.

Durante i lavori saranno eseguiti trattamenti fitostimolanti e fitosanitari per la vegetazione che resta in situ.

Gli interventi di difesa dovranno essere riportati su apposite planimetrie e saranno predisposte schede tecniche che riportino anche le prescrizioni di cura e manutenzione delle singole piante interessate.

La difesa di aree da conservare dovrà essere effettuata recintando dette aree per evitare il passaggio di mezzi d'opera e persone.

In dette aree non dovranno essere localizzati depositi di nessun tipo e si dovrà evitare ogni contaminazione dovuta a minerali, carburanti, acidi, basi, vernici ed altre sostanze nocive per la vegetazione.

Non è consentita l'accensione di fuochi.

Le piante, di qualunque genere e natura, che dovessero essere danneggiate in modo grave o irreparabile saranno sostituite, a spese dell'Appaltatore, da altre piante analoghe.

Nel caso sia necessario ricaricare il terreno intorno ad alberi esistenti, occorrerà proteggere il colletto ed evitare che questo venga interrato.

La protezione delle radici, in caso di scavi in prossimità di alberi isolati, dovrà essere effettuata recidendo le radici esposte e spalmando i tagli con prodotti fungistatici e con mastice cicatrizzante.

In caso di recisioni di radici principali, queste dovranno essere rifilate e trattate con un prodotto a base di tiofanate metile (150g/hl di prodotto commerciale al 70% di principio attivo) miscelato con un prodotto a base di ossicloruro di rame addizionato a mastici o colle vinaviliche.

La distanza minima per la quale è possibile l'esecuzione degli scavi è di 2 metri dal tronco.

La chiusura degli scavi dovrà essere effettuata impiegando sabbia grossa, letame ben maturo (almeno 8 mesi di concimaia) e terreno vegetale vagliato, opportunamente miscelati.

## **8.1.6 Manutenzione delle opere**

### **8.1.6.1 Manutenzione degli impianti**

La manutenzione e le pratiche colturali di tutte le opere a verde dovranno essere garantite per la durata di 2 (due) stagioni vegetative a partire dalla data di ultimazione dei lavori.

Durante il periodo di manutenzione l'Appaltatore dovrà costantemente seguire gli impianti, eseguendo tutte le cure culturali e di manutenzione idonee alle diverse situazioni fino al momento del collaudo.

Tali pratiche consisteranno nelle operazioni descritte in seguito.

### **8.1.6.2 Scerbature**

Il terreno intorno alle essenze poste a dimora, dovrà risultare costantemente scerbato da ogni erba infestante per una superficie media di mq 1.00 per gli arbusti e di mq 2.50 per gli alberi, l'erba scerbata andrà rimossa al massimo entro 5 giorni, a cura e spese dell'Appaltatore.

Le operazioni di scerbatura potranno essere effettuate con tecniche meccaniche, manuali; in ogni caso si dovrà operare adottando tutti gli accorgimenti per non causare danni o ferite alle essenze.

Le operazioni di scerbatura dovranno effettuarsi ogni volta che sarà necessario e comunque, durante il periodo di manutenzione previsto, saranno effettuate non meno di 3 operazioni per ogni stagione vegetativa.

#### **8.1.6.3 Irrigazioni**

Le operazioni di irrigazione dovranno essere effettuate per tutto il periodo di garanzia concordato in relazione ai fattori climatici caratteristici del sito, alla natura del terreno ed alle specifiche esigenze delle essenze piantumate, qualunque sia l'andamento stagionale e comunque per il triennio successivo all'impianto.

Sarà a carico dell'Appaltatore il reperimento, il trasporto dell'acqua e quanto altro necessario per la somministrazione e la distribuzione.

Il programma di irrigazione (a breve e a lungo termine) ed i metodi da usare dovranno essere determinati dall'Appaltatore e sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori

#### **8.1.6.4 Sarchiature**

Ogni qualvolta il terreno di coltura si presenti costipato, riarso, poco aerato e coperto di vegetazione infestante, sarà cura dell'Appaltatore provvedere alla sarchiatura, da effettuarsi a mano e/o a macchina.

Le superfici di impianto interessate da essenze arboree ed arbustive e le conche delle alberature dovranno essere oggetto di sarchiature periodiche.

#### **8.1.6.5 Concimazioni**

Oltre alle concimazioni di preimpianto e di copertura durante tutto il periodo di manutenzione concordato, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spesa alla somministrazione di opportuni fertilizzanti minerali ogni qualvolta le essenze piantumate mostrino sintomi di carenze nutritive.

#### **8.1.6.6 Ripristino conche e rincalzature**

Le conche di irrigazione realizzate durante i lavori di impianto dovranno essere, se necessario, ripristinate a seconda dell'andamento stagionale, delle zone climatiche e delle caratteristiche di specie.

L'Appaltatore provvederà alla chiusura delle conche ed alla rincalzatura delle essenze interessate oppure alla riapertura delle conche per l'annaffiamento qualora non fosse predisposto opportuno impianto di irrigazione.

#### **8.1.6.7 Sistemazione dei danni causati da erosione**

L'Appaltatore dovrà provvedere alla sistemazione dei danni causati da erosione per difetto di esecuzione degli interventi di sua specifica competenza.

#### **8.1.6.8 Ripristino della verticalità delle piante**

L'Appaltatore sarà tenuto al ripristino della verticalità delle essenze, qualora se ne riconoscesse la necessità, attraverso il controllo ed il ripristino della funzionalità degli ancoraggi.

#### **8.1.6.9 Sostituzione fallanze**

Le essenze che per qualsiasi ragione non avessero attecchito o che mostrassero carenze rispetto al loro normale sviluppo, dovranno essere sostituite a cura dell'Appaltatore dopo l'accertamento del mancato attecchimento, con altre identiche per genere, specie e dimensioni; la sostituzione dovrà avvenire nel corso della prima stagione favorevole per l'impianto.

Analogamente l'Appaltatore dovrà riseminare ogni superficie di tappeto erboso che presenti una crescita irregolare o difettosa od ove l'erba non abbia attecchito, e dovrà provvedere alla risemina che dovrà avvenire nella prima stagione favorevole per l'impianto, dopo l'accertamento del mancato attecchimento.

Nelle aree ove sia richiesta una validità estetica immediata il tappeto erboso dovrà essere restaurato mediante l'apposizione di piante erbose, di pronto effetto e di composizione botanica simile.

A tal fine, prima del riposo invernale, la Direzione Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore, provvederà alla redazione di verbali di attecchimento con l'indicazione delle piante da sostituire e delle superfici a prato da restaurare.

Ad ultimazione dei lavori resterà a carico dell'Appaltatore la ripulitura dei piani viabili e degli accessi ai lavori, provvedendo alla rimozione di terra, di detriti od altro materiale di risulta eventualmente presente.

#### **8.1.6.10 Potature e spollonature**

Le potature di allevamento e di riforma dovranno essere effettuate nel rispetto delle caratteristiche biologiche delle singole specie.

In primavera dovranno essere effettuate operazioni di spollonamento dei succhioni, taglio di eventuali rami secchi e rimonda di parti ammalate, al fine di equilibrare lo sviluppo delle piante.

#### **8.1.6.11 Aerazione dei prati**

Almeno due volte l'anno dovranno essere effettuati dei tagli verticali della superficie del manto erboso (verticut) allo scopo di favorire lo scambio di ossigeno dello strato attivo e favorire i processi fisiologici.

#### **8.1.6.12 Taglio dei prati**

Durante il periodo di manutenzione concordato, dovranno effettuarsi tagli (mai in numero inferiore a 8) delle superfici inerbite ogni qualvolta la crescita del colico raggiunga i cm 15 di altezza.

#### **8.1.6.13 Controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere**

Sarà competenza dell'Appaltatore controllare le manifestazioni patologiche su tutta la vegetazione delle superficie sistemate, provvedendo con tempestività alla eliminazione dei fenomeni patogeni, al fine di evitare la diffusione e di rimediare ai danni accertati.

Dovrà essere evitata qualsiasi patologia o anomalia vegetativa provocata da carenza di micro o macroelementi, mediante accurata somministrazione al terreno di concimi chimici complessi, contenenti gli elementi di cui il terreno risulti sprovvisto.

### **8.2 PRESCRIZIONI PARTICOLARI**

L'intervento prevede una serie di interventi a verde di sistemazione di una parte delle superfici in qualche modo interessate dalle attività di cantiere, anche attraverso il riposizionamento del terreno di scotico precedentemente accantonato e il rinverdimento dello stesso, completato in alcuni casi con la messa a dimora di specie arbustive, arboree ed erbacee autoctone indicate in progetto.

Affinchè questo possa avvenire è necessario seguire le seguenti modalità operative:

- Tutela del suolo attraverso lo scavo a parte dello strato superficiale fertile (scotico), che sarà depositato in aree dedicate in cumuli di altezza non superiore a m 2,5, seminato se per imprevisti i lavori dovessero essere interrotti per più di una stagione vegetativa, e poi risistemati a rivestimento delle aree da rinverdire. Il riutilizzo del terreno vegetale proveniente dallo scotico delle aree interessate dai lavori per il ripristino delle aree stesse è particolarmente importante affinché il terreno non venga "corrotto" dalla presenza di sementi alloctone.
- Inerbimento delle nuove superficie destinate ad aree verdi interne ed esterne al nuovo complesso polisportivo, delle eventuali piste in terra, dell'impronta dei cumuli dello scotico e qualsiasi altra superficie oggetto di calpestio nonché delle zone di riempimento e nuovo rilevato e delle scarpate esistenti oggetto di manomissione per i lavori. L'inerbimento dovrà essere realizzato tramite semina di idoneo miscuglio multi specifico, tramite idrosemina o a spaglio; i suoli costipati dovranno essere trattati superficialmente per favorire l'attecchimento.
- Messa a dimora di essenze arbustive ed arboree autoctone per creare la composizione del paesaggio verde previsto in progetto lungo la nuova viabilità e intorno al palazzetto.

L'appaltatore dovrà eseguire le opere a verde in primavera e/o autunno e fornire la manutenzione per il biennio successivo all'impianto.

La manutenzione dovrà prevedere, oltre a quanto maggiormente dettagliato nei restanti capitoli del presente documento, la risemina delle superfici ove l'inerbimento risulterà scarso e la sostituzione degli elementi arbustivi ed arborei che non avranno attecchito.

### **8.3 MATERIALI E MEZZI**

Tutti i materiali da utilizzare per la realizzazione delle sistemazioni ambientali (materiale agrario e materiale vegetale) dovranno essere delle migliori qualità, privi di difetti e, in ogni caso, dovranno presentare qualità e pregi uguali o superiori a quanto indicato dagli elaborati progettuali e dalla normativa vigente.

Detti materiali saranno visionati dalla Direzione Lavori prima del loro utilizzo e, nel caso non risultassero idonei, dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a spese dell'Appaltatore.

L'Appaltatore rimane responsabile della corretta applicazione delle presenti specifiche ed ha l'obbligo, in ogni caso, di impiegare materiali che garantiscano il miglior risultato per le opere in oggetto.

#### **8.3.1 Terreno vegetale**

L'Appaltatore dovrà, a sua cura e spese, accertare, mediante specifiche analisi di laboratorio, la qualità del terreno vegetale sia che provenga dai depositi sia che venga importato da altre fonti; sia che si trovi in situ.

I risultati di dette analisi dovranno essere sottoposti alla approvazione della Direzione Lavori.

Prima di procedere a qualsiasi operazione di piantumazione o di seminazione, l'Appaltatore, dovrà verificare che i terreni presentino caratteristiche idonee alle lavorazioni da effettuarsi seguendo le indicazioni degli elaborati progettuali. Nel caso in cui i terreni presentino caratteristiche non conformi a quanto richiesto si dovrà provvedere, in accordo con la Direzione Lavori che ne accerterà la qualità, ad apportare terra di coltivo in quantità sufficiente a formare uno strato di spessore adeguato ai tipi di interventi previsti dal progetto per realizzazione di aree verdi e si dovrà provvedere al riempimento totale delle buche e dei fossi eseguiti per la messa a dimora di essenze arboree ed arbustive.

La terra apportata, con caratteristiche simili a quelle dei terreni autoctoni, dovrà essere di medio impasto, priva di pietre, detriti, erbe infestanti, tronchi, rami, radici e loro parti che possano ostacolare le successive lavorazioni agronomiche del terreno; dovrà risultare a reazione chimica

idonea (pH 6.5 - 7.5), sufficientemente dotata di sostanza organica (mai inferiore a 1.5%) e non dovrà presentare agenti patogeni o sostanze tossiche per le piante. Si avrà cura, inoltre, di frantumare tutte le zolle e gli ammassi di terra e di verificare che la quantità di scheletro con diametro maggiore di mm 2,0 non ecceda il 25% del volume totale. In alternativa, quando possibile, si potrà procedere all'impiego di terriccio humizzato, atto alla formazione di un substrato idoneo all'attecchimento ed alla vita delle piante.

L'Appaltatore prima di effettuare il prelevamento e/o la fornitura della terra, dovrà darne avviso alla Direzione Lavori affinché possano venire prelevati campioni da inviare ad una stazione di chimica agraria riconosciuta, che provvederà ad analizzare i campioni al fine di certificare l'idoneità del materiale all'impiego previsto dal progetto.

### 8.3.1.1 Tipi di terreno

I tipi di terreno utilizzabili per i lavori oggetto del presente Capitolato sono:

**Terreno vegetale** messo in opera per uno strato variabile da cm 10 a cm 30, proveniente da strato colturale attivo privo di radici e di erbe infestanti permanenti, di ciottoli, cocci, etc.

**Terriccio speciale humizzato** messo in opera per uno strato di cm 30, composto dal 30% di sostanza organica e dal 70% di terricci vari vagliati e macinati.

### 8.3.2 Acqua

L'Appaltatore dovrà garantire, a sua cura e spese, la disponibilità di acqua idonea in quantità sufficiente per l'irrigazione.

Se necessario la fornitura di acqua sarà effettuata mediante autocisterna. I caratteri fisici dell'acqua che dovranno essere controllati sono:

- temperatura. E' opportuno evitare l'impiego di acqua con temperatura, in estate inferiore a 15°C o comunque inferiore ai 3/4 di quella dell'aria.
- sostanze in sospensione: il pH deve essere compreso fra 6.0 e 7.8; i detersivi non devono superare i 14 mg/l.
- salinità: la salinità dovrà essere valutata in base al rapporto tra sodio, calcio e magnesio ed alla quantità totale di sali presenti misurata attraverso la conducibilità elettrica dell'acqua.
- metalli pesanti e sostanze tossiche. Infatti questi inquinanti dannosi per la vegetazione danno luogo a fenomeni di accumulo nei terreni.

E' necessario controllare che l'acqua utilizzata per l'irrigazione non contenga fenoli, petrolio e derivati, policloro difenile, acido ftalico e derivati.

I valori dei suddetti parametri dovranno rispondere, comunque, a quanto previsto nelle leggi e nelle norme vigenti al momento dell'impiego delle acque e dovranno essere riportati nei certificati emessi dal laboratorio che effettuerà i prelievi e le analisi chimico-fisiche.

I certificati dovranno essere sottoposti alla approvazione della Direzione Lavori

### 8.3.3 Fertilizzanti

I fertilizzanti organici e minerali (semplici o complessi) impiegati per la concimazione di fondo o di copertura, dovranno essere di marca nota, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali di fabbricazione.

La Direzione Lavori, basandosi sulle risultanze delle analisi di laboratorio effettuate sui terreni, si riserverà il diritto di indicare quali fertilizzanti organici e minerali (semplici o complessi) potranno essere impiegati in relazione alle lavorazioni da eseguirsi.

Per la concimazione di base, dovranno essere usati, secondo le indicazioni della Direzione Lavori, fertilizzanti minerali e/o organici.

I concimi minerali (semplici, composti, complessi ecc.) devono avere il titolo dichiarato ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica.

I concimi organici (letame, residui organici vari, ecc.) devono essere raccolti presso luoghi o fornitori autorizzati dalla Direzione Lavori: il letame deve aver subito un processo di maturazione di almeno 8 mesi in concimaia, deve essere inodore, non deve emettere liquidi e deve avere l'aspetto di un terriccio.

Le analisi di laboratorio dovranno, infine, confermare le caratteristiche dichiarate e la rispondenza alla funzione ad essi richiesta.

Il concime deve essere somministrato immediatamente prima della realizzazione dei prati o della piantagione di essenze arboree o arbustive, sempreché il tipo di concime non richieda un'applicazione anteriore.

Per la somministrazione dei fertilizzanti ci si dovrà attenere alle dosi riportate in etichetta.

Esclusivamente a titolo indicativo si riportano le quantità di fertilizzante da apportare:

Tipo di vegetazione	Sostanze nutrienti in G/m		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O
Piantagioni e tutti i prati, fuorché quelli paesistici	3	6	3
Prati paesistici	5	10	3

Il concime deve essere distribuito uniformemente, evitando in particolare le sovrapposizioni di strisce, nel caso di spandimento a macchina. Le macchine per lo spandimento del concime devono essere caricate esternamente alla superficie da concimare.

Il concime deve essere introdotto uniformemente nello strato di suolo vegetale rispettando i limiti di lavorabilità dei terreni interessati.

#### **8.3.3.1 Somministrazione di sostanze correttive e ammendanti**

Nel caso sia necessario effettuare interventi di miglioramento della struttura del suolo con l'aggiunta di sostanze correttive (modifica del pH) e ammendanti (modifica della granulometria), si deve realizzare un uniforme mescolamento con l'intero strato vegetale o rispettivamente con il terreno di base fino alla profondità prevista, rispettando in ogni caso i limiti di lavorabilità del suolo.

Nel caso di suoli grezzi e chiusi, privi o assai poveri di struttura e sostanza organica, si deve intraprendere una precoltivazione con sovescio di leguminose, tendente a migliorare la struttura del suolo, mediante l'attivazione di processi microbiologici, l'arricchimento di sostanza organica o di azoto.

Tutte le confezioni e gli involucri dei prodotti utilizzati dovranno essere immediatamente portati fuori dal cantiere ed eliminati in base alle normative vigenti a cura e spese dell'Appaltatore.

#### **8.3.4 Fitofarmaci**

Dovranno essere impiegati solamente in caso di accertata necessità ed essere utilizzati in relazione ad una "soglia minima di intervento" che dovrà essere concordata con la Direzione Lavori

I prodotti da utilizzare (anticrittogamici, insetticidi, diserbanti, ecc.) dovranno essere forniti in contenitori originali e sigillati dalla fabbrica, sui quali sia presente l'indicazione della composizione e della classe di tossicità in rispondenza alla vigente normativa in materia.

Sarà compito dell'Appaltatore seguire in modo scrupoloso tutte le norme vigenti in materia di utilizzo, stoccaggio e conservazione dei prodotti ed assicurare un'adeguata protezione dei prodotti residui.

L'impiego di prodotti di I, II e III classe di tossicità sarà subordinato alle prescrizioni delle normative vigenti in materia. Comunque, si cercherà di preferire i prodotti biologici disponibili sul mercato ai prodotti chimici.

#### **8.3.5 Pacciamatura**

La pacciamatura avrà lo scopo di controllare la crescita di essenze infestanti, di limitare l'evaporazione e traspirazione del terreno e gli sbalzi termici.

La pacciamatura permanente deve essere a base di prodotti biologici a base di corteccia di pino a granulometria differenziata.

### **8.3.6 Materiale vegetale**

Per materiale vegetale si intende tutto il materiale vivo (essenze arboree, arbustive, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrente per l'esecuzione delle lavorazioni di sistemazione a verde.

Sarà compito dell'Appaltatore dare comunicazione alla Direzione Lavori della data in cui il materiale vivaistico verrà trasportato di cantiere.

Il materiale dovrà provenire da una o più Aziende vivaistiche indicate dall'Appaltatore ed accettate dalla Direzione Lavori che, che potrà effettuare sopralluoghi presso i vivai di provenienza allo scopo di scegliere le essenze di migliore aspetto; la Direzione Lavori si riserverà la facoltà di scartare tutte quelle essenze non conformi per morfologia, portamento e fisiologia alle esigenze progettuali e, comunque, non idonee alla realizzazione delle sistemazioni a verde da realizzare.

Le strutture vivaistiche dovranno essere geograficamente dislocate in zone limitrofe o comunque assimilabili da un punto di vista fitoclimatico a quelle di impianto, al fine di garantire la piena adattabilità del materiale vivaistico fornito alle caratteristiche pedologiche e climatiche delle aree di progetto.

Le essenze fornite dovranno esser esenti da malattie crittogamiche, virus ed altri agenti patogeni, da attacchi parassitari (in corso o passati), da deformazioni ed alterazioni di qualsiasi natura che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo ed il portamento tipico della specie, varietà o cultivar.

Le essenze dovranno essere etichettate singolarmente o per gruppi omogenei, con cartellini in materiale plastico ove sia riportato, in modo leggibile ed indelebile, il nome botanico (genere, specie, cultivar) e la località di provenienza facendo attenzione che la loro apposizione non pregiudichi il normale sviluppo delle piante.

Il trasporto di tutte le essenze sarà a cura e spese dell'Appaltatore che dovrà adottare tutte le misure necessarie affinché le essenze prescelte possano giungere sui luoghi stabiliti in condizione di massima efficienza e senza subire alcun danno.

L'Appaltatore dovrà accertarsi che il trasferimento venga effettuato con mezzi, sistemi di protezione e modalità di carico idonei ponendo particolare attenzione affinché rami e corteccia non subiscano danni e che le zolle di terra non si essicchino o si frantumino a seguito di sobbalzi o per il peso di materiali sovrastanti.

Il tempo intercorrente tra il prelievo in vivaio e la messa a dimora definitiva dovrà essere il più breve possibile e comunque tale da non compromettere l'attività fisiologica delle essenze.

La verifica della conformità delle specie e delle varietà delle essenze messe a dimora con quanto previsto in sede progettuale sarà effettuata al più tardi nel corso del primo periodo vegetativo che seguirà l'impianto.

### **8.3.6.1 Tappeto erboso**

La formazione del tappeto erboso dovrà essere effettuata con semina a spaglio o meccanica di seme (secondo le caratteristiche plano-altimetriche del sito) in ragione di 400 Kg di sementi per ettaro.

La semina dovrà essere effettuata previa adeguata preparazione del letto di semina mediante lavorazione del terreno con l'impiego di mezzi meccanici fino alla profondità di cm 20, asporto di eventuali materiali di risulta presenti nel terreno o possibile rinterro di corpi pietrosi, eventuale apporto di terriccio humizzato, concimazione presemina, spandimento manuale o meccanico di adeguato miscuglio di graminacee e leguminose, rastrellatura di copertura del seme, rullatura.

Sarà cura dell'Appaltatore fornire sementi selezionate, di ottima qualità e rispondenti per genere, specie e percentuali a quanto indicato negli elaborati progettuali.

La fornitura dovrà avvenire in confezioni originali, munite di certificazioni di identità ed autenticità e recanti l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data sia di confezionamento che di scadenza, così come stabilito dalle normative vigenti.

Allo scopo di evitare possibili alterazioni o deterioramenti delle sementi l'Appaltatore dovrà provvedere al loro immagazzinamento, fino alla data di seminazione, in locali freschi e privi di umidità.

Il miscuglio dovrà rispondere alle indicazioni progettuali o, in casi particolari, dovrà avvenire secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

La scelta e la formulazione di miscugli non disponibili in commercio, dovrà essere concordata ed avvenire alla presenza della Direzione Lavori. Saranno comunque privilegiate sementi per prati rustici a lenta crescita e ad elevata resistenza alla siccità.

La Direzione Lavori verificherà l'attecchimento e l'omogeneità e continuità del tappeto erboso dopo il secondo taglio che sarà eseguito a cura e spese dell'Appaltatore.

### **8.3.6.2 Essenze arboree**

Le essenze arboree di nuova fornitura dovranno presentare portamento e dimensioni rispondenti alle esigenze progettuali e tipici della specie, della varietà e dell'età al momento della loro messa a

dimora; dovranno, inoltre, essere state specificatamente allevate in funzione dell'impiego previsto (alberature stradali, filari, esemplari isolati od a gruppi, ecc.).

Le essenze dovranno essere caratterizzate da una parte aerea a portamento e forma regolari, da uno sviluppo robusto e non filato che dimostri una crescita non troppo rapida a seguito di un'eccessiva densità di coltivazione in vivaio o a causa di un terreno troppo irrigato o concimato.

Il fusto e le branche principali dovranno essere esenti da deformazioni, capitozzature, ferite di qualsiasi origine e tipo, grosse cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scortecciamenti, legature, ustioni conseguenti ad esposizione al sole, cause meccaniche in genere.

La chioma dovrà presentarsi ben ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e per distribuzione delle branche principali e secondarie.

L'apparato radicale dovrà presentarsi sempre ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane, e dovrà essere racchiuso in zolla rivestita (juta, rete metallica, fitocella, plant-plast, air-plant ecc.) proporzionata in funzione delle dimensioni delle essenze.

Le piante non dovranno mostrare i sintomi di attacchi parassitari in corso o passati.

Le zolle dovranno essere imballate con apposito involucro degradabile (iuta, teli di plastica, ecc.) e rinforzato; nel caso in cui le piante superino i 3-4 metri di altezza, alla zolla dovrà essere applicata una rete metallica ossidabile di protezione, la terra dovrà presentarsi ben compatta, aderente alle radici, priva di crepe evidenti e dovrà presentare una struttura ed una tessitura tali da non determinare condizioni di asfissia.

Il diametro del fusto indicato negli elaborati progettuali dovrà essere misurato a 1m dal colletto, l'altezza dovrà essere proporzionata al diametro sia della chioma che del fusto, secondo le caratteristiche della specie.

Ogni essenza arborea dovrà essere stata sottoposta, in vivaio, ad almeno due trapianti l'ultimo dei quali dovrà essere stato eseguito nel periodo precedente gli ultimi tre cicli vegetativi.

- Nella fornitura dovrà essere compreso:
- lo scavo delle buche che dovranno essere dimensionate in rapporto alle dimensioni, alle caratteristiche ed alle esigenze delle specie prescelte;
- la formazione del drenaggio con ciottoli di fiume o pietrame;
- la concimazione di fondo con letame ben maturo miscelato a terreno vegetale ed a sabbia di fiume;
- la messa a dimora delle essenze; il rinterro;
- l'allontanamento dei materiali di risulta, la fertilizzazione organica o minerale;
- il tutoraggio con pali di pino silvestre trattati a pressione, picchetti di ancoraggio del medesimo materiale e cinghie di plastica ad occhielli;
- la formazione della conca o tazza; la prima annaffiatura;

- la garanzia di attecchimento con relativa manutenzione per mesi 24 comprensiva delle annaffiature, delle eventuali potature di allevamento, dei trattamenti fitosanitari, delle concimazioni e della sostituzione delle piante devitalizzate.

La prima annaffiatura delle piante deve avvenire tassativamente entro il giorno successivo alla loro messa a dimora.

Le essenze fornite a radice nuda, andranno trapiantate esclusivamente nei mesi invernali e dovranno presentare un numero adeguato di radici principali e secondarie: la loro messa a dimora dovrà avvenire nel giro di 2-3 giorni dalla loro preparazione, avendo cura di mantenere il colletto fuori dal terreno: l'unica eccezione riguarda gli esemplari di *Populus nigra* "Italica pyramidalis", i cui astoni vanno piantati in profondità (1-2 m) per porre le loro radici in strati di terreno umido.

Le essenze fornite in zolla devono anch'esse essere messe a dimora entro 2-3 giorni dalla loro zollatura, che dovrà essere avvenuta nel periodo più idoneo che può variare a seconda delle specie dalla stagione invernale (specie caducifoglie) alla tarda primavera (specie sempreverdi, conifere e palmacee).

Particolare cura si dovrà porre durante le operazioni di messa a dimora nel non rovinare o rompere in alcun modo le zolle: in caso contrario, l'Appaltatore dovrà sostituire immediatamente la pianta o le piante le cui zolle avessero subito danni.

Nel caso non fosse possibile, per qualunque ragione, l'immediata messa a dimora delle essenze, l'Appaltatore dovrà, a sue spese, immagazzinare le piante in cantiere avendo cura di proteggere le zolle e le radici, coprendole con terreno sciolto ed irrigando di tanto in tanto per impedirne un'eccessiva disidratazione. Non appena saranno venuti meno gli impedimenti, l'Appaltatore procederà all'immediata messa a dimora delle piante. In ogni caso, restano fermi gli obblighi dell'Appaltatore rispetto alla garanzia di attecchimento.

Le piante fornite in contenitore, possono rimanere immagazzinate in cantiere per brevi periodi, a patto che l'Appaltatore, a sue spese, proceda alla loro manutenzione, in particolare irrigandole secondo necessità e secondo andamento stagionale. Queste piante dovranno presentare un apparato radicale ben sviluppato, che abbia "girato" attorno al pane di terra, ricco di radici capillari, privo di malformazioni e senza strozzature dovute ad un periodo troppo lungo di permanenza nel medesimo contenitore.

Per quanto riguarda le piante allevate per lungo tempo in vaso interrato, queste potranno essere trapiantate esclusivamente durante i mesi invernali.

In ogni caso la Direzione Lavori si riserva di accettare o meno forniture che, a Suo insindacabile giudizio, risultassero non rispondenti ai requisiti richiesti.

Per la definizione delle essenze arboree si rimanda agli elaborati grafici di progetto. L'impresa potrà comunque presentare delle proposte alternative, di qualità almeno equivalente, che la Direzione Lavori si riserva di valutare ed accettare in accordo con la Stazione Appaltante.

### **8.3.6.3 Essenze arbustive**

Le essenze arbustive dovranno presentare chiome equilibrate ed uniformi, dovranno essere caratterizzate, qualunque siano le caratteristiche specifiche (la foglia decidua o sempreverdi) dalla presenza di almeno tre fusti a partire dal colletto, da un portamento non filato e da un apparato radicale ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane.

Le essenze dovranno essere racchiuse in appositi contenitori (Plant-Plast, Air-plant, ecc.) o in zolle che presentino caratteristiche simili a quanto descritto in relazione alle essenze arboree.

I contenitori dovranno essere proporzionati alle dimensioni delle essenze e tali da consentire un adeguato sviluppo dell'apparato radicale con spiccato geotropismo positivo.

Nella fornitura dovrà essere compreso:

- lo scavo delle buche di dimensioni minime di m 0,40 x m 0,40 x m 0,70 e comunque non inferiori al doppio del diametro della zolla della pianta, la formazione del drenaggio con ciottoli di fiume o pietrame;
- la concimazione di fondo con letame ben maturo miscelato a terreno vegetale e sabbia di fiume;
- la messa a dimora delle essenze; il rinterro; l'allontanamento dei materiali di risulta, la fertilizzazione organica o minerale;
- l'eventuale tutoraggio con pali di pino silvestre trattati in autoclave, picchetti di ancoraggio del medesimo materiale e cinghie di plastica ad occhielli;
- la formazione della conca o tazza; la prima annaffiatura;
- la garanzia di attecchimento con relativa manutenzione per mesi 24, comprensiva delle annaffiature, delle eventuali potature di allevamento, dei trattamenti fitosanitari, delle concimazioni e della sostituzione delle piante devitalizzate.

La prima annaffiatura delle piante deve avvenire tassativamente entro il giorno successivo alla loro messa a dimora.

Le essenze fornite in zolla devono anch'esse essere messe a dimora entro 2-3 giorni dalla loro zollatura, che dovrà avvenire nel periodo più idoneo, che può variare a seconda delle specie dalla stagione invernale (specie caducifoglie) alla tarda primavera (specie sempreverdi, conifere e palmacee).

Particolare cura si dovrà porre durante le operazioni di messa a dimora nel non rovinare o rompere in alcun modo le zolle: in caso contrario, l'Appaltatore dovrà sostituire immediatamente la pianta o le piante le cui zolle avessero subito danni.

Nel caso non fosse possibile, per qualunque ragione, l'immediata messa a dimora delle suddette essenze, l'Appaltatore dovrà, a sue spese, immagazzinare le piante in cantiere avendo cura di proteggere le zolle e le radici coprendole con terreno sciolto ed irrigando di tanto in tanto per impedirne un'eccessiva disidratazione. Non appena saranno venuti meno gli impedimenti, l'Appaltatore procederà all'immediata messa a dimora delle piante. In ogni caso, restano fermi gli obblighi dell'Appaltatore rispetto alla garanzia di attecchimento.

Le piante fornite in contenitore, possono rimanere immagazzinate in cantiere per brevi periodi, a patto che l'Appaltatore, a sue spese, proceda alla loro manutenzione, in particolare irrigandole secondo necessità e secondo l'andamento stagionale. Queste piante dovranno presentare un apparato radicale ben sviluppato, che abbia "girato" attorno al pane di terra, ricco di radici capillari, privo di malformazioni e senza strozzature dovute ad un periodo troppo lungo di permanenza nel medesimo contenitore.

Per quanto riguarda le piante allevate per lungo tempo in vaso interrato, queste potranno essere trapiantate esclusivamente durante i mesi invernali.

In ogni caso la Direzione Lavori si riserva di accettare o meno forniture che, a Suo insindacabile giudizio, risultassero non rispondenti ai requisiti richiesti.

Per la definizione delle essenze arbustive si rimanda agli elaborati grafici di progetto. L'impresa potrà comunque presentare delle proposte alternative, di qualità almeno equivalente, che la Direzione Lavori si riserva di valutare ed accettare in accordo con la Stazione Appaltante.

#### **8.3.6.4 Siepi**

Le essenze utilizzate come siepi, dopo un'opportuna potatura di formazione, dovranno essere impiantate in ragione di almeno una ogni 50 cm.

Le essenze dovranno essere fornite in zolla o in apposito contenitore.

Nella fornitura dovrà essere compreso:

il trasporto delle essenze di cantiere;

- lo scavo con sezione a trivella di dimensioni minime di m 0.50 x m 0.50 e comunque di larghezza e profondità almeno doppi rispetto alle dimensioni della zolla delle piante;
- la formazione del drenaggio con ciottoli di fiume o pietrame;
- la concimazione di fondo con letame ben maturo miscelato a terreno vegetale e sabbia di fiume;
- la messa a dimora delle essenze; il rinterro;
- la potatura di formazione; la fertilizzazione organica o minerale; l'allontanamento dei materiali di risulta la prima annaffiatura;
- la garanzia di attecchimento con relativa manutenzione per mesi 36 (trentasei) comprensiva delle annaffiature, delle eventuali potature di allevamento, dei trattamenti fitosanitari, delle concimazioni e della sostituzione

delle piante devitalizzate.

La prima annaffiatura delle piante deve avvenire tassativamente entro il giorno successivo alla loro messa a dimora.

In ogni caso la Direzione Lavori si riserva di accettare o meno forniture che, a suo insindacabile giudizio, risultassero non rispondenti ai requisiti richiesti.

Per la definizione della tipologia delle siepi si rimanda agli elaborati grafici di progetto. L'impresa potrà comunque presentare delle proposte alternative, di qualità almeno equivalente, che la Direzione Lavori si riserva di valutare ed accettare in accordo con la Stazione Appaltante.

### **8.3.6.5 Essenze rampicanti e ricadenti**

Le essenze appartenenti a queste categorie dovranno presentare almeno due forti getti, essere dell'altezza indicata negli elaborati di progetto (dal colletto all'apice vegetativo più lungo) ed essere sempre fornite in vaso attenendosi a quanto indicato dagli elaborati progettuali.

Le essenze utilizzate come rampicanti o ricadenti, dovranno avere una larghezza variabile da m 0.20 a m 0.50 ed altezza variabile da m 1.50 a m 2.00 a seconda delle scelte progettuali.

Nella fornitura dovrà essere compreso:

- il trasporto delle essenze in area di cantiere;
- lo scavo di fosse di dimensioni minime di cm 0.50 x m 0.50 x m 0.70 e comunque di diametro e profondità almeno doppi rispetto alle dimensioni delle zolla delle piante;
- la formazione del drenaggio con ciottoli di fiume o pietrame, la concimazione di fondo con letame ben maturo miscelato a terreno vegetale e sabbia di fiume;
- la messa a dimora delle essenze, il rinterro; la potatura di formazione, la fertilizzazione organica o minerale; l'allontanamento dei materiali risulta;
- l'eventuale tutoraggio o legatura a recinzioni o sostegni preesistenti; la prima annaffiatura;
- la garanzia di attecchimento con relativa manutenzione per mesi 24, comprensiva delle annaffiature, delle eventuali potature di allevamento, dei trattamenti fitosanitari, delle concimazioni e della sostituzione delle piante devitalizzate.

La prima annaffiatura delle piante deve avvenire tassativamente entro il giorno successivo alla loro messa a dimora.

In ogni caso la Direzione Lavori si riserva di accettare o meno forniture che, a suo insindacabile giudizio, risultassero non rispondenti ai requisiti richiesti.

Per la definizione delle essenze rampicanti o ricadenti si rimanda agli elaborati grafici di progetto. L'impresa potrà comunque presentare delle proposte alternative, di qualità almeno equivalente, che la Direzione Lavori si riserva di valutare ed accettare in accordo con la Stazione Appaltante.

### **8.3.6.6 Essenze tappezzanti**

Le essenze tappezzanti dovranno essere fornite in vaso o fitocella o a radice nuda (purché di giovane età e di limitate dimensioni) attenendosi a quanto indicato dagli elaborati progettuali; nel caso di foratura in contenitore le radici dovranno essere pienamente compenstrate nel substrato di coltura e senza fuoriuscita dal contenitore stesso.

Le essenze dovranno essere caratterizzate da un portamento basso e/o strisciante, dovranno presentarsi compatte ed espanse, essere esenti da malattie ed avere un apparato radicale sano e conformato, dovranno, inoltre, presentare una buona capacità di copertura che sarà garantita sia dalla presenza di ramificazioni uniformi che da un'elevata densità di impianto.

Nella fornitura dovranno essere compresi:

- la lavorazione del terreno fino ad una profondità di almeno 40 cm;
- lo scavo delle buche di dimensioni minime di m 0,20 x m 0,20 x m 0,30 e comunque di diametro e profondità almeno doppi rispetto alle dimensioni della zolla delle piante;
- la formazione del drenaggio con ciottoli di fiume o pietrame;
- la concimazione di fondo con letame ben maturo miscelato a terreno vegetale e sabbia di fiume;
- la messa a dimora delle essenze; il rinterro;
- la potatura di formazione; la fertilizzazione organica o minerale; l'allontanamento dei materiali di risulta; la prima annaffiatura;
- la garanzia di attecchimento con relativa manutenzione per mesi 24, comprensiva delle annaffiature, delle eventuali potature di allevamento, dei trattamenti fitosanitari, delle concimazioni e della sostituzione delle piante devitalizzate.

La prima annaffiatura delle piante deve avvenire tassativamente entro il giorno successivo alla loro messa a dimora.

In ogni caso la Direzione Lavori si riserva di accettare o meno forniture che, a Suo insindacabile giudizio, risultassero non rispondenti ai requisiti richiesti.

Per la definizione delle essenze tappezzanti si rimanda agli elaborati grafici di progetto. L'impresa potrà comunque presentare delle proposte alternative, di qualità almeno equivalente, che la Direzione Lavori si riserva di valutare ed accettare in accordo con la Stazione Appaltante.

## **8.4 MODALITÀ ESECUTIVE**

### **8.4.1 Lavorazioni preliminari**

L'appaltatore, prima di procedere alle specifiche lavorazioni del terreno, dovrà provvedere all'abbattimento delle piante da non conservare, al decespugliamento ed all'eliminazione delle

specie infestanti, all'estirpazione delle ceppaie ed allo spietramento superficiale. Devono altresì essere osservate le prescrizioni relative alla salvaguardia delle falde acquifere e degli acquedotti .

#### **8.4.2 Lavorazione del suolo**

L'appaltatore dovrà procedere alle lavorazioni del terreno (fino alla profondità di circa 0,50 m) attraverso l'impiego di mezzi meccanici ed attrezzature specifiche secondo le caratteristiche di lavorazione previste in fase progettuale.

Nel corso di tali lavorazioni dovranno essere rimossi tutti i sassi, le pietre e gli eventuali ostacoli sotterranei che potrebbero impedire la corretta esecuzione delle specifiche lavorazioni. Le lavorazioni dovranno essere effettuate esclusivamente con terreno "in tempera".

Nel caso in cui si riscontrassero ostacoli naturali di rilevanti dimensioni difficilmente rimovibili oppure manufatti sotterranei di qualsiasi natura non segnalati negli elaborati progettuali (cavi, fognature, tubazioni, ecc.), l'Appaltatore dovrà tempestivamente interrompere i lavori e chiedere specifiche istruzioni alla Direzione Lavori

Durante la lavorazione l'Appaltatore dovrà aver cura di non danneggiare la vegetazione arbustiva ed arborea esistente e da mantenere.

Ogni danno conseguente alla mancata osservanza di queste norme dovrà essere riparato o risarcito a cura e spese dell'Appaltatore.

#### **8.4.3 Ammendamento o fertilizzazione di fondo del terreno. Impiego di fitofarmaci e diserbanti**

Dopo aver effettuato le specifiche lavorazioni preliminari, l'Appaltatore dovrà procedere ad incorporare nel terreno tutte le sostanze eventualmente necessarie ad ottenere la correzione, l'ammendamento e la fertilizzazione di fondo dello stesso, dovrà inoltre procedere all'eventuale somministrazione di fitofarmaci e/o di diserbanti.

I trattamenti previsti attraverso l'impiego di prodotti fitofarmaci e/o diserbanti, dovranno essere eseguiti tempestivamente e da personale specializzato che dovrà attenersi per il loro impiego alle istruzioni impartite dalla casa produttrice ed alle normative vigenti in materia, sempre sotto il diretto controllo della Direzione Lavori

Nel caso fosse necessario ricorrere a prodotti fitosanitari di I e D classe, il personale dovrà essere munito di idonea autorizzazione rilasciata dagli Organi Competenti.

L'Appaltatore dovrà adottare tutte le misure preventive atte ad evitare danni alle persone ed alle cose.

#### **8.4.4 Tracciamenti e picchettature**

Prima della messa a dimora delle essenze e dopo aver provveduto a tutte le operazioni di preparazione agraria del terreno, l'Appaltatore dovrà procedere a segnare con picchetti l'esatta collocazione di ciascuna essenza ed a tracciare l'andamento delle siepi.

Non potranno essere iniziate le lavorazioni successive prima che la Direzione Lavori abbia approvato la picchettatura.

#### **8.4.5 Preparazione delle buche e dei fossi**

Le buche ed i fossi necessari alla piantumazione delle specie vegetali, dovranno presentare dimensioni in rapporto alla grandezza delle essenze da mettere a dimora, ovvero circa il doppio del diametro e dell'altezza delle zolle delle piante.

Tutto il materiale proveniente dalle operazioni di scavo, se non riutilizzato o non ritenuto idoneo a giudizio della Direzione Lavori, dovrà essere allontanato dall'area di cantiere e trasportato alla pubblica discarica o su aree autorizzate allo scopo.

Durante le operazioni di preparazione delle buche e dei fossi, l'Appaltatore dovrà assicurarsi che nell'area in cui le essenze svilupperanno gli apparati radicali non siano presenti ristagni di umidità e dovrà provvedere affinché lo scolo delle acque superficiali avvenga in maniera corretta.

Nel caso di terreni argillosi, le superfici di scavo non dovranno presentare superfici lisce, "a specchio", ma dovranno venire scalfite e rimosse con vanga o zappa per consentire alle future radici di penetrare meglio nel terreno.

Dette operazioni devono essere effettuate su terreno "in tempera".

#### **8.4.6 Apporto di terra di coltivo**

Prima di procedere a qualsiasi operazione di impianto o di semina, l'Appaltatore, in accordo con la Direzione Lavori, dovrà verificare che il terreno presente abbia caratteristiche idonee alle piantumazioni da eseguire: in caso contrario si dovrà provvedere all'apporto di terra di coltivo in quantità sufficiente alla formazione di uno strato di spessore adeguato per i diversi impianti da effettuare, ed al riempimento delle buche e dei fossi realizzati per la piantumazione di alberi ed arbusti, curando che vengano frantumate tutte le zolle e gli ammassi di terra.

Il terreno di nuova fornitura, di medio impasto, dovrà esser privo di materiali grossolani quali pietre, radici, etc. e dovrà provenire esclusivamente da sbancamenti superficiali, fino ad un massimo di cm 20 di profondità.

La terra di coltivo rimossa ed accantonata durante le operazioni preliminari di scavo (vedi paragrafo 3.1) sarà utilizzata, in accordo con la Direzione Lavori, insieme a quella apportata.

#### **8.4.7 Preparazione del terreno per la realizzazione di tappeti erbosi**

Per una corretta preparazione del terreno destinato alla formazione di tappeto erboso, l'Appaltatore dovrà eseguire una pulizia delle aree provvedendo alla rimozione di tutti i materiali che possono compromettere la formazione di un letto di terra di coltivo fine ed uniforme.

Dopo aver provveduto alle operazioni descritte ai paragrafi 4.1 e 4.2. il terreno dovrà essere livellato e rastrellato allo scopo di eliminare qualsiasi ondulazione, buca od avvallamento; gli eventuali residui di rastrellatura dovranno essere allontanati tempestivamente dall'area di cantiere.

Dette operazioni devono essere sempre effettuate con terreno "in tempera".

#### **8.4.8 Messa a dimora delle essenze arboree ed arbustive**

L'Appaltatore, prima della messa a dimora delle essenze, dopo aver provveduto all'esecuzione di tutte le operazioni atte a garantire il regolare smaltimento delle acque, dovrà eseguire una lavorazione del terreno consistente in un'aratura a profondità variabile in funzione della tipologia di impianto, in un'erpatura ripetuta fino al completo sminuzzamento o, su superfici di limitate estensioni, in una vangatura, avendo cura in ogni caso di eliminare sassi, pietre o materiali che possano impedire una corretta esecuzione dei lavori.

In occasione delle lavorazioni di preparazione, da effettuarsi sempre su terreno in tempera, prima della messa a dimora delle essenze, saranno effettuate, a cura e spese dell'Appaltatore opportune analisi chimiche del terreno sulla base delle quali la Direzione Lavori potrà procedere all'approvazione della composizione e delle quantità dei prodotti utilizzabili per la realizzazione di una concimazione di fondo da effettuarsi attraverso la somministrazione di idonei fertilizzanti minerali e/o organici.

Oltre alla fertilizzazione di preimpianto, l'Appaltatore dovrà anche effettuare opportune fertilizzazioni in copertura, secondo le indicazioni della Direzione Lavori

Le buche od i fossi necessari per la messa a dimora delle essenze dovranno essere predisposte prima dell'arrivo delle essenze vegetali e presentare dimensioni il più ampie possibili in rapporto alle dimensioni delle essenze da piantumare e comunque, con larghezza e profondità pari almeno a due volte il diametro della zolla.

Durante l'esecuzione delle lavorazioni necessarie alla preparazione delle buche e dei fossi, l'Appaltatore dovrà assicurarsi che non siano presenti ristagni d'acqua in corrispondenza delle aree

di sviluppo delle radici, in caso contrario dovrà provvedere a sua cura e spese attraverso l'esecuzione di idonee opere idrauliche (scoli, drenaggi).

Nel caso in cui, dopo la preparazione delle buche e dei fossi, il terreno non si presenti idoneo all'impianto da effettuare l'Appaltatore, in accordo con la Direzione Lavori, dovrà procedere alla realizzazione di un opportuno substrato di coltivazione.

Prima della messa a dimora delle essenze, la buca dovrà essere parzialmente riempita in modo tale che le essenze possano essere collocate su di uno strato di fondo di spessore adeguato alle dimensioni sia della zolla che dell'apparato radicale delle diverse specie costituito da un vespaio di ciottoli di fiume o pietrame di diversa granulometria ricoperto da uno strato di terreno vegetale misto a letame ben maturo e sabbia di fiume in parti uguali.

Una volta messe a dimora le essenze, ben dritte, si potrà procedere al riempimento delle buche avendo cura di costipare bene il terreno contro le zolle sia sul fondo che di lato, in modo che non rimangano sacche di terra che potrebbero favorire l'insorgenza di patologie radicali. Si dovrà inoltre avere cura che le essenze non presentino radici allo scoperto ne risultino, una volta assestatosi il terreno, interrate al livello del colletto. Tutte queste operazioni andranno effettuate senza danneggiare le zolle o gli apparati radicali delle piante.

A giudizio della Direzione Lavori, prima del riempimento definitivo della buca le alberature che abbiano bisogno di sostegno dovranno essere rese stabili tramite l'utilizzo di pali di sostegno, ancoraggi o legature eseguiti in modo da evitare danni alle piante.

In ogni caso il collegamento tra la pianta ed i sostegni andrà realizzato a regola d'arte attraverso l'impiego di opportuni sistemi di protezione del tronco che tengano conto del successivo sviluppo dell'essenza.

Dopo aver provveduto al riempimento totale delle buche, attorno alla base delle essenze dovranno essere realizzate opportune conche di irrigazione allo scopo di favorire la bagnatura della zolla; si procederà, inoltre, entro il giorno successivo alla messa dimora, ad effettuare un primo annaffiamento che favorirà la ripresa della pianta e faciliterà il costipamento e l'assestamento della terra di coltivo attorno alle radici ed alle zolle.

Sarà cura e onere dell'Appaltatore, nel caso in cui in seguito all'annaffiatura si aprissero buche o avvallamenti nelle conche, di riportare altro terreno vegetale al fine di ripristinare la situazione ottimale.

Infine, in particolare per quelle essenze che saranno fornite a radice nuda o in zolla, potrà essere opportuno, in accordo con la Direzione Lavori, effettuare una leggera potatura o spuntatura dei rami, a seconda delle specie, del periodo dell'anno e dell'andamento stagionale; detta potatura dovrà

essere più forte sulle piante fornite a radice nuda, per riequilibrare la chioma all'apparato radicale residuo. In seguito alle potature si dovrà procedere, a spese dell'Appaltatore, alla disinfezione dei tagli con prodotti fungistatici ed alla loro protezione con mastici naturali.

La messa a dimora delle essenze arboree ed arbustive, in accordo con la Direzione Lavori, potrà essere effettuata in un periodo dell'anno giudicato idoneo dall'Appaltatore che rimarrà comunque responsabile del buon attecchimento e sarà tenuto alla sostituzione delle fallanze e delle essenze che per qualsiasi ragione non avessero attecchito.

Lo spostamento di alberature in altro sito avverrà con la tecnica dell'incassamento ovvero operando la preparazione delle zolle nel periodo idoneo (primavera) lasciando le piante nella loro sede con la zolla preparata e racchiusa da una cassa di legno o da una rete metallica da apposito telo per poi spostarle durante il successivo periodo invernale.

Questa tecnica consente alla pianta di produrre un buon capillizio radicale all'interno della zolla preparata, sufficiente alla pianta stessa, per l'assorbimento dell'acqua e degli elementi nutritivi nel momento in cui verrà trapiantata e quindi perderà buona parte delle radici profonde o del fittone.

#### **8.4.9 Messa a dimora delle essenze tappezzanti, erbacee, rampicanti o ricadenti**

La messa a dimora di tali essenze dovrà avvenire dopo la realizzazione di buche e fossi realizzate in funzione delle dimensioni delle zolle o dei contenitori di fornitura.

La preparazione delle buche e le modalità di messa a dimora dovranno essere analoghe a quanto descritto nel paragrafo 4.8.

L'Appaltatore sarà tenuto a completare la piantumazione di essenze rampicanti o ricadenti legandone i getti, dove necessario, ad apposite strutture di sostegno o alle recinzioni previste in fase progettuale, in maniera tale da guidarne lo sviluppo ed ottenere i migliori risultati in relazione agli scopi delle piantumazioni.

#### **8.4.10 Formazioni del tappeto erboso**

La formazione del tappeto erboso, dovrà avvenire dopo la messa a dimora di tutte le essenze (in particolar modo di quelle arboree, arbustive e tappezzanti) e dopo la realizzazione di tutte le opere murarie, delle attrezzature e degli arredi previsti dal progetto.

Dopo aver provveduto alla lavorazione superficiale del terreno, mediante aratura a 20-25 cm ed erpicatura incrociata, sempre con terreno "in tempera", si dovrà provvedere all'eliminazione dal terreno, di tutti i materiali estranei ed i ciottoli eventualmente presenti; successivamente si procederà alla somministrazione di fertilizzanti e presemina ad alto titolo di fosforo.

Le quantità e le caratteristiche di tali fertilizzanti verranno concordati di volta in volta con la Direzione Lavori in base alle risultanze delle analisi chimiche del terreno effettuate a cura ed a spese dell'Appaltatore.

La semina dovrà essere effettuata a spaglio manuale, in aree inaccessibili ai mezzi meccanici, o meccanica e dovrà effettuarsi in condizioni stagionali ottimali, l'Appaltatore dovrà, inoltre, provvedere alla risemina in corrispondenza di tutte le aree dove la germinazione non dovesse risultare regolare ed uniforme.

A semina eseguita, dovrà essere effettuata la ricopertura del seme mediante l'utilizzo di rastrelli a mano o di erpici, il terreno dovrà quindi essere rullato in modo leggero con apposita attrezzatura e si dovrà procedere ad una tempestiva irrigazione.

Successivamente verranno somministrati in copertura concimi ad alto titolo di azoto a lenta cessione (titolo indicativo 20-10-10) durante la stagione primaverile e concimi ad alto titolo di potassio (titolo indicativo 10-5-20) durante la stagione autunnale.

La somministrazione dei fertilizzanti dovrà essere effettuata con apposito macchinario manuale o trainato ed il riempimento della tramoggia dovrà svolgersi al di fuori del tappeto erboso, su un'area cementata o pavimentata.

A lavorazioni ultimate ed alla data di collaudo il grado di copertura dovrà risultare a densità uniforme e non dovrà presentare vuoti, non dovrà riscontrarsi la presenza di erbe infestanti o sassi superiore ai limiti di tolleranza, il tappeto erboso dovrà essere esente da malattie e non dovranno riscontrarsi avvallamenti dovuti all'assestamento del terreno o ad altre cause.

## **8.5 CONTROLLI DI QUALITA'**

L'Appaltatore non è tenuto a redigere il Piano di Qualità di questa lavorazione. Peraltro si evidenzia che a suo carico permangono comunque gli obblighi descritti nei capitoli precedenti della presente Sezione di Capitolato.

### **8.5.1 Controlli e certificazione materiali**

L'Appaltatore deve qualificare le fonti di approvvigionamento, documentare la rispondenza ai requisiti di Capitolato attraverso analisi e prove, garantire l'identificazione e la rintracciabilità dalla fase di fornitura a quella di posa in opera dei seguenti materiali:

- terreno vegetale
- terriccio humizzato
- acqua
- fertilizzanti
- fitofarmaci

- materiali per la pacciamatura ed il tutoraggio
- materiale vegetale

Per materiale vegetale si intende tutto il materiale vivo occorrente per l'esecuzione delle lavorazioni a verde quali essenze arboree, arbustive, tappezzanti, sementi, etc.

#### **8.5.1.1 Qualifica del terreno vegetale**

Il terreno in sito dovrà essere qualificato per accertarne le caratteristiche intrinseche e verificarne l'idoneità al tipo di intervento progettato. Analogamente dovrà essere qualificato il terreno importato da aree di scavo comprese nel lotto di lavori di pertinenza o proveniente da cave esterne. Il materiale dovrà essere accompagnato da idoneo certificato che permetta l'identificazione e la correlazione con i requisiti accertati attraverso analisi e prove di laboratorio. Le analisi e le prove di laboratorio necessarie per la qualifica del terreno saranno indicate per tipologia e frequenza della Direzione Lavori. Esse dovranno essere spedite presso una stazione di chimica agraria riconosciuta.

#### **8.5.1.2 Qualifica dell'acqua per irrigazione**

L'acqua utilizzata per l'irrigazione dovrà essere analizzata presso un laboratorio ufficiale che effettuerà periodicamente i prelievi e le analisi chimico-fisiche del tipo e con la frequenza richiesti della Direzione Lavori

Le analisi andranno ripetute ogni volta che sia cambiata la fonte di approvvigionamento.

Le forniture effettuate mediante autocisterna dovranno essere accompagnate da idonea bolla di carico che permetta di identificare la fonte di approvvigionamento qualificata.

#### **8.5.1.3 Qualifica dei fertilizzanti**

I fertilizzanti sia organici che minerali dovranno provenire da fornitore qualificato dall'Appaltatore e notificato alla Direzione Lavori

I prodotti dovranno essere accompagnati da certificato di origine del produttore che indichi le caratteristiche fisico-chimiche ed il relativo titolo.

I prodotti dovranno essere conservati negli involucri originali di fabbricazione.

I concimi organici debbono essere raccolti presso luoghi o fornitori autorizzati dalla Direzione Lavori

Il letame deve aver subito un processo di maturazione di almeno 8 mesi in concimaia; il criterio di accettazione per tale materiale si baserà sulle caratteristiche seguenti: deve essere inodore, non deve emettere liquidi e deve avere l'aspetto di un terriccio.

#### **8.5.1.4 Qualifica dei fitofarmaci**

I fitofarmaci sia chimici che biologici dovranno provenire dal fornitore qualificato dall'Appaltatore e notificato alla Direzione Lavori

I prodotti dovranno essere accompagnati da certificato di origine del produttore che indichi la composizione e la classe di tossicità in rispondenza alla vigente normativa in materia.

I prodotti dovranno essere forniti in contenitori originali e sigillati dalla fabbrica. Tali prodotti dovranno essere conservati in luoghi chiusi e protetti.

#### **8.5.1.5 Qualifica dei materiali per la pacciamatura ed il tutoraggio**

Tali materiali sia naturali che artificiali dovranno essere approvvigionati presso fornitori qualificati dall'Appaltatore e notificati per tempo alla Direzione Lavori. Questa potrà richiedere la campionatura dei materiali e prescrivere specifiche analisi sui prodotti biologici.

#### **8.5.1.6 Qualificazione e controlli per il materiale vegetale**

Tutto il materiale vegetale, incluso le sementi, sarà approvvigionato presso aziende vivaistiche qualificate dall'Appaltatore ed approvate dalla Direzione Lavori

Le essenze prescelte dovranno essere identificate con apposita etichettatura presso il vivaio ed essere ispezionate da un rappresentante della Direzione Lavori prima del prelievo e la messa a dimora definitiva.

La Direzione Lavori si riserverà la facoltà di scartare tutte le essenze non idonee per morfologia, portamento e fisiologia alle sistemazioni a verde da realizzare. La verifica del diametro del fusto indicato negli elaborati di progetto dovrà essere misurata a m 1.00 dal colletto. Le essenze scartate dovranno essere immediatamente separate da quelle giudicate idonee o comunque identificate con apposito cartellino nel caso di essenze arboree allevate a terra.

La fornitura delle sementi dovrà avvenire in confezioni originali, munite di certificazioni di origine del produttore recanti l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di confezionamento e di scadenza. La scelta e la formulazione di miscugli non disponibili in commercio dovrà essere concordata ed avvenire alla presenza della Direzione Lavori

Le sementi dovranno essere conservate nelle confezioni originali in locali freschi e privi di umidità fino alla seminagione.

Dovranno essere identificate anche le essenze presenti nelle aree d'intervento riportando su un'apposita planimetria l'esatta ubicazione, la specie, le dimensioni. Nel caso che tali essenze

vengano spostate in altro luogo occorre che sia garantita la rintracciabilità e l'identificazione fino alla messa a dimora definitiva.

### **8.5.2 Controlli sulle operazioni preliminari**

Il Responsabile di Controllo Qualità prima che si proceda ai lavori di piantumazione e messa a dimora dovrà verificare per ciascuna area di intervento che siano state correttamente ultimate le lavorazioni preliminari quali:

- rimozione della vegetazione esistente e protezione delle specie da conservare;
- preparazione del suolo incluso la somministrazione di sostanze correttive e ammendanti e l'apporto di terra da coltivo;
- tracciamento e picchettatura dell'area al fine d'individuare l'esatta collocazione delle essenze e l'andamento delle siepi;
- predisposizione dei drenaggi, fossi e canali di scolo per lo smaltimento delle acque meteorologiche;
- preparazione delle buche e dei fossi per la messa a dimora delle essenze.

### **8.5.3 Controlli sulla messa a dimora di essenze arboree ed arbustive**

In questa fase l'Appaltatore dovrà verificare presso le aree della messa a dimora che le essenze arboree e arbustive siano in buone condizioni, che siano identificate e quindi corrispondenti alle specie previste dal progetto e prescelte presso i vivai dal rappresentante della Direzione Lavori. Le essenze fornite a radice nuda dovranno essere impiantate entro 24 ore dall'arrivo.

Le piante danneggiate nelle fasi di trasporto o di messa a dimora e comunque non giudicate conformi per qualità e caratteristiche dovranno immediatamente essere trasportate in un'area di segregazione preventivamente individuata.

Prima della messa a dimora l'Appaltatore verificherà che:

- le dimensioni delle buche e dei fossi siano adeguate alle dimensioni delle essenze;
- sia stato predisposto il drenaggio di fondo delle buche e dei fossi;
- sia stato eseguito il parziale riempimento delle buche e dei fossi con terreno vegetale misto a letame maturo e sabbia.

Dopo la messa a dimora l'Appaltatore verificherà che:

- le essenze siano ben sistemate e che risultino dritte e con il colletto posto all'altezza del ricoprimento definitivo;
- il terreno di riempimento sia adeguatamente costipato;
- siano predisposte le conche di irrigazione;
- siano eseguiti i tutoraggi con opportuni collegamenti tra il tronco ed il sostegno;
- sia effettuato il primo annaffiamento entro le 24 ore dalla messa a dimora;
- sia rinalzato il terreno circostante a seguito dell'assestamento del riempimento;
- siano sostituite le fallanze.

#### **8.5.4 Controlli sulla semina per formazione di tappeto erboso**

La semina per la formazione del tappeto erboso dovrà avvenire dopo la messa a dimora di tutte le essenze e dopo la realizzazione di tutte le opere murarie ed impiantistiche previste dal progetto. In particolare l'Appaltatore verificherà tutte le fasi di lavorazione quali:

- aratura del terreno;
- erpicatura incrociata;
- rimozione dei materiali estranei;
- interrimento di ciottoli e pietre;
- somministrazione presemina di fertilizzanti;
- semina;
- ricopertura;
- irrigazione;
- somministrazione di concimi in copertura.

Successivamente sarà verificato il grado di copertura delle aree trattate che dovrà risultare uniforme e senza vuoti. Nelle aree dove la germinazione non dovesse risultare regolare ed uniforme dovrà effettuarsi una risemina nelle condizioni stagionali più adatte.

L'Appaltatore verificherà inoltre che siano state poste in opera le geostuoie in conformità a quanto indicato dal progetto in corrispondenza delle scarpate dei rilevati e delle trincee.

#### **8.5.5 Controlli sulla manutenzione delle opere a verde**

Il periodo e le modalità di manutenzione sono indicate in precedenti punti del presente documento.

L'Appaltatore dovrà verificare che le operazioni di manutenzione siano effettuate nelle stagioni adatte e con la frequenza prevista. Tali verifiche saranno registrate su relativo certificato consegnato alla Direzione dei Lavori, secondo la periodicità degli interventi indicati in precedenza.

Ove ritenesse necessario l'Appaltatore potrà predisporre ed utilizzare delle schede di controllo frazionando le attività e l'estensione delle aree da sovrintendere. In questo caso le schede impiegate andranno raccolte ed allegate alla documentazione presentata alla Direzione dei Lavori. I controlli da registrare riguarderanno la corretta esecuzione delle seguenti operazioni:

- Scerbatura
- Irrigazione
- Sarchiatura
- Concimazione
- Ripristino conche e rincalzature
- Sistemazione danni da erosione
- Ripristino verticalità e tutoraggio piante
- Sostituzione fallanze

COMPLETAMENTO DELLE OPERE A SERVIZIO DEL NUOVO POLO SPORTIVO

- Potatura e spollonatura
- Areazione e taglio dei prati
- Accertamento di fitopatie o anomalie vegetative.

## **9 OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE**

### **9.1 INQUADRAMENTO GENERALE**

#### **9.1.1 Oggetto dell'intervento**

Tutte le opere descritte in questo capitolo dovranno essere eseguite da personale altamente qualificato.

In linea generale, le tipologie previste di impermeabilizzazione riguardano l'impermeabilizzazione della faccia controterra del nuovo muro di sostegno del rilevato stradale latitante il cortile camere mortuarie dell'ospedale civico, da eseguirsi con guaina bituminosa.

#### **9.1.2 Normativa di riferimento**

Le guaine per impermeabilizzazioni debbono soddisfare, unitamente a materiali della stratigrafia che compongono, tutte le prescrizioni ed i requisiti previsti dagli elaborati di progetto; inoltre tutte le opere devono essere conformi alle ultime edizioni delle norme applicabili per i materiali in oggetto e, in particolare, le seguenti:

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| UNI 5613-1999           | Elastomeri - Prove su crudi e vulcanizzati - Determinazione del contenuto dei criteri   |
| UNI 7992:1979           | Elastomeri - Materie prime ed ingredienti - Acido stearico per mescolanze di controllo - Requisiti e prove                                      |
| UNI ISO 9298:2011       | Elastomeri: materie prime ed ingredienti - Ossido di zinco - Metodi di prova  |
| UNI 7994:1979+A249:1988 | Elastomeri - Materie prime ed ingredienti - N - terz - butil 2 - benzotiazilsulfenammide (TBBS) per mescolanze di controllo - Requisiti e prove |
| UNI 8035:1994           | Elastomeri - Materie prime ed ingredienti - Nero di carbonio - Determinazione della resistenza alla rottura dei singoli grani                   |
| UNI 8202-20:1987        | Edilizia. Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione del coefficiente di dilatazione termica lineare.                                    |
| UNI 8818:1986           | Membrane per impermeabilizzazione. Classificazione descrittiva del prodotto.  |
| UNI 9168-2:1992         | Membrane complementari per impermeabilizzazione. Limiti di accettazione dei tipi con armatura carta feltro o vetro velo.                        |
| UNI ISO 1407:2009       | Determinazione dell'estratto per mezzo di solventi.   |

- UNI ISO 7781:2008 Gomma grezza stirene - butadiene - Determinazione del contenuto di sapone ed acido organico
- UNI ISO 6101-1:2005 Gomma – Determinazione del contenuto di metallo mediante spettrometro ad assorbimento atomico. Parte 1: determinazione del contenuto di zinco.
- UNI EN 13859-1:2010 Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Definizioni e caratteristiche dei sottostrati. Parte 1 : sottostrati per coperture discontinue.
- UNI EN 13859-2:2010 Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Definizioni e caratteristiche dei sottostrati. Parte 2 : sottostrati murari.
- UNI EN 13948:2007 Membrane flessibili per impermeabilizzazione. Membrane bituminose di materiale plastico e di gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione della resistenza alla penetrazione delle radici.
- UNI EN 13969:2007 Membrane flessibili per impermeabilizzazione. Membrane bituminose destinate a impedire la risalita di umidità dal suolo. Definizioni e caratteristiche.
- UNI EN 14967:2006 Membrane flessibili per impermeabilizzazione. Membrane bituminose per muratura destinate ad impedire la risalita dell'umidità. Definizioni e caratteristiche

## **9.2 MATERIALI**

### **9.2.1 Membrana in bitume-polimero**

Impermeabilizzazione di superfici verticali controterra con membrana bitume-polimero-elastoplastomerica dello spessore di mm. 4.

La membrana sarà a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, armata con tessuto non tessuto di poliestere isotropo a filo continuo, ad alta resistenza, applicate in opera a fiamma mediante rinvenimento del rivestimento in catrame che funge da adesivo al supporto, e con giunti sormontati di almeno cm. 10 saldati a fiamma fino a leggero rifluimento del bitume, con bruciatore a gas propano, previa applicazione di primer bituminoso di ancoraggio, a base di bitume ossidato, additivi e solventi, in ragione di 200 gr./m<sup>2</sup>.

Poichè le giunzioni rappresentano gli elementi critichi delle impermeabilizzazioni con membrane bituminose, la posa della seconda avverrà con giunti disposti nello stesso senso rispetto a quelli

della prima, ma posizionati al centro dei teli sottostanti, al fine di allungare al massimo l'ipotetico percorso dell'acqua di infiltrazione tra le due membrane prima di raggiungere la giunzione dell'ultima posta a protezione della copertura.

La membrana sarà classificata in Euroclasse E di reazione al fuoco (EN13501-1), avrà una resistenza a trazione (EN12311-1) L./T. di 850/750 N/50 mm, un allungamento a rottura (EN 12311-1) L./T. del 50/50%, una resistenza alla lacerazione (EN12310-1) L/T di 200/200 N, una resistenza al punzonamento dinamico (EN 12691 metodo A) di 1.250 mm, una resistenza al punzonamento statico (EN 12730) di 20 kg, una stabilità dimensionale a caldo (EN1107-1) L/T del -0,3%/+0,3%, una flessibilità a freddo (EN1109) di -20°C ed una tenuta al calore a caldo (EN1110) di 140°C.

### **9.2.2 Elementi a completamento delle impermeabilizzazioni**

A corollario e completamento degli strati di impermeabilizzazione, si descrivono qui di seguito gli elementi integrativi, così come previsti negli elaborati architettonici di dettaglio:

## **9.3 MODALITÀ ESECUTIVE**

### **9.3.1 Verifiche preliminari**

Prima di dar corso all'esecuzione delle opere ci si dovrà accertare della buona esecuzione dei sottofondi, che siano state rispettate le pendenze di progetto e che i piani di posa, sia verticali che orizzontali, siano perfettamente asciutti, privi di asperità o di quant'altro possa compromettere la perfetta esecuzione delle opere.

### **9.3.2 Norme generali per la corretta posa**

Le impermeabilizzazioni dovranno essere eseguite con la maggior accuratezza possibile specialmente in vicinanza di fori, passaggi, cappe, ecc. così da evitare comunque ogni infiltrazione d'acqua.

Il manto impermeabile deve risultare integro, non deve dar luogo a fessurazioni, infiltrazioni di umidità od a qualsiasi altro difetto che ne possa compromettere la funzionalità.

L'esecuzione delle opere dovrà essere conforme alle prescrizioni di progetto ed alle indicazioni impartite, caso per caso, dalla Direzione Lavori.

Prima di dar corso all'esecuzione delle opere ci si dovrà accertare della buona esecuzione dei sottofondi, che siano state rispettate le pendenze di progetto e che i piani di posa, sia verticali che orizzontali, siano perfettamente asciutti, privi di asperità o di quant'altro possa compromettere la perfetta esecuzione delle opere.

Sarà comunque da evitare l'incollaggio di manti impermeabili ad una temperatura inferiore ai 5°C o in presenza di una umidità relativa superiore a 80% per evitare saldature imperfette che consentirebbero facili infiltrazioni d'acqua.

### **9.3.3 Preparazione delle superfici da impermeabilizzare**

Le superfici da impermeabilizzare dovranno essere il più possibile regolari su tutta la loro estensione ed essere lisce, coerenti, esenti da asperità o avvallamenti allo scopo di permettere il totale deflusso dell'acqua ed evitare fenomeni di rottura per punzonamento.

Gli spigoli e gli angoli dovranno essere arrotondati con un raggio di circa 6÷8 cm; eventuali riporti di malta cementizia devono risultare ben aderenti al supporto.

Prima della stesa delle guaine, la superficie dovrà essere preparata mediante imprimitura con idoneo primer bituminoso, in quantità di circa 0,2÷0,3 l/m<sup>2</sup> e comunque variabile con il grado di porosità del supporto stesso.

Durante la realizzazione e la rifinitura di una superficie impermeabile si dovrà curare al massimo la pulizia del cantiere e tutelare l'integrità del manto. Si dovrà evitare di lasciare sbaffi di calcestruzzo, pezzi di ferro o altri oggetti e spigoli che potrebbero penetrare nei manti.

Tutte le superfici da impermeabilizzare dovranno comunque essere asciutte, stagionate, lisce e prive di boiaccia, detriti, terriccio, ecc.

Le guaine dovranno essere risvoltate per almeno 8÷10 cm sulla testa del muro ed ivi saldate accuratamente, per evitare infiltrazioni al retro dello strato impermeabile.

In corrispondenza dell'incrocio del nuovo muro con quello esistente della recinzione dell'ospedale la guaina dovrà essere risvoltata almeno di 30 cm sulla vecchia parete, realizzando nel punto di intersezione un giunto ad  $\Omega$  per evitare possibili strappi in caso di reciproco movimento tra vecchia e nuova struttura.

Per le pose attenersi scrupolosamente alle indicazioni e specifiche dei singoli produttori.

Il manto impermeabile così ottenuto dovrà essere protetto mediante applicazione soprastante di membrana bugnata in polietilene ad alta densità, per evitare rischi di rottura durante il riempimento a tergo del muro e con funzione antiradice.

## **9.4 CRITERI DI ACCETTAZIONE**

### **9.4.1 Criteri di collaudo**

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se rispondono a quanto prescritto al punto relativo ai materiali da utilizzare ed al punto relativo alle modalità di posa.

Dovrà essere verificata la rispondenza delle opere eseguite a quanto richiesto nei disegni di progetto, sia per quanto riguarda le sagome, le pendenze e l'esattezza delle misure.

Si dovrà accertare, inoltre, che il manto sia integro, non abbia dato luogo a fessurazioni, formazioni di borse, infiltrazioni di umidità ristagni d'acqua od a qualsiasi altro difetto.

Non saranno accettate impermeabilizzazioni che presentino una qualsiasi, anche minima inosservanza alle norme sopra indicate ed a quanto altro precisato e/o disposto nella presente specifica.

Dovranno inoltre essere presentati dei certificati di prova indicanti le caratteristiche dinamico-fisiche richieste per manti impermeabilizzanti.

#### **9.4.2 Verifiche in corso d'opera**

E' facoltà della Direzione Lavori far eseguire prove e collaudi sui materiali da utilizzare per l'esecuzione delle opere di cui alla presente specifica al fine di verificare la rispondenza tra le caratteristiche fisico tecniche dei materiali stessi e le richieste di progetto.

Sia il collaudo della tenuta dell'impermeabilizzazione, a posa terminata, che le prove sui materiali dovranno essere eseguiti nel rispetto di leggi, decreti, regolamenti ministeriali vigenti nonché secondo le indicazioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

E' facoltà della direzione lavori richiedere un test di tenuta all'acqua.

Nel caso si dovessero riscontrare difformità rispetto a quanto previsto nella presente specifica o nei disegni di progetto, l'Appaltatore dovrà immediatamente procedere alla sostituzione dei materiali non idonei ed al rifacimento delle opere eseguite in modo difforme, secondo le istruzioni della Direzione Lavori. Il tempo necessario per la sostituzione o il rifacimento delle opere, non potrà essere calcolato in aggiunta ai tempi previsti nel programma dei lavori.

In contraddittorio tra l'Appaltatore e la Committente dovrà essere effettuata un'ulteriore verifica dei lavori consistente nella ricognizione completa delle opere eseguite con l'annotazione di tutti i difetti riscontrati e le difformità rispetto ai disegni di progetto ed alla presente specifica e la redazione di un verbale nel quale sarà indicato il termine entro il quale l'Appaltatore dovrà provvedere all'eliminazione dei difetti o delle difformità riscontrate.

Se entro tale termine l'Appaltatore non avrà provveduto all'esecuzione delle opere richieste la Direzione Lavori si riserverà la facoltà di far eseguire direttamente i lavori di rifacimento addebitandone i costi relativi all'Appaltatore.

### **9.4.3 Garanzia dell'opera**

Sia i manti impermeabili che le opere complementari d'impermeabilizzazione in genere dovranno essere garantiti dall'Appaltatore per non meno di 10 anni, decorrendo tale termine dalla data di collaudo e di accettazione definitiva dell'opera.

Qualora entro tale termine dovessero venire lamentati difetti di impermeabilità delle opere eseguite o degradazioni e difetti di qualunque genere (rigonfiamenti, crepe, fessurazioni, scollaggi) le cui cause fossero attribuibili all'Appaltatore, questi dovrà provvedere, a proprie spese, entro il termine massimo di 7 (sette) giorni, a ripristinare la completa efficienza dell'impermeabilizzazione, nonché provvedere alla riparazione dei danni conseguenti ai guasti verificatisi.

La valutazione dei danni, in caso di disaccordo, sarà affidata ad un perito nominato dal Presidente di Tribunale competente per giurisdizione.