



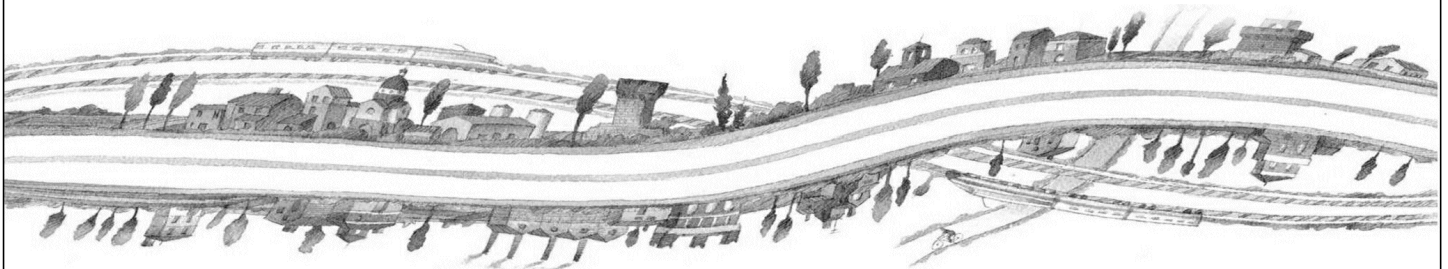
# AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22 AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

CODICE C.U.P. E81B08000060009

## PROGETTO DEFINITIVO

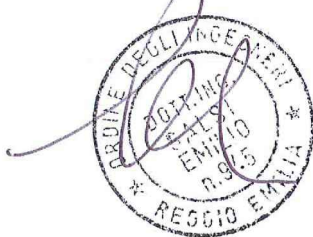
### AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA - PARTE GENERALE ELABORATI GENERALI

#### CAPITOLATO SPECIALE: NORME TECNICHE OPERE CIVILI



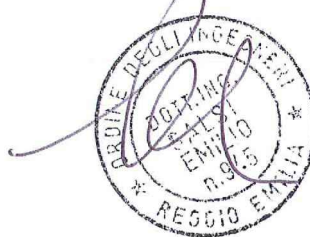
IL PROGETTISTA

Ing. Emilio Salsi  
Albo Ing. Reggio Emilia n°945



RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Emilio Salsi  
Albo Ing. Reggio Emilia n° 945



IL CONCESSIONARIO

Autostrada Regionale  
Cispadana S.p.A.  
IL PRESIDENTE  
Graziano Pettuzzi

G										
F										
E										
D										
C										
B										
A	17/04/2012	Emissione				SALSI	Salsi	Salsi		
REV.	DATA	DESCRIZIONE				REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE		
IDENTIFICAZIONE ELABORATO										DATA: Maggio 2012
NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.	SCALA:
0004	PD	0	000	00000	0	GE	KS	01	A	-

## INDICE

0.	SEZ. 00 "DISPOSIZIONI GENERALI DI CONTROLLO" .....	5
1.	SEZ. 01 "QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI" .....	6
1.1.	CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE E CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI...6	
1.2.	PROVE DI CONTROLLO DEI VARI MATERIALI .....	11
2.	SEZ.02 "BONIFICA ORDIGNI BELLCI" .....	13
2.1.	DEFINIZIONI.....	13
2.2.	PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI.....	13
2.3.	PRESCRIZIONI ESECUTIVE.....	15
2.4.	ELIMINAZIONE DEGLI ORDIGNI, SOSTANZE E MATERIALI BELLCI.....	18
3.	SEZ. 03 "MOVIMENTO TERRA E RINTERRI" .....	19
3.1.	DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI.....	19
3.2.	PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI.....	19
4.	SEZ. 04 "DEMOLIZIONI" .....	67
4.1.	GENERALITÀ.....	67
5.	SEZ. 05 "MURATURE" .....	70
5.1.	MURATURE.....	70
5.2.	PARETI IN CARTONGESSO .....	81
5.3.	MALTE.....	86
5.4.	INTONACI.....	87
6.	SEZ. 06 "ACCIAIO DA CARPENTERIA" .....	91
6.1.	GENERALITÀ.....	91
6.2.	COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI.....	92
6.3.	COLLAUDO DIMENSIONALE E DI LAVORAZIONE .....	92
6.4.	MONTAGGIO.....	93
6.5.	PROVE DI CARICO E COLLAUDO STATICO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO.....	94
7.	SEZ. 07 "VERNICIATURE OPERE IN ACCIAIO" .....	95
7.1.	GENERALITÀ.....	95
8.	SEZ. 08 "CALCESTRUZZO, ACCIAI PER C.A./C.A.P. CARPENTERIE E CASSERI" .....	106
8.1.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	106
8.2.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI I CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	107
8.3.	QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	110
8.4.	CONTROLLI IN CORSO D'OPERA.....	118
8.5.	DURABILITÀ DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	121
8.6.	TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE.....	122
8.7.	MANUFATTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO, NORMALE O PRECOMPRESSO.....	137
8.8.	CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE.....	137
8.9.	ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.....	138
8.10.	TRATTAMENTI PROTETTIVI PER STRUTTURE IN C.A. E C.A.P.....	144
9.	SEZ. 09 "DIAFRAMMI E PALANCOLATI" .....	145
9.1.	GENERALITÀ.....	145
9.2.	DIAFRAMMI IN CEMENTO ARMATO.....	146
9.3.	PALANCOLATI.....	146
9.4.	TOLLERANZE GEOMETRICHE .....	146
9.5.	PREPARAZIONE DEI PIANI DI LAVORO.....	147
9.6.	MATERIALI.....	148
9.7.	MODALITÀ ESECUTIVE.....	151
9.8.	SPECIFICA DI CONTROLLO.....	153
10.	SEZ. 10 "PALI" .....	160
10.1.	CLASSIFICAZIONE.....	160

10.2.	DEFINIZIONE .....	160
10.3.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	161
10.4.	PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO.....	162
10.5.	PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO.....	162
10.6.	TIPOLOGIE ESECUTIVE .....	169
10.7.	PROVE DI CARICO .....	179
10.8.	SPECIFICA DI CONTROLLO.....	188
11.	SEZ. 11 "PONTI – VIADOTTI - SOTTOVIA" .....	196
11.1.	GENERALITÀ.....	196
11.2.	PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI.....	196
11.3.	PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI.....	197
11.4.	APPARECCHI D'APPOGGIO.....	200
11.5.	GIUNTI DI DILATAZIONE.....	228
11.6.	DISPOSITIVI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE DAGLI IMPALCATI DELLE OPERE D'ARTE .....	230
11.7.	SOTTOVIA.....	230
11.8.	SPECIFICA DI CONTROLLO.....	231
11.9.	SPALLE, PILE, IMPALCATI.....	231
11.10.	IMPALCATI E OPERE ACCESSORIE E COMPLEMENTARI IN ACCIAIO .....	231
11.11.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	232
11.12.	CONTROLLI SUI MATERIALI.....	232
11.13.	APPARECCHI DI APPOGGIO.....	235
12.	SEZ. 12 "IMPERMEABILIZZAZIONE DI MANUFATTI IN CLS" .....	236
12.1.	GENERALITÀ.....	236
12.2.	MANTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE REALIZZATO CON MEMBRANA ELASTICA CONTINUA IN MATERIALE SINTETICO EPOSSIPOLIURETANICO SPRUZZATA IN OPERA.....	237
12.3.	GUAINE BITUMINOSE.....	239
12.4.	MEMBRANE ELASTICHE .....	241
12.5.	CAPPA DI MASTICE DI ASFALTO SINTETICO .....	244
12.6.	MANTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE CONTINUO REALIZZATO IN OPERA CON BITUME MODIFICATO CON ELASTOMERI ED ARMATO CON TESSUTO NON TESSUTO.....	247
12.7.	VERNICI BICOMPONENTI IN CATRAME E RESINE EPOSSIDICHE.....	248
12.8.	SPECIFICHE DI CONTROLLO.....	251
12.9.	PROVE DI ACCETTAZIONE.....	251
12.10.	CONTROLLI SULLA POSA IN OPERA.....	252
12.11.	WATER-STOP.....	253
13.	SEZ. 13 "PAVIMENTAZIONI" .....	255
13.1.	GENERALITÀ.....	255
13.2.	STRATI DI FONDAZIONE O SOTTOFONDAZIONE .....	261
13.3.	LEGANTI BITUMINOSI E LORO MODIFICATI.....	272
13.4.	CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO.....	282
13.5.	CONGLOMERATI BITUMINOSI RIGENERATI IN SITO O IN IMPIANTO.....	307
13.6.	CONTROLLO REQUISITI PRESTAZIONALI DI ACCETTAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI.....	314
13.7.	DRENAGGI.....	319
14.	SEZ. 14 "BARRIERE DI SICUREZZA E RECINZIONI" .....	322
14.1.	GENERALITÀ.....	322
14.2.	EQUIVALENZA DEI DISPOSITIVI DI SICUREZZA.....	322
14.3.	CONFORMITÀ DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA E LORO INSTALLAZIONE .....	323
14.4.	BARRIERE METALLICHE A LAMA E PALETTI.....	331
14.5.	BARRIERE PREFABBRICATE A PROFILO NEW JERSEY IN CLS.....	332
14.6.	BARRIERE "NEW JERSEY" IN ACCIAIO.....	333
14.7.	ATTENUATORI D'URTO.....	334

14.8.	TERMINALI SPECIALI TESTATI.....	335
14.9.	BARRIERE DI SICUREZZA DA BORDO PONTE CON RETE INTEGRATA.....	336
14.10.	MODALITÀ DI POSA IN OPERA.....	336
14.11.	OPERE DI RECINZIONE METALLICA.....	338
15.	SEZ. 15 "MANUFATTI IN LAMIERA D'ACCIAIO ONDULATA".....	340
15.1.	MANUFATTI IN LAMIERA D'ACCIAIO ONDULATA.....	340
15.2.	MONTAGGIO DEI MANUFATTI.....	341
15.3.	CONTROLLI.....	344
16.	SEZ. 16 "TINTEGGIATURE FABBRICATI".....	346
16.1.	TINTEGGIATURE E VERNICIATURE-NORME GENERALI.....	346
16.2.	TINTEGGIATURA.....	346
16.3.	VERNICIATURA DI PARETI IN MURATURA.....	347
16.4.	VERNICIATURA DI OPERE IN LEGNO.....	347
16.5.	PROTEZIONE AL FUOCO.....	349
16.6.	TAPPEZZERIA IN PLASTICA.....	350
16.7.	RIVESTIMENTI PLASTICI.....	350
16.8.	OSSIDAZIONE ANODICA.....	351
17.	SEZ. 17 "OPERE DI CONSOLIDAMENTO".....	352
17.1.	CLASSIFICAZIONE, DEFINIZIONI E NORMATIVE.....	352
17.2.	TIRANTI DI ANCORAGGIO.....	355
17.3.	BARRE D'ANCORAGGIO E BULLONI.....	363
17.4.	CHIODI.....	365
17.5.	OPERE PROVVISORIALI PER LA PROTEZIONE DALLA FALDA.....	366
17.6.	INIEZIONI.....	370
18.	SEZ. 18 "OPERE DI DIFESA".....	376
18.1.	DIFESA DEL CORPO STRADALE.....	376
18.2.	DIFESE SPONDALI.....	387
18.3.	MURI DI SOSTEGNO.....	391
18.4.	OPERE DI SOSTEGNO IN TERRA RINFORZATA.....	392
18.5.	OPERE DI SOSTEGNO IN TERRA RINFORZATA.....	395
19.	SEZ.19 "OPERE DI DRENAGGIO".....	403
19.1.	CLASSIFICAZIONE, DEFINIZIONI E NORMATIVE.....	403
19.2.	MICRODRENI.....	404
19.3.	TRINCEE DRENANTI.....	406
19.4.	POZZI DRENANTI.....	407
20.	SEZ. 20 "OPERE IN VERDE".....	410
20.1.	CONSIDERAZIONI GENERALI.....	410
20.2.	FORNITURA E SISTEMAZIONE DI TERRENO VEGETALE.....	410
20.3.	RIVESTIMENTO DELLE SCARPATE.....	411
20.4.	LAVORAZIONE DEL TERRENO.....	411
20.5.	CONCIMAZIONI.....	412
20.6.	SEMINE.....	414
20.7.	RIMBOSCHIMENTO CON SPECIE ARBOREE ED ARBUSTIVE.....	416
20.8.	ESTRAZIONE DAL VIVAIO E CONTROLLO DELLE PIANTE.....	427
20.9.	PRECAUZIONI DA PRENDERE FRA L'ESTRAZIONE E LA MESSA A DIMORA.....	428
20.10.	EPOCA DI MESSA A DIMORA.....	428
20.11.	PREPARAZIONE DELLE PIANTE PRIMA DELLA MESSA A DIMORA.....	429
20.12.	MESSA A DIMORA DELLE PIANTE.....	429
20.13.	APERTURA DI BUCHE E FOSSE PER LA MESSA A DIMORA DELLE PIANTE.....	431
20.14.	APPLICAZIONE DEL PALO TUTORE E DEL PACCIAMANTE.....	431
20.15.	APPLICAZIONE DI PROTEZIONI INDIVIDUALI (TREE SHELTER).....	432
20.16.	CURE COLTURALI.....	432

20.17.	<i>PULIZIA DEL PIANO VIABILE</i> .....	433
21.	SEZ.21 "OPERE SPECIALI-POSA IN OPERA CONDOTTE" .....	434
21.1.	<i>TECNOLOGIA SPINGITUBO</i> .....	434
21.2.	<i>TECNOLOGIA MICROTUNNELLING</i> .....	435
22.	SEZ. 22 "BARRIERE FONOASSORBENTI".....	438
22.1.	<i>QUALITÀ E CERTIFICAZIONE DEI MATERIALI CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA SPECIFICHE DI MESSA IN OPERA</i> .....	438
22.2.	<i>PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO E FORNITURE</i> .....	440
22.3.	<i>CARATTERISTICHE ACUSTICHE: BARRIERE FONOASSORBENTI E CONTEMPORANEAMENTE FONOSOLANTI</i> .....	457
22.4.	<i>CARATTERISTICHE ACUSTICHE: BARRIERE FONOSOLANTI</i> .....	462
22.5.	<i>BIOMURI: CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ED ACUSTICHE</i> .....	466
22.6.	<i>ALTRI TIPI DI SCHEMI ACUSTICI</i> .....	478
22.7.	<i>ALTRI TIPI DI INTERVENTO</i> .....	481
22.8.	<i>CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE E VINCOLI GEOMETRICI DI ESERCIZIO</i> .....	483
22.9.	<i>MANUTENZIONE</i> .....	486

## **0. SEZ. 00 “DISPOSIZIONI GENERALI DI CONTROLLO”**

---

Nella gestione dei rapporti con la Direzione Lavori e con l'Alta Sorveglianza in merito alle verifiche condotte sul campo, alle qualifiche di materiali e prodotti, a prove, controlli e collaudi, il coinvolgimento degli enti di controllo citati viene definito dalle procedure di qualità del Contraente Generale che, in particolar modo attraverso l'emissione dei Piani di Controllo Qualità, relativi alle lavorazioni principali di ogni singola WBS, regolano le attività di controllo definendo le metodologie, le frequenze e le tempistiche.

Nel caso si riscontrassero difformità e/o incongruenze tra il presente capitolato e gli elaborati progettuali approvati dal Concessionario, le soluzioni tecniche previste nel Capitolato non saranno ostantive all'applicazione di quelle adottate negli elaborati progettuali.

## **1. SEZ. 01 “QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI”**

### **1.1. CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE E CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI**

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

I materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

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

Quando la Direzione dei Lavori abbia 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.

Sebbene 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 qui di seguito fissati.

#### **a) Acqua**

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 (S.O. alla G.U. n° 29 del 04/02/2008) in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

#### **b) Leganti idraulici**

Dovranno corrispondere ai requisiti definiti dal D.M. 14 gennaio 2008 (S.O. alla G.U. n° 29 del 04/02/2008).

I leganti idraulici si distinguono in:

- Cementi. Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:
  - D.M. 14 gennaio 2008 (S.O. alla G.U. n° 29 del 04/02/2008).

#### **c) Calci aeree - Pozzolane**

Dovranno corrispondere alla norma UNI EN 459-1.

**d) Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per strutture in muratura ed in conglomerati cementizi**

Dovranno corrispondere ai requisiti definiti dalla norma UNI EN 12620 norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3,2 se si tratta di cementi armati; e di cm 3,2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.).

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

**e) Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi da impiegare per pavimentazioni**

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti alla norma UNI EN 13043 ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

**f) Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni**

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti di cui alla norma UNI EN 13043. Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee.

**g) Pietra naturale**

Le pietre da impiegare nelle murature e nei drenaggi, gabbionate, ecc., dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate. Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli, dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto in modo da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

**h) Pietre da taglio**

Proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione dei Lavori. Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza immasticature o tasselli. Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nelle norme armonizzate di riferimento per l'ottenimento della marcatura CE.



### **i) Tufi**

Le pietre di tufo dovranno essere di struttura compatta ed uniforme evitando quelle pomiciose e facilmente friabili.

### **l) Materiali laterizi**

Dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione di cui alla norma EN 771-1.

I materiali dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con spigoli ben profilati e dritti; alla frattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme e dovranno essere senza calcinaroli e impurità. I forati e le tegole dovranno risultare di pasta fine ed omogenea, senza impurità, ben cotti, privi di nodi, di bolle, senza ghiaietto o calcinaroli, sonori alla percussione.

### **m) Manufatti di cemento**

I manufatti di cemento di qualsiasi tipo dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con dimensioni uniformi, dosature e spessore corrispondenti alle prescrizioni e ai tipi; saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione senza screpolature e muniti delle eventuali opportune sagomature alle due estremità per consentire una sicura connessione.

### **n) Materiali ferrosi**

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

In particolare essi si distinguono in:

1) - acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086; D.M. 27 ottobre 2011-Modifica alle NTC in materia di utilizzo degli acciai B450A.

2) - lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p.:

dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 2/10 di mm;

3) - acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare i requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

### **o) Legnami**

Da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati. I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri. I legnami, grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento. I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega e dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

I legnami in genere dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

**p) Bitumi - Emulsioni bituminose**

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti alla norma UNI EN 12591.

**q) Bitumi liquidi o flussati**

Dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle «Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali», di cui alla norma UNI EN 12591.

**r) Materiali per opere in verde**

1) *Terra*: la materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali, dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scortico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di m. 1,00. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

2) *Concimi*: i concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.

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

4) *Semi*: per il seme l'Impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semenza, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo di essa.

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

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

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

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

6) *Paletti di castagno per ancoraggio viminate*: dovranno provenire da ceduo castanile e dovranno presentarsi ben dritti, senza nodi, difetti da gelo, cipollature o spaccature. Avranno il diametro minimo in punta di cm 6.

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

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

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

9) *Rete metallica*: sarà del tipo normalmente usato per gabbioni, formata da filo di ferro zincato a zincatura forte, con dimensioni di filo e di maglia indicate dalla Direzione dei Lavori.

#### **s) Teli di «geotessile»**

Il telo «geotessile» avrà le seguenti caratteristiche:

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

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

Il telo «geotessile» dovrà altresì avere le caratteristiche fisico-meccaniche di cui alle norme UNI EN 13249-13251-13256.

## **1.2. PROVE DI CONTROLLO DEI VARI MATERIALI**

### **a) Certificato di qualità**

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calci idrauliche, acciai, ecc...) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi «Certificati di qualità» rilasciati da un Laboratorio ufficiale e/o autorizzato.

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.

### **b) Accertamenti preventivi**

Per quanto attiene la tipologia delle prove e la loro frequenza occorre far riferimento alle singole specifiche di dettaglio.

Il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa, disporrà, se necessario, ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista dal contratto.

**c) Prove di controllo in fase esecutiva**

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali e/o qualificati daDL/AS, ivi compresi i laboratori di cantiere.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali stradali saranno eseguite, a spese dell'Impresa, di norma, presso un Laboratorio ufficiale e/o qualificati dall'AS, ivi compresi i laboratori di cantiere, mentre le prove relative alla Legge 1086 (calcestruzzo ed acciaio da armatura) saranno condotte presso Laboratori ufficiali e/o autorizzati.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione presso il Committente, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

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

## 2. SEZ.02 “BONIFICA ORDIGNI BELLICI”

---

### 2.1. DEFINIZIONI

---

#### **Bonifica da Ordigni Bellici (BOB)**

Insieme di tutte le attività finalizzate alla ricerca, disinnescamento e/o rimozione di ordigni bellici di qualsiasi natura dalle aree interessate dai lavori di costruzione.

#### **Ordigni bellici**

Qualsiasi residuo bellico di qualsiasi natura (es. mine, bombe, proiettili, ordigni esplosivi, masse ferrose etc....)

### 2.2. PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI

---

#### 2.2.1. GENERALITA'

Le attività di Bonifica da ordigni Bellici, ove prevista, è da intendersi tassativamente propedeutica all'effettuazione di qualsiasi altra attività lavorativa.

I lavori di bonifica saranno eseguiti nel rispetto delle leggi dello Stato e dei regolamenti militari vigenti, e di quanto prescritto e disposto dall'Amministrazione Militare competente per territorio.

L'impresa esecutrice (IE) della Bonifica Campi Minati (B.C.M) dovrà redigere un progetto di bonifica entro 10 giorni prima dell'inizio delle attività, suddividendo l'area oggetto di attività in campi numerati secondo le prescrizioni del Capitolato BCM ed. 84. Il progetto dovrà riportare con diversa pigmentazione le varie prestazioni imposte dalle prescrizioni dell'Amministrazione Militare (AM).

#### 2.2.2. PRESCRIZIONI PRELIMINARI

Prima di dare corso alle attività di cantiere, l'impresa esecutrice (IE) ed il Consorzio dovranno richiedere alla Direzione Genio Militare territorialmente competente, un parere sull'opportunità (necessità) di eseguire i lavori di bonifica. La richiesta dovrà essere corredata da tutta la documentazione atta ad individuare le aree interessate ed a definire la tipologia delle attività da eseguire.

L'impresa esecutrice (IE) e il Consorzio dovranno inoltre richiedere preventiva autorizzazione all'Amministrazione Militare competente specificando:

- Data inizio lavori prevista;

- Planimetria delle zone da bonificare;
- Elenco personale tecnico specializzato B.C.M. (dirigenti tecnici, assistenti tecnici, rastrellatori, operai qualificati);
- Copia brevetti validi, rilasciati dall'Amministrazione Militare (AM) attestanti l'idoneità di tutto il personale specializzato in riferimento alle attività per cui sarà impiegato;
- Elenco del personale ausiliario;
- Copia autocertificata del contratto d'opera professionale, regolarmente registrato, del Dirigente Tecnico BCM qual'ora quest'ultimo sia persona diversa dal titolare dell'impresa, amministratore, socio o dipendente della stessa;

Due giorni prima dell'inizio delle attività l'IE delle BOB dovrà comunicare all'AM:

- Data inizio e data fine dei lavori (prevista);
- Elenco nominativo del personale che effettivamente sarà impiegato, con riferimento ai documenti di qualifica (brevetti) in loro possesso;
- Elenco del materiale e delle attrezzature di cui è previsto l'utilizzo.

### **2.2.3. PRESCRIZIONI IN CORSO D'OPERA E FINALI**

Durante l'esecuzione dei lavori, ed al termine degli stessi l'IE e il Consorzio dovranno comunicare e consegnare all'AM la seguente documentazione:

- Elenco dell'eventuale nuovo personale da utilizzare nel corso dei lavori;
- Elenco degli ordigni rinvenuti nel corso dei lavori;
- Planimetria indicante le zone bonificate;
- Data di fine lavori;
- Dichiarazione a garanzia di avvenuta bonifica.

L'impresa esecutrice della BOB inoltre dovrà predisporre e curare:

- un diario giornaliero delle prestazioni;
- un registro del personale presente;
- un registro delle attrezzature impiegate;
- un registro degli ordigni rinvenuti;

Qualsiasi variazione del personale presente in cantiere, sia aggiunte che riduzioni, vanno tempestivamente segnalate alle competenti autorità militari.

Il diario giornaliero dovrà riportare l'indicazione della numerazione dei campi oggetto d'intervento, la quantità delle prestazioni eseguite, la strumentazione (rilevatore) impiegato e le relative modalità. Il diario dovrà essere sottoscritto dal rastrellatore impiegato e dall' Assistente Tecnico BCM responsabile del cantiere.

Qualora fossero ritrovati ordigni bellici l'IE dovrà evitare di procedere a qualunque rimozione e/o manipolazione o spostamento dell'ordigno rinvenuto e dovrà mettere in atto tutti gli accorgimenti necessari onde evitare che estranei possano avvicinarsi agli ordigni rinvenuti fino alla presa in consegna da parte del personale indicato dal 1° COMFOD per la loro eliminazione.

L'IE dovrà inoltre tempestivamente comunicare in forma scritta del ritrovamento i seguenti uffici governativi ed enti:

- Comando stazione Carabinieri di competenza territoriale;
- Prefettura competente territorialmente;
- Comando 1° FOD ;
- 5° Reparto Infrastruttura di Padova;

L'IE al termine dei lavori di bonifica, dovrà entro 20 giorni presentare al 5° Reparto Infrastrutture di Padova, duplice esemplare in bollo della Dichiarazione di Garanzia, sottoscritta dal legale rappresentante e dal Dirigente Tecnico, corredata dalle planimetrie attestante i lavori di ricerca effettuati. Copia della lettera di trasmissione della documentazione sopracitata sarà inviata anche alla Committenza.

Le aree bonificate non potranno essere utilizzate fintanto che il 5° Reparto Infrastrutture di Padova non avrà provveduto ad effettuare i necessari accertamenti per il rilascio del Verbale di Constatazione.

## **2.3. PRESCRIZIONI ESECUTIVE**

---

Le fasi di lavoro da svolgere per effettuare la bonifica bellica sono le seguenti:

- Rimozione della vegetazione in tutte quelle zone ove la presenza della stessa ostacoli l'uso dell'apparato cercamine. Nel tagliare la vegetazione si dovrà aver cura di non esercitare pressione sul terreno da bonificare;
- Bonifica di superficie (propedeutica a qualsiasi bonifica profonda) per la ricerca, localizzazione e scoprimento di mine, ordigni e altri manufatti bellici interrati, sia in terra che in acqua, fino ad una profondità di mt 1,00 dal piano campagna, attraverso l'impiego di apparati rilevatori. L'attività sarà eseguita su tutta l'area interessata dai lavori, oltre ad un'area di sicurezza di mt 1,50 lungo il perimetro delle zone interessate (ove possibile);
- Bonifica di profondità, sia in terra che in acqua, per la ricerca, localizzazione e lo scoprimento di mine, ordigni ed altri manufatti bellici interrati mediante:
  - Trivellazioni spinte fino a mt 3,00 con garanzia fino a mt 4,00 dal piano campagna o comunque fino a rifiuto di roccia e/o ghiaia compatta e/o argilla compatta, da eseguirsi su tutte le aree in cui avverranno scavi superiori a mt 1,00 e fino a mt 3,00 di profondità, oltre alle zone dove verranno realizzate opere a carattere permanente (comprese strade e cantieri);



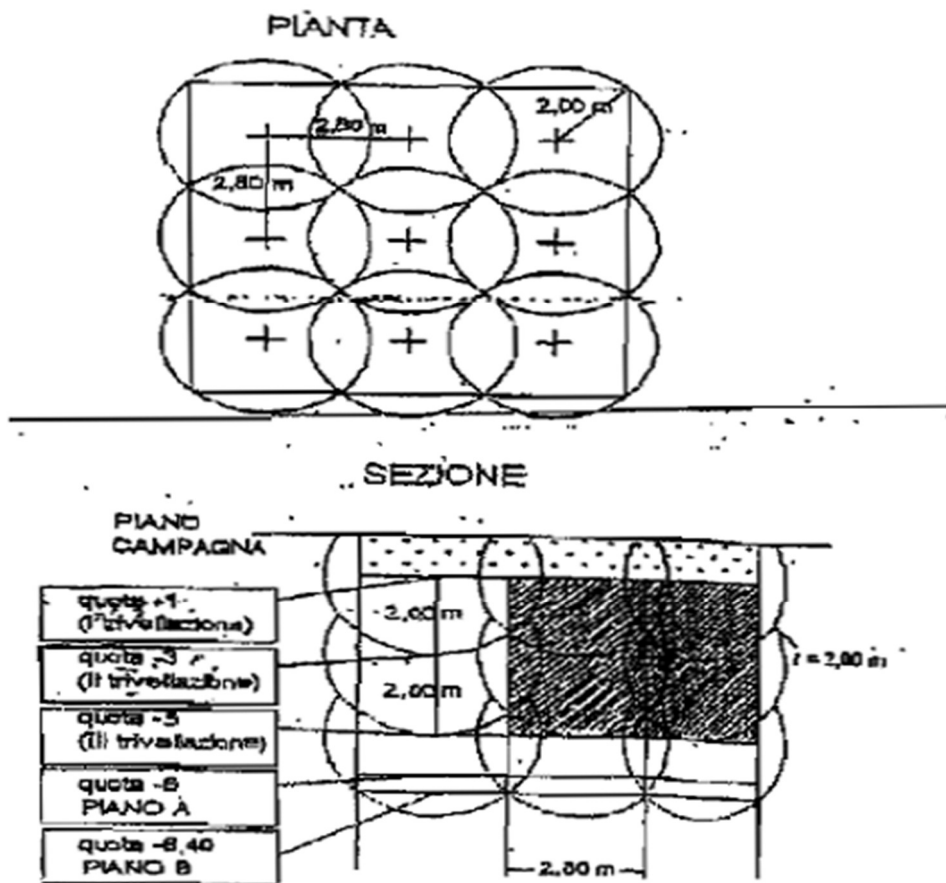
- Trivellazioni spinte fino a mt 5,00 con garanzia fino a mt 6,00 dal piano campagna o comunque fino a rifiuto di roccia e/o ghiaia compatta e/o argilla compatta, da eseguirsi su tutte le aree in cui avverranno scavi superiori a mt 3,00 e fino a mt 5,00 di profondità;
- Trivellazioni spinte fino a mt 7,00 con garanzia fino a mt 8,00 a partire dal piano campagna o comunque fino a rifiuto di roccia e/o ghiaia compatta e/o argilla compatta, da eseguirsi su tutte le aree in cui avverranno scavi superiori a mt 5,00 nonché ove verranno realizzate opere d'arte in profondità quali pali, trattamenti colonnari (jet-grouting) micropali etc...;
- Scavi in profondità su aree ristrette per ricerca, individuazione e scoprimiento di mine ed altri manufatti bellici giacenti oltre la profondità di mt 1,00 dal piano campagna, rilevati durante la bonifica superficiale a varie profondità in terreni di qualsiasi natura e consistenza, con movimenti di terra eseguiti anche con mezzo meccanico e connesso uso del cercamine di profondità;
- Scavi per la ricerca, individuazione e scoprimiento di mine ed altri manufatti bellici in terreni di qualsiasi natura e consistenza con movimenti di terra eseguiti esclusivamente a mano e con connesso uso del cercamine di profondità;

Le trivellazioni saranno eseguite con trivella elicoidale rotante, escludendo l'uso di trivelle vibranti e/o perforanti salvo esplicita autorizzazione dell' AM. La trivellazione profonda verrà eseguita secondo lo schema seguente:

#### SCHEMA BONIFICA DI PROFONDITA'

Schema della divisione delle superfici da bonificare in profondità tramite perforazioni, dal Capitolato B.C.M. vigente.

Come risulta dal disegno, l'equidistanza tra le perforazioni è di 2,80 m mentre il raggio di efficacia è di 2,00 m, le sovrapposizioni che ne risultano sono inevitabili per ottenere la totale copertura della superficie.



Le bonifiche delle aree in presenza di acqua, dovrà essere effettuata esclusivamente da un Rastrellatore BCM munito di brevetto OTS (operatore tecnico subacqueo) con ausilio di asta liscia amagnetica vibrante utilizzata esclusivamente a partire dall'alveo del fiume.

Qualora durante le prestazioni venisse accertata e/o segnalata la presenza di sottoservizi (cavi, tubature) gli stessi prima di procedere con le attività di bonifica dovranno essere spostati. Qualora non fosse possibile lo spostamento i sottoservizi dovranno essere messi allo scoperto con adeguata cautela, onde proseguire con gli accertamenti previsti.

Tutto il materiale proveniente dal taglio della vegetazione e il materiale di risulta proveniente dagli scavi dovrà essere trasportato a rifiuto in discariche autorizzate. Il materiale ferroso, non assimilabile a residui bellici, dovranno essere accantonato in cantiere per il successivo smaltimento a discarica.

Se durante le lavorazioni, si dovessero riscontrare impedimenti che non permettono l'esecuzione delle BOB, secondo quanto impartito dalle autorità Militari, dovranno essere tempestivamente segnalate, per l'emanazione di eventuali prescrizioni tecniche aggiuntive".

Le aree interessate da scavi archeologi, successivamente all'ottenimento delle relative prescrizioni da parte della Sovrintendenza competente, dovranno essere segnalate all'ufficio BCM di competenza, con le annesse prescrizioni e riportate sul progetto di bonifica.

## **2.4. ELIMINAZIONE DEGLI ORDIGNI, SOSTANZE E MATERIALI BELLICI**

---

Le attività dell'impresa esecutrice della BCM deve essere limitato alla ricerca, individuazione e scoprimento dell'ordigno bellico. L'attività di scoprimento è da effettuarsi facendo attenzione a non provocare movimento dell'ordigno ed escludendo qualsiasi rimozione dello stesso.

La rimozione di quanto individuato compete al personale del 5° Reparto Infrastrutture di Padova secondo quanto previsto dal Capitolato BCM ed. 84 e dalle "Disposizioni attuative per la bonifica occasionale" emanate dallo Stato Maggiore Esercito in data 28/06/2000.

### **3. SEZ. 03 “MOVIMENTO TERRA E RINTERRI”**

---

#### **3.1. DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI**

---

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

- Diserbamento e scorticamento
- Scavi
- Rinterri
- Rilevati

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

#### **3.2. PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI**

---

##### **3.2.1. DISERBAMENTO E SCORTICAMENTO**

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

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

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

1. il diserbamento e lo scorticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato;
2. 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 potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica o reimpiegato come sottoprodotto per ritombamenti o reinterri. Rimane comunque categoricamente vietato la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati.

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

prove di portanza.

### **3.2.2. SCAVI**

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

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

Gli scavi si distinguono in :

- scavi di sbancamento;
- scavi di fondazione.

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

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

- Profilare le scarpate degli scavi con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno; qualora le scarpate siano difformi dal progetto la stabilità dovrà essere accertata con apposite verifiche geotecniche a carico dell'Impresa;
- Rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo quote e pendenze di progetto. Se il fondo degli scavi risultasse smosso, l'Impresa compatterà detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 90% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (Prova di compattazione AASHO modificata) (UNI EN 13286-2). 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 secondo quanto previsto dalla normativa vigente;
- Provvedere, a proprie cure e spese, con qualsiasi sistema (paratie, palancole, sbadacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti degli scavi, in accordo a quanto prescritto dai documenti di progetto, ed in conformità alle norme di sicurezza e compensate con i prezzi relativi (sicurezza).
- Adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione, etc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrato di qualsiasi natura; inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o provvisoriamente deviate.

- Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della D.L.

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

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

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

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

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

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

I materiali che, invece, risulteranno non idonei al reimpiego, dovranno essere trasportati, a cura e spesa dell'Impresa, a rifiuto nelle discariche indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, 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.

### 3.2.2.1 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 20%;

- bonifica del piano di posa dei rilevati;
- spianamento del terreno;
- impianto di opere d'arte;
- taglio delle scarpate di trincee o rilevati;
- formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali;

### 3.2.2.2 SCAVI DI FONDAZIONE OPERE D'ARTE

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 in base al progetto, 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 spinti alla profondità prevista dal progetto, 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.

E' vietato all'Impresa 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. 14/01/08.

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

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

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

Provvederà, a sua cura e spesa, a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse così al regolatore deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori; analogamente l'Impresa dovrà adempiere agli obblighi previsti dalle leggi (D.Lgs. 152/06 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.

### 3.2.3. RINTERRI E/O BONIFICHE

Per rinterrati 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/stabilizzazione dei terreni esistenti con materiale idoneo;
- riempimento di scavi relativi a fondazioni, trincee, cunicoli, pozzetti, etc. eseguiti in presenza di manufatti;
- sistemazione superficiale eseguita con o senza apporto di materiale.

#### 3.2.3.1 BONIFICA

a) 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 (UNI EN 13242, 13285, 14688):

- 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 e compattato fino a raggiungere il 90% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHO modificata (UNI EN 13286-2).

Il modulo di deformazione dovrà risultare pari a quello previsto per il piano di posa del rilevato.

Sul fondo dello scavo di bonifica sarà necessario posizionare il geotessile qualora il materiale sia di tipo coesivo, ovvero quando presenti una percentuale di limi e argille (passante al setaccio 0.075 mm) uguale o superiore al 50%. La frequenza dei prelievi e la tipologia di prove da eseguire sono riportate al §3.2.6.6 della presente sezione.

Qualora il materiale di scadenti caratteristiche abbia uno spessore non superiore a 50 cm potrà essere effettuata la stabilizzazione a calce o cemento in alternativa alla rimozione del materiale e sostituzione con materiale idoneo, e in tal caso non sarà necessario procedere alla posa del geotessile sul fondo scavo.

Sull'estradosso della bonifica dovranno essere eseguite le prove previste per il piano di posa del rilevato.

Per la verifica degli eventuali strati intermedi della bonifica la tipologia e la frequenza delle prove sarà stabilita dalla Direzione Lavori.



b) 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.

c) La bonifica potrà essere realizzata mediante stabilizzazione a calce/cemento del terreno in sito, secondo le prescrizioni indicate negli elaborati progettuali.

La stabilizzazione dovrà rispettare quanto disposto nel paragrafo 2.4.9.1 relativo ai rilevati in terreno stabilizzato.

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 30 cm e compattato fino a raggiungere il 90% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHO modificata (UNI EN 13286-2).

Il modulo di deformazione dovrà risultare pari a quello previsto per il piano di posa del rilevato.

d) È ammesso altresì l'uso del materiale riciclato (secondo quanto previsto al par. 2.4.9.2) per il riempimento degli scavi di bonifica, previa disposizione sul fondo scavo di uno strato di geotessile.

### 3.2.3.2 RINTERRI

a) I rinterri degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo, qualora costituiscano parte integrante di un rilevato stradale, potranno essere realizzati con materiale selezionato appartenente ai gruppi idonei alla formazione del rilevato (par 2.4.3) o con terreno stabilizzato secondo le modalità e le indicazioni riportate nel paragrafo 2.4.9.1.

Per le zone esterne all'impronta del rilevato autostradale i rinterri potranno essere effettuati anche con materiale proveniente dagli scavi e in tal caso:

- il materiale dovrà essere prelevato da cumuli di stoccaggio del materiale scavato, dovrà essere preventivamente qualificato e dovrà risultare conforme alle previsioni progettuali desunte dalle relazioni tecniche delle singole opere;
- dovrà essere comunque predisposto a ridosso dei manufatti e per tutta l'altezza degli stessi uno strato di materiale drenante avente le medesime caratteristiche del materiale utilizzato sotto l'impronta stradale e avente spessore minimo pari a 50 cm;
- la tipologia e la frequenza delle prove da effettuare per accertare l'idoneità dei materiali da impiegare verrà definita in un'apposita istruzione operativa da sottoporre all'approvazione di DL e AS, con un minimo di una caratterizzazione per ciascuna opera d'arte e comunque ogni 1500 m<sup>3</sup>;

- qualora le prove di caratterizzazione determinino parametri inferiori a quelli previsti dal progetto dovrà essere predisposta, preventivamente al rinterro delle opere, una nota tecnica del progettista dell'opera che attesti l'idoneità del materiale e la sua compatibilità con i calcoli di progetto;
- il materiale dovrà essere steso a strati di spessore non superiore a 1m, opportunamente compattati con idonee modalità e attrezzature tali da garantire il ripristino della situazione ante-operam delle aree interessate dagli scavi.

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

Per il completamento dei rinterri al di fuori dell'impronta stradale, al fine di ripristinare il piano campagna ante-operam delle aree interessate dagli scavi, per lo strato più superficiale dovranno essere impiegati materiali aventi le medesime caratteristiche e spessori di quello preesistente (coltre vegetale o coltiva).

### 3.2.3.3 SISTEMAZIONE SUPERFICIALE

La sistemazione delle aree superficiali (ad esempio a seguito della rimozione di piste, impianti e baraccamenti di cantiere) dovrà essere effettuata con materiali selezionati idonei provenienti dagli scavi, con spandimento a strati opportunamente compattati fino a raggiungere il 90% della massa volumica del secco massima ottenuta con energia AASHO modificata (UNI EN 13286-2), procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto.

### 3.2.4. 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 .

#### 3.2.4.1 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 EN 13242, UNI EN 13285, UNI EN ISO 14688-1, di cui alla Tabella 1 allegata.

#### 3.2.4.2 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) del sottofondo stradale.

Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria.

#### 3.2.4.3 IMPIEGO DI TERRE APPARTENENTI AI GRUPPI A1, A2-4, A2-5, A3

Nel caso in cui sia previsto in progetto l'utilizzo di materiale non trattato a calce o cemento, dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7.

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

I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo, non essere di natura argillo-scistosa nonché alterabili o molto fragili. L'impiego di rocce frantumate è ammesso nella restante parte del rilevato, se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime non eccedenti i 20 cm, nonché di soddisfare i requisiti già precedentemente richiamati. Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato.

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

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

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una massa volumica del secco pari o superiore al 90% della massa volumica del secco massima individuata dalle prove di compattazione AASHO Mod. (UNI EN 13286-2), 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%.

#### 3.2.4.4 LIVELLI PRESTRAZIONALE RILEVATI

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 1° ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del sottofondo 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 dall'intradosso del sottofondo 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, dall'intradosso del sottofondo della pavimentazione stradale.

La variazione del valore minimo del modulo di deformazione (nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup>) dovrà risultare crescente al variare della quota tra il piano di posa del rilevato ed il piano di posa della sovrastruttura.

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa per il piano di posa del rilevato 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 da rispettare i tempi di costruzione e di attesa indicati negli elaborati progettuali; tali tempistiche variano in funzione:

- del tratto stradale/autostradale di riferimento;
- dell'altezza del rilevato.

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

Nel caso di allargamento di un rilevato esistente, si dovrà ritagliare, con ogni cautela, a gradoni orizzontali il terreno costituente il corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, con la cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (altezza massima 100 cm) la stesa di nuovi strati, ed il 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.

#### 3.2.4.5 IMPIEGO DI TERRE APPARTENENTI AI GRUPPI A2-6, A2-7

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

L'impiego di tali materiali è consentito previa idonea stabilizzazione.

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

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

#### 3.2.4.6 IMPIEGO DI TERRE APPARTENENTI AI GRUPPI A4, A5,A6,A7

Per quanto riguarda le terre provenienti da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A4, A5, A6, A7 è previsto l'utilizzo per la formazione dei rilevati previa idonea correzione (a calce e/o cemento, punto 2.4.9.1 e seguenti ), attraverso una opportuna campagna sperimentale.

I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti 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.

#### 3.2.4.7 RILEVATI RINFORZATI CON GEOGRIGLIE METALLICHE

Dovranno essere impiegati esclusivamente materiali appartenenti ai gruppi A1 e A3; il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità maggiore o uguale a 7, e comunque con pezzatura massima non superiore 71 mm, A2-4 e A2-6.

Prevedendosi l'uso di rinforzi (metallici,.) per i materiali impiegati dovranno essere preliminarmente verificate le seguenti condizioni:

contenuto in sali;

solfuri, del tutto assenti;

solfati, solubili in acqua, minori di 500 mg/kg;

cloruri, minori di 100 mg/kg;

pH compreso tra 5 e 10;

resistività elettrica superiore a 1.000 ohm x cm per opere all'asciutto, superiore a 3.000 ohm x cm per opere immerse in acqua.

La compattazione di detti materiali dovrà risultare tale da garantire una massa volumica del secco misurata alla base di ciascuno strato, non inferiore al 95% della massa volumica del secco massima individuata mediante la prova AASHO Mod (UNI EN 13286-2), ed il modulo di deformabilità (CNR 146 - 1992) non dovrà essere inferiore ai 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup>.

#### 3.2.4.8 COSTRUZIONE DEL RILEVATO

#### 3.2.4.9 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 del sottofondo della pavimentazione stradale 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 del sottofondo 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 del sottofondo della pavimentazione stradale.

La variazione del valore minimo del modulo di deformazione (nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup>) dovrà risultare crescente al variare della quota tra il piano di posa del rilevato ed il piano di posa della sovrastruttura.

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa per il piano di posa del rilevato 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 (UNI EN 13286-2), sul piano di posa dei rilevati;

almeno pari al 95% della massa volumica massima AASHO modificata (UNI EN 13286-2), sul piano di posa del sottofondo 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.

#### 3.2.4.10 STRATO DI TRANSIZIONE (RILEVATO-TERRENO)

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

- la stesa di un materasso drenante;
- la stesa di uno strato di geotessile.

#### 3.2.4.11 MATERASSO DRENANTE (PREVISTO IN CORRISPONDENZA DEI DRENI)

Ove, previsto, preventivamente all'installazione dei dreni, si porrà in opera (secondo quanto riportato nelle sezioni tipologiche di progetto) un materasso drenante formato da uno strato di sabbia medio-grossa dello spessore previsto in progetto, avente curva granulometrica compresa entro i limiti seguenti:

APERTURA vaglio UNI (mm)	PASSANTE %	
	MIN	MAX
0,075	0	3
0,40	0,00	10,00
2,00	15,00	45,00
5,00	35,00	75,00
10,00	70,00	100,00

Si procederà quindi, in accordo con la Direzione Lavori, al tracciamento della maglia dei dreni, installando un picchetto di legno di appropriate dimensioni nella posizione di ciascun dreno da installare.

#### 3.2.4.12 TELO GEOTESSILE "TESSUTO NON TESSUTO"

Quando presente in progetto il materasso drenante andrà prevista anche la posa di un geotessile all'estradosso di tale strato risvoltato sui fianchi come indicato negli elaborati progettuali.

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 GEOTESSILE</b>	<b>POLIPROPILENE</b>
<i>Massa areica(g/m<sup>2</sup>)</i>	300
<i>Punto di rammollimento( K)</i>	413
<i>Punto di fusione (K)</i>	443 ÷ 448
<i>Punto di umidità % (al 65% di umidità relativa)</i>	0,04
<i>Resistenza a trazione (kN/m)</i>	19

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.

### 3.2.4.13 STESA DEI MATERIALI DA RILEVATO

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.

Il corpo del rilevato, inteso come materiale steso e compattato per strati al di sopra del piano di posa, dovrà essere eseguito solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale ed in ogni caso dovrà risultare omogeneo trasversalmente in relazione alla tipologia di materiali (materiali naturali, materiali stabilizzati, materiali riciclati, ecc...).

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 verificato 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 dell'finalità del rilevato.

Lo spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:



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

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 (UNI EN 13286-2). 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.

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 realizzato il rilevato, 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.

Quando in progetto siano previste, a tergo dei manufatti e delle opere d'arte, zone di transizione in misto cementato, il materiale dovrà essere preventivamente qualificato ed il confezionamento e l'approvvigionamento del materiale dovrà essere effettuato presso impianti di produzione del misto cementato.

È altresì consentito il confezionamento di misto cementato in situ mediante opportuno treno di lavoro tipo Wirtgen o similare. La stesa del misto cementato così prodotto avverrà anche senza l'utilizzo della vibrofinitrice.

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 protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di 30 cm di spessore e che sia tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso.

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

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

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

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

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

Nel caso di sospensione della costruzione del rilevato, alla ripresa delle lavorazioni, la parte di rilevato già eseguita dovrà essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione in genere che vi si fosse insediata, dovrà inoltre essere aerata se necessario, 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 A6 e A7, restando ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

#### 3.2.4.14 CONDIZIONI CLIMATICHE

La costruzione di rilevati in presenza di ghiaccio, neve o pioggia persistente 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.

Il trattamento a calce/cemento del terreno non dovrà essere effettuato in caso di pioggia, , in presenza di vento forte e nel caso nel quale ci sia presenza di acqua o venute di acqua sul piano dove viene steso il terreno da trattare. Nel caso che il terreno sia saturo fino al p.c., prima di procedere al trattamento con calce del piano di posa del rilevato, si dovrà obbligatoriamente provvedere ad abbassare il livello d'acqua e a mantenerlo tale per un tempo, approvato dalla DL, sufficiente a non inficiare l'esito del trattamento.

#### 3.2.4.15 RILEVATI IN TERRE STABILIZZATE O SPECIALI

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

Si distinguono in:

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

#### 3.2.4.16 RILEVATI IN TERRA STABILIZZATA/MIGLIORATA E CONSOLIDAMENTO PIANO DI APPOGGIO

##### *Terra stabilizzata a calce*

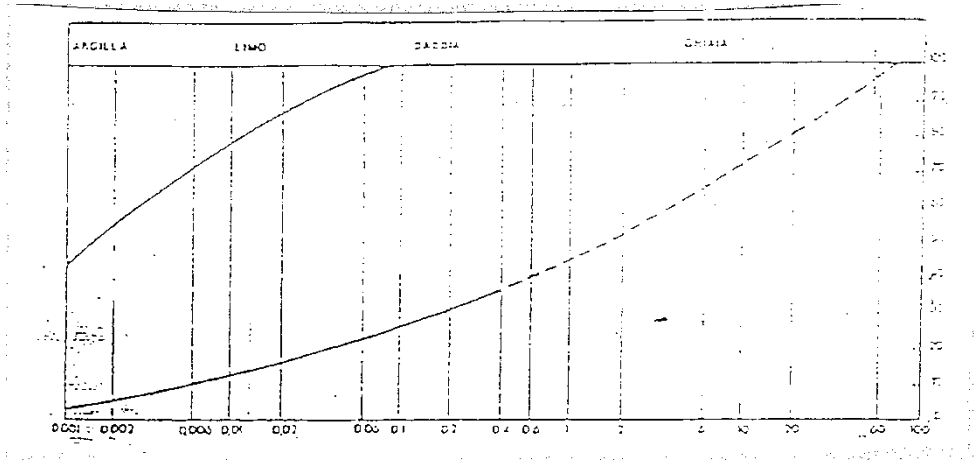
La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da terra, calce viva od idrata e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità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

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

Possono essere stabilizzate a calce anche terre ghiaioso-argillose, ghiaioso-limose , sabbioso-argillose e sabbioso-limose (tipo A<sub>2-6</sub> e A<sub>2-7</sub>) qualora presentino una frazione di passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35%.

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

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



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

*Contenuto di sostanze organiche:* il tenore in materie organiche del terreno, determinato mediante ossidazione con bicromato di potassio (AFNOR NF 94-055) , deve essere inferiore al 2% in massa. Questo limite può essere superato, fino al valore del 4% in caso di trattamento dei terreni in situ per la sistemazione del piano di posa dei rilevati, purché sia dimostrato il raggiungimento dei requisiti di resistenza richiesti.

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

*Contenuto di solfati:* il contenuto totale di sali di zolfo (solfati e solfuri), determinato secondo la norma UNI EN 1744-1:2010, deve essere inferiore allo 0.25%; si possono accettare, solo sulla base di uno specifico studio di laboratorio, terre con un contenuto di solfati compreso tra 0.25% e 1%. In nessun caso possono essere ritenuti idonei per la stabilizzazione con calce terre con un contenuto di solfati totali superiore all'1%.

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

*Contenuto di nitrati:* il contenuto di nitrati deve risultare inferiore allo 0.1% secondo EPA 300.0 - 1993 o procedure interne di laboratorio.

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

La quantità di acqua e di calce con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (UNI EN 13286-47), a prove di costipamento nonché a qualsiasi altra prova necessaria per una adeguata caratterizzazione (CNR 36/73).

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

Esso dovrà essere determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma UNI EN 13286-47.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (UNI EN 13286-2) dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di calce, permettendo di definire come variano con la quantità di calce i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori verrà definita la composizione preventiva della miscela di progetto, approvata dalla DL, in modo che:

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

Qualora le condizioni di riferimento della miscela di progetto non dovessero mantenersi nel tempo (ad es. a causa della variazione del materiale trattato, del cambiamento delle condizioni di umidità o della percentuale di legante, in seguito al ripetuto non soddisfacimento delle prove da effettuare, ecc...) dovrà essere studiata una nuova e idonea miscela sottoponendola nuovamente all'approvazione della Direzione Lavori.

#### *Terra stabilizzata a cemento*

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

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a cemento deve essere di tipo sabbioso, ghiaioso, sabbioso-limoso e/o argilloso, ghiaioso-limoso e/o argilloso e limoso, ed avere indice di plasticità normalmente minore di 15.

Possono essere trattati a cemento anche materiali friabili o profondamente alterati, purché riconducibili con un adeguato trattamento alle volute funzioni portanti.

Il diametro massimo degli elementi dovrà essere definito in funzione dell'impiego della miscela, preferibilmente dovrà essere inferiore ai 50 mm. Il passante al setaccio 0.075 mm non deve superare il

50%. Il tipo di cemento da impiegare dovrà essere del tipo Portland 32,5. Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

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

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

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

La quantità di acqua e di cemento con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (UNI EN 13286-47), a prove di costipamento e prove di rottura a compressione, ed a qualsiasi altra prova che si ritenga necessaria.

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

Esso viene determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma UNI EN 13286-47.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (UNI EN 13286-2) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di cemento, permettendo di definire come variano con la quantità di cemento i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori sarà definita di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto, approvata dalla DL, in modo che:

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

#### *Piano di appoggio del rilevato*

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

**A)** Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri:

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

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 MPa, nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup>, (CNR 146 – 1992);

Per le sole strade di categoria C1 "extraurbana secondaria" e nel caso in cui tutto il rilevato sovrastante al piano di appoggio venga realizzato, per strati successivi, interamente con materiale naturale non stabilizzato, le caratteristiche minime di indeformabilità richieste per il piano di appoggio del rilevato trattato a calce o cemento dovranno essere non minori di 30 MPa nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> (CNR 146 - 1992).

**B)** Per altezza di rilevato oltre i 2 metri:

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

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> (CNR 146 - 1992);

*Piano di appoggio della sovrastruttura (intradosso sottofondo stradale)*

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR all'umidità ottima (UNI EN 13286-47) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 MPa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup>.

*Rilevati*

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

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

**A)** Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri :

il valore minimo prescritto per l'indice CBR (UNI EN 13286-47) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 MPa, nell'intervallo di carico compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup> (CNR 146 - 1992);

**B)** Per altezza di rilevato oltre i 2 metri:

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

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup>.

#### *Resistenza al gelo*

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

#### *Modalità di lavorazione*

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

I procedimenti di riabilitazione o di stabilizzazione dei terreni argillosi con calce potranno avvenire con trattamento in sito (impianti mobili) oppure predisponendo le miscele da porre in opera in adeguati impianti fissi; comunque la miscela, una volta stesa, dovrà presentarsi uniformemente mescolata ed opportunamente umidificata secondo l'umidità ottima determinata mediante la relativa prova di laboratorio, e comunque non maggiore dell'1.5% dell'ottimo indicato dal progetto.

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

Il singolo strato non dovrà avere spessore superiore ai 30 cm.

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

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

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



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

- compattazione e finitura con rulli a "piedi di montone", che precedono i passaggi di rulli gommati pesanti e/o rulli lisci vibranti. La sagomatura finale dovrà essere operata mediante motolivellatrice. La velocità di compattazione dovrà essere tale da far sì che il materiale in oggetto, venga costipato, prima dell'inizio della presa del legante.

Nella stabilizzazione a cemento, dopo il costipamento, si dovrà evitare di disturbare lo strato nella fase di presa per almeno 24 ore.

Le operazioni di trattamento e posa in opera della terra stabilizzata dovranno essere effettuate in condizioni climatiche tali da garantire il voluto contenuto di acqua determinato attraverso la campagna sperimentale preliminare.

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

#### 3.2.4.17 RILEVATI CON MATERIALI RECUPERATI DA:

- A. rifiuti speciali da demolizione edile;
- B. rifiuti speciali industriali - scorie.

##### **A) *Rifiuti speciali da demolizione edile/infrastrutturale***

In alternativa ai materiali naturali rispondenti alla classificazione UNI EN 13242, UNI EN 13285, UNI EN ISO 14688-1, può essere previsto, nella costruzione di rilevati, l'impiego di materiali inerti che abbiano cessato la qualifica di rifiuto ai sensi dell'art. 184-ter del D.Lgs. 152/2006 e successive modificazioni tempo per tempo applicabili.

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

L'uso di tali materiali è consentito quando siano stati sottoposti a un'operazione di recupero ai sensi dell'art. 184-ter del D.Lgs. 152/2006 e successive modificazioni tempo per tempo applicabili. L'impiego di materiali riciclati dovrà comunque essere conforme alle indicazioni per l'operatività nel settore edile, stradale e ambientale, ai sensi del Decreto Ministeriale 8 maggio 2003, n.203 (Circolare n.5205 del 15 luglio 2005). I materiali dovranno avere marcatura CE (per il possesso dei requisiti prescritti dalla UNI EN 13243), e le ditte fornitrici e/o responsabili della custodia dei materiali, dovranno possedere tutte le

autorizzazioni relativamente agli impianti ovvero dovranno garantire il possesso dei requisiti UNI e la rispondenza alle prescrizioni ambientali tramite test di cessione.

Tutti gli oneri e i costi relativi alle operazioni di recupero necessarie a far cessare la qualifica di rifiuto a detti materiali restano a totale ed esclusivo carico dell'appaltatore. Parimenti, ogni onere e costo relativo alla gestione, compreso eventuali oneri di discarica, relativo ai materiali di scarto del processo di recupero o non idonei all'impiego, restano a totale ed esclusivo carico dell'appaltatore.

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

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

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

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

Alle medesime specifiche tecniche dovranno rispondere i materiali classificati come sottoprodotti ai sensi dell'art. 184-bis del D.Lgs. 152/2006 e successive modificazioni tempo per tempo applicabili eventualmente utilizzabili previa autorizzazione della DL.

Prove di prequalifica del materiale:

- a) determinazione della percentuale di rigonfiamento, che dovrà essere secondo le modalità previste per la prova CBR (UNI EN 13286-47) , inferiore a 1%;
- b) prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;
- c) verifica della sensibilità al gelo (CNR 80/1980 Fasc. 4 art. 23 modificato), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A); sarà ritenuto idoneo il materiale con sensibilità al gelo  $G \leq 30$ ;

Per la posa in opera, si dovrà procedere alla determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante procedimento AASHO modificato (UNI EN 13286-2) e per la stesa del materiale si dovrà procedere per strati di spessore massimo di 30 cm, costipati per mezzo di rulli vibranti di tipo pesante.

L'umidità da raggiungersi dovrà essere prossima a quella determinata mediante AASHO modificata  $\pm 1,5\%$ .

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

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

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del sottofondo 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 dall'intradosso del sottofondo 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, dall'intradosso del sottofondo della pavimentazione stradale.

La variazione del valore minimo del modulo di deformazione (nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup>) dovrà risultare crescente al variare della quota tra il piano di posa del rilevato ed il piano di posa della sovrastruttura.

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

#### **B) Rifiuti speciali industriali - scorie**

Sempre in alternativa ai materiali rispondenti alla classificazione UNI EN 13242, UNI EN 13285, UNI EN ISO 14688-1 può, essere previsto nella costruzione di rilevati l'impiego di materiali provenienti da scorie industriali - loppe d'altoforno, che abbiano cessato la qualifica di rifiuti o siano classificabili come sottoprodotti ai sensi del D.Lgs. 152/2006.

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

Le caratteristiche dei rifiuti debbono essere rispondenti alle prescrizioni del Decreto Legislativo n° 152/06 successive modifiche ed integrazione e quindi corrispondenti a tutte le prescrizioni contenute nella direttiva CE (2008/98/CE), sui rifiuti in genere e sui rifiuti pericolosi.

Viene favorito il reimpiego ed il riciclaggio di detti rifiuti previ accordi e convenzioni con i soggetti produttori interessati al reimpiego di dette materie, al fine di stabilire anche una positiva valutazione economica.

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

Tali permessi sono rigorosamente prescritti, prima di procedere a qualsiasi utilizzazione ed impiego del materiale in esame. E' riservata alla Direzione Lavori, la facoltà di adottare la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando le scorie esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando per le fasce laterali di spessore costante dell'ordine dei 2.0 m, terre tradizionali.

Per tale materiale di recupero si applicano le prescrizioni di cui all'Appendice A della UNI EN 13285:2004 di seguito illustrate.

La composizione di miscele contenenti aggregati riciclati dovrebbe essere determinata mediante cernita visiva, utilizzando il metodo descritto in fase A.2. .

Se si utilizza una delle descrizioni seguenti, la composizione dovrebbe conformarsi al relativo prospetto :

- aggregati di calcestruzzo miscelati frantumati (prospetto A.1);
- aggregati di muratura frantumati (prospetto A.2);
- aggregati miscelati frantumati (prospetto A.3);
- materiali per fondi stradali frantumati (prospetto A.4);
- cenere residua di inceneritore (prospetto A.5).

Nota 1 : Le composizioni indicate nei prospetti riflettono la pratica stabilita in alcuni paesi e sono riportate come guida. Sono consentite altre miscele, incluse le miscele con un'alta proporzione di asfalto riciclato.

Nota 2 : Quando i prospetti si riferiscono alla massa volumica, si intende la massa volumica delle particelle essiccate in forno, determinata in base alla EN 1097-6.

#### **Prove – Dimensione Minima del Provino**

La dimensione richiesta del provino dipende dal sopravaglio della miscela, come indicato di seguito :

- $D \leq 32$  mm 4.000g;
- $D > 32$  mm 10.000g .

#### **Procedimento**

Utilizzando il procedimento indicato nella EN 933-1, lavare il provino su uno staccio di 8mm. Non sovraccaricare lo staccio. Essiccare le particelle trattenute sullo staccio a massa costante e registrare la massa  $M$  . Vagliare visivamente le particelle lavate ed essiccate suddividendole come segue :

- aggregati rocciosi frantumati;
- aggregati di ghiaia;
- calcestruzzo e altre miscele legate con leganti idraulici;
- scorie (includendo il tipo, se conosciuto);
- mattoni, blocchi di muratura e calcestruzzo;
- muratura di silicato di calcio;
- aggregati leggeri;
- asfalto frantumato o recuperato;
- contaminati organici – legno, plastica, ecc.

Determinare la massa di ciascun gruppo  $m$ , ed esprimerla come percentuale, utilizzando la formula:

$100 \times m / M$  . in percentuale in massa

prospetto A.1 **Aggregati di calcestruzzo miscelati frantumati**

Componenti		Percentuale in massa
Principale	Calcestruzzo frantumato (massa volumica > 2,1 Mg/m <sup>3</sup> ) e aggregati (incluse scorie)	≥90
Altro granulare	Muratura frantumata	≤10
	Asfalto recuperato frantumato	≤5
Contaminanti	Materiali coesivi (inclusa argilla)	≤1
	Materiali organici	≤0,1

prospetto A.2 **Aggregati di muratura frantumati**

Componenti		Percentuale in massa
Principale	Muratura frantumata (massa volumica > 1,6 Mg/m <sup>3</sup> ), calcestruzzo frantumato (massa volumica > 2,1 Mg/m <sup>3</sup> ) e aggregati (incluse scorie)	≥80
Altro granulare	Granulare con massa volumica < 1,6 Mg/m <sup>3</sup>	≤20
	Asfalto recuperato frantumato	≤5
Contaminanti	Materiali coesivi (inclusa argilla)	≤1
	Materiali organici	≤0,1

prospetto A.3 **Aggregati miscelati frantumati**

Componenti		Percentuale in massa
Principale	Calcestruzzo frantumato (massa volumica > 2,1 Mg/m <sup>3</sup> ) e aggregati (incluse scorie)	≥50
Altro granulare	Muratura frantumata	≤50
	Asfalto recuperato frantumato	≤5
	Granulare con massa volumica > 1,6 Mg/m <sup>3</sup>	≤10
Contaminanti	Materiali coesivi (inclusa argilla)	≤1
	Materiali organici	≤0,1

prospetto A.4 **Materiali per fondi stradali frantumati**

Componenti		Percentuale in massa
Principale	Materiali per pavimentazioni stradali - incluso calcestruzzo frantumato, aggregati non legati ed aggregati legati con leganti idraulici frantumati	≥90
	Asfalto recuperato frantumato	≤30
Contaminanti	Materiali coesivi (inclusa argilla)	≤1
	Materiali organici	≤0,1

prospetto A.5 **Cenere residua di inceneritore**

Componenti		Percentuale in massa
Principale	Granulare con base minerale, inclusi vetro, ceramica, scorie, ecc.	≥90
Altro	Ferro e altri metalli	≤5
Contaminanti	Materiale non incenerito	≤6
	Materiale organico	≤5
	Cenere volante di inceneritore	0

Il materiale verrà posto in opera mediante l'impiego di motolivellatrice (grader) in strati di spessore massimo 30 cm.

Nell'eventualità di una parzializzazione del corpo del rilevato i materiali di contronucleo verranno posti in opera con strati aventi medesimo spessore di quelli realizzati con loppa.

Quindi si procederà al costipamento dell'intero strato.

A compattazione avvenuta, tutti i materiali utilizzati per la realizzazione del singolo strato, dovranno presentare una massa volumica non inferiore al 90% di quella massima individuata nelle prove di compattazione (UNI EN 13286-2), (CNR 22 - 1972).

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

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del sottofondo della sovrastruttura stradale in rilevato;
- 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 del piano di posa del sottofondo della sovrastruttura 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, al di sotto del piano di posa del sottofondo della sovrastruttura stradale.

La variazione del valore minimo del modulo di deformazione (nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup>) dovrà risultare crescente al variare della quota tra il piano di posa del rilevato ed il piano di posa della sovrastruttura.

#### 3.2.4.18 RILEVATO IN ARGILLA ESPANSA

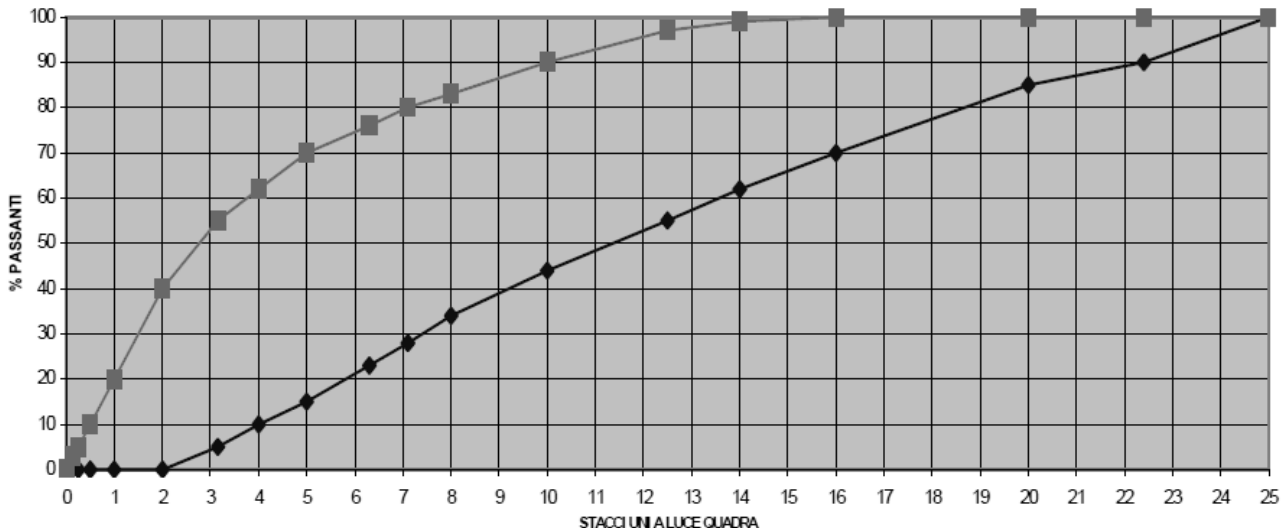
In corrispondenza delle spalle di alcune opere d'arte sono previsti rilevati alleggeriti con Leca, come da specifici elaborati progettuali a cui si rimanda per i dettagli.

##### a) Caratteristiche dell'argilla espansa e Requisiti di Accettazione

La miscela da utilizzare, classe granulometrica 0-25, deve essere conforme ai seguenti requisiti:

- 1) il fuso granulometrico secondo UNI EN 13055-2 compreso nella seguente tabella.

Setacci uni	% in volume passante
31,5 mm	100
16 mm	70 – 100
8 mm	35 – 85
4 mm	10 – 60
2 mm	0 – 40
1 mm	0 – 20
0 mm	0



- 2) la massa volumica del materiale in mucchio a secco (UNI EN 13055-2) =  $390 \text{ Kg/m}^3 \pm 15\%$
- 3) la massa volumica dei granuli (UNI EN 13055-2)  $\leq 0,80 \text{ g/cm}^3$
- 4) il peso specifico assoluto del materiale (UNI EN 13055-2)  $\leq 2500 \text{ Kg/m}^3$
- 5) la resistenza dei granuli allo schiacciamento (UNI EN 13055-2)  $\geq 13 \text{ kg/cm}^2$
- 6) assorbimento di H<sub>2</sub>O (UNI EN 13055-2)  $\leq 17\%$  a 24 ore
- 7) l'angolo d'attrito  $> 35^\circ$
- 8) il modulo di deformazione  $M_d \geq 250 \text{ kg/cm}^2$  misurato su almeno 20 cm di misto.

Dopo aver individuato il fornitore e lo stabilimento di produzione del materiale di riempimento "argilla espansa", l'Appaltatore dovrà procedere a sue spese e presso laboratori autorizzati, all'esecuzione delle prove speciali di accettazione e classificazione appresso descritte e con apposito studio preliminare da sottoporre all'approvazione della D.L. che il materiale di fornitura soddisfa i requisiti prescritti:

- 1) determinazione della massa volumica del materiale in mucchio a secco (UNI EN 13055-2) =  $390 \text{ Kg/m}^3 \pm 15\%$
- 2) determinazione della massa volumica media del granulo (UNI EN 13055-2)  $\leq 0,80 \text{ g/cm}^3$
- 3) determinazione della massa volumica assoluta del materiale (UNI EN 13055-2)  $\leq 2500 \text{ Kg/m}^3$
- 4) analisi granulometrica
- 5) determinazione del coefficiente d'imbibizione (UNI EN 13055-2)  $\leq 17\%$  a 24 ore

Sarà facoltà della D.L. richiedere, in qualsiasi fase dell'intervento, la ripetizione di tali prove, motivando le ragioni di tale richiesta.

In corso d'opera verranno effettuati controlli della composizione granulometrica, del peso di volume in mucchio, della densità e del contenuto di acqua libera, al fine di verificare la rispondenza dei materiali.

#### b) Caratteristiche del misto granulare e Requisiti di Accettazione

Lo strato di interposizione in misto granulare sarà costituito da una miscela di materiali non gelivi e privi di materie organiche.

Valgono le stesse prescrizioni sul misto granulare come da Norme Tecniche

Contemporaneamente l'Appaltatore dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli periodici in corso d'opera.

Potrà essere utilizzato materiale proveniente dallo scavo dei rilevati esistenti, opportunamente corretto, se ritenuto idoneo dalla D.L.

**c) Modalità di esecuzione**

1) Preparazione del piano di posa

Il piano di posa del rilevato alleggerito sarà costituito dall'estradosso di strati realizzati in terreno stabilizzato.

2) Modalità di posa in opera

L'argilla espansa verrà posta in più strati, con interposizione di uno strato di misto granulare il cui spessore dopo compattazione, dovrà risultare non inferiore a 20 cm.

Lo spessore degli strati di argilla espansa varia tra 70 e 100 cm.

3) Sequenza di lavoro:

- realizzazione bonifica, primo/primi strati di rilevato e posa in opera dreni;
- posa del primo strato di argilla espansa;
- posa geotessile non tessuto;
- posa dello strato di misto granulare di interposizione;
- compattazione;
- controlli;
- posa del secondo strato di argilla espansa;
- posa geotessile non tessuto;
- posa del secondo strato di misto granulare ;
- compattazione;
- controlli;
- a ripere secondo l'atezza di rilevato;
- lo strato finale di misto granulare dovrà essere di spessore non inferiore a 30 cm.

I mezzi di trasporto dovranno scaricare l'argilla espansa in sito o in aree adiacenti appositamente predisposte, dalle quali l'argilla espansa verrà spinta in loco.

L'argilla espansa verrà posta in opera in spessori tali da rispettare, a compattazione avvenuta, i valori indicati nel progetto (vedi rilevati realizzati con materiali tradizionali).

Lo strato intermedio di misto granulare verrà steso con modalità analoghe a quelle soprascritte per l'argilla espansa, scaricandolo cioè dai mezzi di trasporto in sito o in aree adiacenti e spingendolo poi con mezzi idonei per formare lo strato dello spessore prescritto.



L'addensamento dovrà avvenire agendo sugli strati di misto granulare, utilizzando rulli a tamburo liscio o tandem, vibranti e non, le cui caratteristiche di peso e potenza verranno definite dall'Appaltatore sulla base della propria esperienza e dello spessore degli strati da addensare.

**d) Controllo della qualità dei materiali e della lavorazione**

Controlli periodici per l'accettazione dei materiali

Oltre alle prove preliminari qualitativamente e quantitativamente indicate in precedenza, l'accettabilità dell'argilla espansa e del misto granulare di interposizione e copertura dovranno essere periodicamente verificate.

L'addensamento dell'argilla espansa sarà controllato principalmente attraverso prove di carico su piastra.

Si dovrà ottenere un modulo

- $M_d \geq 150 \text{ Kg/cm}^2$  misurato su strato di misto di spessore  $\geq 10\text{cm}$ .
- $M_d \geq 250 \text{ Kg/cm}^2$  misurato su strato di misto di spessore  $\geq 20\text{cm}$ .
- $M_d \geq 450 \text{ Kg/cm}^2$  misurato su strato di misto di spessore  $\geq 30\text{cm}$ .

**3.2.4.19 DRENI**

I dreni sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:

- dreni verticali prefabbricati
- dreni in sabbia

Le caratteristiche dei dreni, per quanto concerne il tipo, interasse, lunghezza, diametro e disposizione, saranno definite dal progetto.

Essi hanno la funzione di realizzare nel terreno percorsi preferenziali per la raccolta delle acque ed accelerare i processi di consolidazione dei terreni argillosi saturi in corrispondenza dei rilevati. Eventuali proposte di variazione rispetto alle caratteristiche tipologiche prefissate, dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della DL.

Tali variazioni dovranno comunque essere tali da garantire la medesima capacità e funzionalità.

**Dreni verticali prefabbricati**

Sono dreni prefabbricati industrialmente, costituiti da nastri flessibili ed arrotolabili nei quali esiste un involucro filtrante plastico, cartaceo o in materiali simili avvolto intorno ad un elemento di irrobustimento centrale, sempre in materiale plastico o affine; il nastro può anche essere semplicemente costituito da un unico corpo filtrante in materiale plastico, senza elemento centrale.

I dreni prefabbricati a nastro permettono il flusso dell'acqua presente nel terreno lungo l'asse di sviluppo principale, longitudinale, dell'elemento filtrante.

L'inserimento nel terreno del dreno si esegue mediante l'infissione a pressione di un mandrino che viene successivamente estratto, lasciando in posto il dreno, oppure mediante la penetrazione a vibrazione di un tubo di infissione con elemento vibrante in testa, azionato idraulicamente, che trascina il dreno fino alla profondità richiesta per poi abbandonarlo.

### **Dreni in sabbia**

I dreni in sabbia comportano la realizzazione di una perforazione di tipo verticale che viene successivamente riempita da sabbia opportunamente composta sul piano granulometrico in modo che possa operare come filtro, secondo modalità analoghe a quelle dei dreni prefabbricati.

Le metodologie di perforazione sono le medesime di quelle adottate nel caso di pali trivellati.

### **Dreni verticali prefabbricati - modalità esecutive**

#### a) Caratteristiche dei nastri prefabbricati

Il nastro drenante prefabbricato dovrà avere caratteristiche rese note dalla certificazione ufficiale del Produttore, preventivamente trasmesse alla DL ed approvate dalla medesima.

Sono ammessi nastri con involucro filtrante in tessuto non tessuto o carta con anima in PVC, polietilene o polipropilene, oppure nastri in cui anima ed involucro siano ugualmente costituiti da materiali plastici.

In ogni caso, i nastri prefabbricati dovranno garantire una durata nel tempo adeguata alle necessità di Progetto ed in ogni caso non inferiore a 5-10 anni di esercizio, una portata di scarico assiale non inferiore a  $100 \text{ m}^3/\text{anno}$  (con gradiente idraulico unitario e con l'applicazione all'involucro filtrante di una pressione normale totale pari a  $300 \text{ kN/m}^2$ ) ed un coefficiente di permeabilità trasversale dell'involucro filtrante di almeno  $2 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$

#### b) Attrezzatura di infissione

Si utilizzeranno attrezzature di infissione a pressione o vibrazione montate su torre con guide di scorrimento, in grado di raggiungere con il mandrino od i tubi di infissione la profondità prescritta dal Progetto nel contesto stratigrafico locale. Le caratteristiche delle attrezzature di infissione dovranno essere rese note alla DL.

Qualora motivato dalla necessità di superamento di strati o livelli di particolare resistenza si potrà ricorrere a prefori eseguiti con sonda a rotazione o rotopercolazione.

Il mandrino o la tubazione di infissione dovrà avere sezione trasversale ridotta al minimo indispensabile per garantire la necessaria resistenza.

Il dreno sarà connesso all'utensile di infissione con un elemento a perdere, in grado di garantire il sicuro vincolo del dreno all'utensile durante l'inserzione e l'ancoraggio del dreno al terreno all'atto del ritiro del mandrino o della tubazione a profondità di progetto raggiunta.

c) Lavori preparatori dell'infissione

I dreni saranno realizzati dall'estradosso dei primi strati di rilevato, come riportato negli elaborati progettuali.

I punti di infissione dei dreni saranno materializzati sul terreno mediante picchetti o evidenti punti di riferimento.

Le attrezzature dovranno operare da un piano di lavoro adeguatamente stabile, e tale da escludere variazioni di assetto delle stesse durante le operazioni di infissione.

d) Installazione

L'infissione dei dreni avverrà mediante pressione o vibrazione, con modalità tali, per quanto concerne le massime pressioni esercitate verso il basso e la velocità di penetrazione, da prevenire la rottura dei nastri prefabbricati o il mancato raggiungimento della profondità di progetto.

In casi particolari potranno essere previsti prefori.

Ove presenti geogriglie al piano di posa dei rilevati bisognerà prestare particolare attenzione al fine di evitare il danneggiamento del rinforzo durante l'infissione del dreno.

**Dreni in sabbia - modalità esecutive**

a) Caratteristiche della sabbia drenante

Il materiale granulare utilizzato per il riempimento del foro dovrà essere conforme, per quanto concerne la composizione granulometrica, al fuso definito dal Progetto.

Qualora non definito espressamente, il fuso granulometrico di riferimento sarà il seguente:

APERTURA VAGLIO UNI (mm)	PASSANTE %	
	MIN.	MAX.
0.075	0	3
0.40	0	10
2.00	15	45
5.00	35	75
10.00	70	100

b) Attrezzatura

Sarà cura dell'Impresa comunicare, prima dell'inizio lavori, le caratteristiche delle attrezzature che lo stesso intende utilizzare.

Sono ammesse attrezzature di perforazione nelle quali l'avanzamento dell'utensile e la disgregazione del terreno, che viene asportato dal foro, avvengono mediante l'energia dinamica dell'acqua, attrezzature di perforazione ad elica o attrezzature con caratteristiche diverse.

In ogni caso, le attrezzature dovranno garantire il raggiungimento delle profondità prescritte dal Progetto con il relativo diametro e permettere la realizzazione dei dreni senza rischi di interruzione della continuità del fusto in sabbia.

c) Lavori preparatori

I dreni saranno realizzati dall'estradosso dei primi strati di rilevato, come riportato negli elaborati progettuali.

I punti di perforazione dei dreni saranno materializzati sul terreno mediante picchetti o evidenti punti di riferimento.

d) Perforazione e riempimento dei fori

La conduzione della perforazione sarà eseguita con modalità preventivamente comunicate alla DL, tali da garantire profondità, diametro e continuità del foro, che non dovrà subire alcun collasso parziale o chiusura. Nel caso di impiego di tecniche con disgregazione idraulica del terreno, il foro sarà sempre mantenuto pieno di acqua, per prevenire i danni conseguenti al mancato sostentamento delle pareti del foro mediante contropinta idrostatica. Non è ammesso l'uso di fluidi di perforazioni diversi dall'acqua, priva di additivi se non perfettamente biodegradabili.

Il riempimento dei fori con sabbia sarà eseguito dal basso a risalire, iniziando da fondo foro, mediante il convogliamento della sabbia con tubazioni che, nel caso di perforazione con elica, potranno essere rappresentati dallo spazio anulare cavo interno alle stesse eliche, da ritirare progressivamente con il procedere del riempimento.

Ove presenti geogriglie al piano di posa dei rilevati bisognerà prestare particolare attenzione al fine di evitare il danneggiamento del rinforzo durante la realizzazione del dreni.

A riempimento eseguito, lo scarto sommitale di materiale granulare inquinato dai materiali provenienti dalla perforazione dovrà essere asportato e condotto a discarica e sostituito con nuovo materiale drenante approvato fino a realizzare un materasso drenante sommitale di spessore e caratteristiche conformi al progetto.

#### 3.2.4.20 GEOGRIGLIE DI RINFORZO ALLA BASE DEI RILEVATI

Per problematiche connesse alla stabilità globale dei rilevati sono state localmente introdotte geogriglie di rinforzo alla base dei rilevati.

Ove previste tali geogriglie, posizionate all'interno del corpo rilevato secondo quanto prescritto negli elaborati progettuali, devono rispettare le seguenti prescrizioni:

I valori di resistenza delle geogriglie di rinforzo sono dipendenti dalla legge sforzi deformazioni in funzione del polimero utilizzato.

Il calcolo degli sforzi di trazione massimi di calcolo  $T_r$ , con riferimento allo stato limite ultimo, sono indicati negli elaborati progettuali.

Con riferimento alla norma BS8006:1995 "Code of practice for Strengthened/reinforced soils and other fills" il fornitore della geogriglia dovrà garantire il soddisfacimento dei requisiti imposti dai valori di calcolo della tabella "sforzi sulle geogriglie  $T_r$ " (indicati negli elaborati progettuali) con le seguenti indicazioni:

- deformazione massima: 10%;
- certificazione dei coefficienti parziali del materiale:  $f_m$ ;
- coefficiente parziale di sicurezza sulla durabilità e tipologia dell'opera :  $f_n=1.1$ .

La resistenza caratteristica del rinforzo  $T_b$  dovrà essere tale da rispettare la seguente disuguaglianza:

$$T_b/(f_n \cdot f_m) \geq T_r.$$

### **3.2.5. DUNE**

Le dune saranno realizzate secondo quanto previsto dal progetto costruttivo ed eventuali specifiche tecniche integrative e dovranno, qualora previsto, essere richieste le autorizzazioni delle competenti autorità.

Dovranno essere predisposte eventuali aree di deposito e/o stoccaggio per materiali di risulta da scavi o per cumulo di terreni da utilizzare.

Il materiale da impiegare (reti metalliche, geogriglie, biostuoie, specie vegetali e quant'altro previsto) dovrà essere qualificato ed essere conforme al progetto.

Il terreno da utilizzare per la costruzione delle dune deve essere giudicato atto allo scopo e corrispondente alle prescrizioni progettuali.

In corso d'opera dovranno essere controllati modalità e fasi di posa di eventuali reti metalliche, geogriglie o biostuoie di contenimento dune, compreso il corretto inserimento di sostegno quali staffe e/o barre di rinforzo. Le eventuali reti e/o le eventuali biostuoie utilizzate dovranno essere integre prima del loro montaggio e sagomatura. Sagomatura, altezza, sviluppo e montaggio delle reti dovranno essere conformi a quanto previsto in progetto.

Il riempimento deve essere svolto rispettando l'andamento previsto negli elaborati progettuali e compattato secondo le modalità previste. Dovranno essere inoltre verificate le chiusure degli elementi posati.

Dovranno anche essere eseguiti dei controlli sulle specie vegetali da piantumare che dovranno presentarsi in buono stato di conservazione.

Infine la semina sulla scarpata e le piantumazioni dovranno svolgersi nel rispetto di definite prescrizioni.

### **3.2.6. SPECIFICA DI CONTROLLO QUALITÀ**

#### **3.2.6.1 DISPOSIZIONI GENERALI**

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

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

L'Impresa per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, terre, calci, cementi, etc) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio Ufficiale, autorizzato e/o qualificati dall'AS/DL, ivi compresi i laboratori di cantiere.

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

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

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

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

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

La frequenza minima delle prove ufficiali sarà quella indicata nella Tabella 2.

I materiali da impiegare a rilevato, sono caratterizzati e classificati secondo le Norme UNI EN 13242, UNI EN 13285, UNI EN ISO 14688-1, 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. 14.01.08
PIANI DI POSA DEI RILEVATI	Classificazione delle terre  Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	UNI EN 13242, UNI EN 13285, UNI EN ISO 14688-1  UNI EN 13286-2 B.U.- C.N.R. n.22 UNI EN 13286-47 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
PIANI DI POSA DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA	Classificazione delle terre  Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	UNI EN 13242, UNI EN 13285, UNI EN ISO 14688-1  UNI EN 13286-2 B.U.- C.N.R. n.22 UNI EN 13286-47 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
FORMAZIONE DEI RILEVATI	Classificazione delle terre  Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra Impiego della calce	UNI EN 13242, UNI EN 13285, UNI EN ISO 14688-1  UNI EN 13286-2 B.U.- C.N.R. n.22 UNI EN 13286-47 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI B.U.- C.N.R. n.36 A VII

### **PROVE DI LABORATORIO**

Accertamenti preventivi.

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

- analisi granulometrica ;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua ;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4;
- prova di costipamento con energia AASHO Modificata (UNI EN 13286-2) ;
- la caratterizzazione e la frequenza delle prove è riportata in Tabella 2.

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 presso altro Laboratorio Ufficiale e/o qualificato dall'AS, ivi compresi i laboratori di cantiere.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio di Direzione Lavori previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

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

La frequenza e le modalità delle prove sono riportate nella Tabella 2.

#### ***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 (solo per l'asse autostradale le prove di massa volumica in sito verranno eseguite ogni 100 ml), 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.

Al fine di valutare l'omogeneità prestazionale del singolo strato possono essere adottate, a discrezione della DL, prove LWD (Light Weight Deflectometer tipo Dynatest) opportunamente tarate su prove di carico con piastra statiche.



**TABELLA 1**  
**FORMAZIONE DEL RILEVATO - GENERALITÀ, CARATTERISTICHE E REQUISITI DEI MATERIALI**

<b>Prospetto I - Classificazione delle terre</b>													
<b>Classificazione generale</b>	<b>Terre ghiaio - sabbiose</b> Frazione passante allo staccio 0,075 ≤ 35%							<b>Terre limo - argillose</b> Frazione passante allo staccio 0,075 > 35%					<b>Torbe e terre organiche palustri</b>
	A 1		A 3	A 2				A 4	A 5	A 6	A 7		
Gruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
Sottogruppo													
Analisi granulometrica Frazione passante al staccio													
2 %	≤50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,4 %	≤ 30	≤ 50	> 50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,075 %	≤15	≤25	≤10	≤ 35	≤35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI2332													
Limite liquido	—	—	—	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	> 40
Indice di plasticità	≤ 6	—	N.P.	≤ 10	≤ 10max	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	> 10	> 10 (IP ≤ IL-30) (IP > LL-30)
Indice di gruppo	0	0	0	0	0	0	0	≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤20	

Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grassa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fine	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa	Limi poco compressibili	Limi poco compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono			Da mediocre a scadente					Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve		Media	Molto elevata		Media	Elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nullo		Nulla o lieve	Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato	
Permeabilità	Elevata		Media o scarsa			Scarsa o nulla			
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabile	Aspri al tatto - Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla	Reagiscono alla prova di scuotimento* - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento* - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di color bruno o nero - Facilmente individuabili a vista

\* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille . Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera , che comparirà comprimendo il campione fra le dita.



**TABELLA 2**  
Frequenza delle prove (almeno 1 ogni m<sup>3</sup> \_\_\_\_\_)

TIPO DI PROVA	RILEVATI STRADALI				TERRE RINFORZATE	
	Corpo del rilevato		Ultimo strato di cm 30		primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>
	primi 5000 m <sup>3</sup>	succe ssivi m <sup>3</sup>	primi 5000 m <sup>3</sup>	successi vi m <sup>3</sup>		
Classificazione UNI EN 13285,UNI EN ISO 14688-1	500	10000	500	2500	500	5000
Costipamento AASHO Mod. CNR	500	10000	500	2500	500	5000
Massa volumica in si B.U. CNR n.22	250	5000	250	1000	250	1000
Prova di carico su piastra CNR 146-1992	1000	10000	500	2000	1000	5000
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000
pH	*	*	*	*	500	5000
Solfati e cloruri	*	*	*	*	5000	5000

\* Su prescrizione delle Direzione Lavori  
\*\* Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato

### 3.2.6.2 CONTROLLO DEI MATERIALI IMPIEGATI NEL MIGLIORAMENTO E NELLA STABILIZZAZIONE A CALCE E/O CEMENTO

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

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

#### **PROVE DI LABORATORIO**

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

- analisi granulometrica (una almeno ogni 1.000 m<sup>3</sup> di materiale);
- determinazione del contenuto naturale d'acqua (una ogni giorno);
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 (una almeno ogni 1.000 m<sup>3</sup> di materiale);

Sul materiale trattato, verranno effettuate le seguenti prove:

- Polverizzazione del materiale trattato (una ogni 2000 m<sup>2</sup>)
- CBR dopo 7 giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua (una ogni 2000 m<sup>2</sup>)

#### **PROVE IN SITO**

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

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

Sarà effettuata una prova ogni 1000 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

#### **PROVE DI CONTROLLO SUL PIANO DI POSA**

Tutte le prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati, sottoposto a stabilizzazione con calce e cemento, saranno effettuate ogni 2000 m<sup>2</sup>.

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.

### 3.2.6.3 CONTROLLO DEI MATERIALI RICICLATI DA RIFIUTI SPECIALI DA DEMOLIZIONE EDILE

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

#### **PROVE DI LABORATORIO**

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le prove di laboratorio, eseguite ogni 3'000 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera, così come previsto dalla Circolare n° 5205/2005 da eseguirsi a cura del Fornitore presso un opportuno laboratorio.

In aggiunta alle suddette prove occorre eseguire ogni 3'000 mc le seguenti prove:

- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (UNI EN 13286-2);
- determinazione della percentuale di rigonfiamento secondo le modalità previste per la prova CBR (UNI EN 13286-47);
- verifica della sensibilità al gelo (CNR BU n° 80/80), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A);
- prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;
- analisi granulometrica

#### **PROVE IN SITO**

Le prove in sito saranno effettuate secondo quanto riportato nella Tabella 2.

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

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

Sarà effettuata una prova ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

### 3.2.6.4 CONTROLLO DEI MATERIALI RICICLATI DA RIFIUTI SPECIALI INDUSTRIALI – SCORIE

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

#### **PROVE DI LABORATORIO**

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

- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (UNI EN 13286-2);
- determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità);
- analisi granulometrica.

Le suddette prove saranno effettuate ogni 1000 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

Per le loppe d'altoforno, qualora la determinazione dell'umidità ottimale e del grado di costipamento non siano ottenibili mediante la prova di costipamento con procedimento AASHO modificato, il materiale posto in opera deve garantire un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7.

#### **PROVE IN SITO**

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

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

Sarà effettuata una prova ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

#### **3.2.6.5 TELO GEOTESSILE "TESSUTO NON TESSUTO"**

Quando previsto dal progetto lo strato di geotessile da stendere 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.

Il telo «geotessile» dovrà avere i valori minimi di resistenza a trazione longitudinale e trasversale riportati al p.to 2.4.7.4 salvo diverse indicazioni previste dagli elaborati progettuali, con funzioni, caratteristiche e metodi di prova da utilizzare secondo quanto previsto dalle norme UNI EN 13249-13251-13256; per le altre caratteristiche fisico-meccaniche si rimanda al p.to 2.4.7.4 .

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, per quanto concerne le modalità di campionatura del geotessile si rimanda a quanto previsto dalla normativa di riferimento.

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

La qualificazione del materiale sarà effettuata mediante le prove previste dalle norme UNI EN 13249 – 13251 – 13256 .

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 30cm 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.

### 3.2.6.6 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 ;
- eventuale determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio.
- determinazione della massa volumica del secco e dei corrispondenti valori di umidità ottima mediante prova di compattazione AASHO Modificata (UNI EN 13286-2), (CNR 22 - 1972).

#### 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 sarà la seguente:

- Rilevati
  - 1 prelievo ogni 100 metri lineari circa di fondo scavo e comunque almeno uno per WBS
  - almeno 1 prova di compattazione AASHO Modificata per WBS
- Gallerie e Trincee
  - 1 prelievo ogni 2000 mq di fondo scavo e comunque almeno uno per WBS

B) Prove in sito

Terre :

- prova di densità in sito, con frequenza di almeno 1 per ciascuna WBS
- 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.

I laboratori presso i quali effettuare le prove saranno quelli qualificati da AS ivi compresi i laboratori di cantiere.

### 3.2.6.7 CONTROLLO DRENI PREFABBRICATI

#### A) Controllo dei materiali

Il produttore allegnerà ad ogni lotto una certificazione del prodotto dove saranno riportate le caratteristiche del materiale conformi a quanto specificato dal presente capitolato.

B) Attrezzature d'infissione

L'impresa dovrà presentare, prima dell'inizio dei lavori e per conoscenza, all DL una relazione tecnica riguardante le metodologie scelte per la realizzazione dei dreni e le caratteristiche delle attrezzature.

Qualora si preveda di impiegare sonde a rotazione o a rotopercolazione, la DL dovrà approvare specificatamente l'impiego di tali attrezzature.

Durante la posa in opera dovrà essere redatta una apposita scheda sulla quale dovrà essere riportata la effettiva lunghezza installata per ciascun dreno.

Si dovrà riportare inoltre la posizione planimetrica rispetto agli elaborati di progetto, e che questa non si discosti più di 10 cm dalla suddetta posizione.

**3.2.6.8** CONTROLLO DRENI IN SABBIA

A) Qualifica dei materiali

L'Impresa per ogni lotto fornito, e comunque ogni 100 m<sup>3</sup> di sabbia, dovrà effettuare prove granulometriche atte a verificare la conformità della partita alla granulometria specificata negli elaborati progettuali.

In assenza di tali specifiche, si adotterà il fuso riportato nel punto 2.7.8.4. del presente capitolato.

B) Attrezzature d'impiego

Qualora si preveda di impiegare fluidi di perforazione diversi da acqua o additivi di questa, si richiederà l'approvazione specifica della DL.

C) Fase esecutiva

In fase esecutiva per ogni dreno si dovrà compilare una scheda sulla quale verranno riportate: discordanza con la posizione di progetto, che comunque non dovrà essere superiore a 10 cm;

- profondità raggiunta dalla perforazione;
- quantitativo complessivo di sabbia immessa;
- caratteristiche della certificazione relativa al lotto di materiale granulare;
- caratteristiche delle attrezzature di perforazione;
- fluido impiegato per la perforazione.

## **4. SEZ. 04 “DEMOLIZIONI”**

---

### **4.1. GENERALITÀ**

---

#### **4.1.1. MURATURE E FABBRICATI**

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

Verranno impiegati i mezzi previsti dal POS:

- scalpellatura a mano o meccanica;
- martello demolitore;
- pinze / Attrezzi idraulici;
- seghe circolari/ fili diamantati;
- agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

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

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

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

Nel caso di demolizioni parziali, 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 negli oneri da tenere in considerazione a carico dell'impresa.

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 sottostanti e le proprietà di terzi.

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

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

Per le demolizioni da eseguirsi su autostrada in esercizio, l'impresa dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Direzione di Tronco, tramite la Direzione Lavori, le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

In particolare, la demolizione delle travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su autostrade in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.

I materiali di risulta, sia classificati come sottoprodotti che rifiuti, resteranno di proprietà dell'Impresa esecutrice, in qualità di produttrice. Il materiale classificato come sottoprodotto potrà essere reimpiegato soltanto se ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

#### **4.1.2. IDRODEMOLIZIONI**

La idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio su strutture di ponti e viadotti dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1500 bar, con portate fino a 300 l/min, regolabili per quanto attiene la velocità operativa.

Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in progetto.

L'Impresa dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale, alla gestione dell'eventuale refluo e la pulizia della superficie risultante.

Le attrezzature impiegate dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico.

Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro ( D.Lgs. 81/08) alle quali l'impresa dovrà uniformarsi in sede operativa.

#### **4.1.3. DEMOLIZIONE DI PAVIMENTAZIONE O MASSICCIATA STRADALE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO**

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Tali attrezzature dovranno avere caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttive idonee; il materiale fresato dovrà risultare idoneo, ad esclusivo giudizio della stessa Direzione Lavori, per il reimpiego nella confezione di conglomerati bituminosi.

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.

Per interventi di scarifica, ripristino o rientranti nella fattispecie di cui al par. 5.1.8.1 della sezione PAVIMENTAZIONI 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 sgretolature.

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

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta.

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

## **5. SEZ. 05 “MURATURE”**

---

### **5.1. MURATURE**

---

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, la costruzione di voltine, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori.

Per ricevere le travi in genere, le pietre da taglio e quant'altro non viene messo in opera durante la formazione delle murature; per il passaggio dei tubi delle pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufa e camini, cessi, orinatoi, lavandini, ecc.; per le condutture elettriche di campanelli, di telefoni, e di illuminazione; per gli zoccoli, arpioni di porte e finestre, soglie inferriate, ringhiere, davanzali, ecc. Quanto detto in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare i muri già costruiti per praticarvi i fori suddetti.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.

La muratura procederà a filari allineati, coi piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti venisse prescritto.

All'interno con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, nei quali la temperatura si mantenga per molte ore al disotto di zero gradi centigradi.

Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere di muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno purché, al distacco del lavoro vengano adottati i provvedimenti di uso comune per difendere le murature dal gelo notturno.

Le facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per 15 giorni dalla loro ultimazione, od anche più se sarà richiesto dalla Direzione dei Lavori.

Sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, sarà disteso uno strato isolante formato da uno strato di malta cementizia grassa dello spessore di circa 1 cm e sovrapposti due strati di cartone catramato bisabbiato dello spessore, ognuno, non inferiore ai 2 mm. Tanto il primo cartone quanto il secondo dovranno essere abbondantemente spalmati con bitume a caldo. Sullo strato isolante, così formato, verrà impostata la muratura di elevazione.

In tutti i fabbricati a più vani dovranno eseguirsi ad ogni piano, e su tutti i muri portanti, cordoli di conglomerato cementizio di altezza minima cm 20 (venti) con armatura metallica costituita da quattro tondini del diametro non inferiore a mm 14 (quattordici) se di ferro omogeneo ed a mm 12 (dodici) se di acciaio semiduro, mentre le legature trasversali dovranno essere di tondini del diametro non inferiore a mm 5

(cinque) e poste a distanza non superiore a cm 30 (trenta) per assicurare un perfetto collegamento e la maggior rigidità alla costruzione.

I materiali, all'atto dell'impiego, dovranno essere abbondantemente bagnati per immersione sino a sufficiente saturazione.

Essi dovranno essere messi in opera a regola d'arte, con le connessure alternate in corsi ben regolari, saranno posti sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rimonti all'ingiro e riempia tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 1 cm, né minore di 1/2 cm.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le malte da impiegare per la esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che congiunti fra mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e collegantisi a morsa con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto si dovrà aver cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di migliore cottura a spigolo vivo, meglio formati e di colore uniforme, disponibili con perfetta regolarità di piani a ricorrere ed alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di mm 7 e, previa la loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica e diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavature.

Gli archi, le piattabande e volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale ala curva dell'intradosso tracciata sopra le centinatura e le connessure non dovranno mai eccedere la larghezza di mm. 12 all'estradosso.

La muratura di pietrame a secco dovrà essere eseguita con pietre ridotte col martello alla forma più che sia possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che contrastino e si concatenino fra loro il più possibile scegliendo per i paramenti quelle di dimensioni non inferiori a cm 20 di lato, e le più adatte per il migliore combaciamento.

Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali. Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie, soltanto per appianare i corsi e riempire interstizi fra pietra e pietra.

Per i cantonali si useranno le pietre di maggiori dimensioni e meglio rispondenti allo scopo. La rientranza delle pietre del paramento non dovrà mai essere inferiore all'altezza del corso. Inoltre si disporranno frequentemente pietre di lunghezza tale da penetrare nello spessore della muratura.

A richiesta della Direzione dei Lavori l'impresa dovrà lasciare opportune feritoie regolari e regolarmente disposte, anche in più ordini, per lo scolo delle acque.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno, in controripa, o comunque isolati, sarà sempre coronata con una copertina di muratura di malta o di calcestruzzo, delle dimensioni che, di volta in volta, verranno fissate dalla Direzione dei Lavori.



### **5.1.1. MURATURE DI PIETRE E MALTA**

La muratura di pietrame con malta cementizia dovrà essere eseguita con elementi di pietrame delle maggiori dimensioni possibili e, ad ogni modo, non inferiore a cm 25 in senso orizzontale, cm 20 in senso verticale e cm 30 di profondità.

Per i muri di spessore di cm 40 si potranno avere alternanze di pietre minori.

Le pietre, prima del collocamento in opera, dovranno essere diligentemente pulite ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, lavate.

Nella costruzione della muratura, le pietre dovranno essere battute col martello e rinzepate diligentemente con scaglie e con abbondante malta, così che ogni pietra resti avvolta dalla malta stessa e non rimanga alcun vano od interstizio. In assenza di specifiche indicazioni progettuali la malta verrà dosata con Kg 350 di cemento per ogni m<sup>3</sup> di sabbia.

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta);
- a mosaico grezzo;
- con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta), il pietrame dovrà essere scelto diligentemente e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate e adattate col martello, in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 10.

Nel paramento a mosaico grezzo, le facce viste dei singoli pezzi dovranno essere ridotte, col martello a punta grossa, a superficie piana poligonale; i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a corsi pressoché regolari, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadri, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 millimetri.

Nel paramento a corsi regolari, i conci dovranno essere resi perfettamente piani e squadri, con la faccia vista rettangolare, lavorata a grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiori di cm 5.

La Direzione dei Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari del paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno due terzi della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di cm 15 nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a cm 30; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di cm 20.

In entrambi i paramenti a corsi, lo spostamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di cm 10 e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere e da qualche altra materia estranea, lavandole a grande acqua e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

Il nucleo della muratura dovrà essere costruito sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni.

Riguardo al magistero ed alla lavorazione della faccia vista in generale, ferme restando le prescrizioni suindicate, viene stabilito che l'Appaltatore è obbligato a preparare, a proprie cure e spese, i campioni delle diverse lavorazioni per sottoporli all'approvazione del Direttore dei Lavori, al quale spetta esclusivamente giudicare se esse corrispondano alle prescrizioni del presente articolo. Senza tale approvazione l'Appaltatore non può dar mano alla esecuzione dei paramenti delle murature di pietrame.

#### **5.1.2. MURATURE DI CALCESTRUZZO CON PIETRAMI ANNEGATO (CALCESTRUZZO CICLOPICO)**

Quando la Direzione dei Lavori l'avrà preventivamente autorizzato mediante ordine di servizio, potrà essere impiegato per determinate opere murarie (muri di sostegno, sottoscarpa, riempimento di cavi o pozzi di fondazioni, briglie, ecc.) pietrame annegato nel calcestruzzo, sempre però di dimensioni mai superiori a 1/3 dello spessore della muratura. Il pietrame dovrà presentarsi ben spigolato, scevro da ogni impurità, bagnato all'atto dell'impiego e non dovrà rappresentare un volume superiore al 40% del volume della muratura.

### **5.1.3. MURATURE IN PIETRA DA TAGLIO**

La pietra da taglio nelle costruzioni delle diverse opere dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata a norma delle prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:

- a grana grossa;
- a grana ordinaria;
- a grana mezzo fina;
- a grana fina.

Per pietra da taglio a grana grossa si intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza far uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti.

Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi.

La pietra da taglio si intenderà infine lavorata a grana mezzo fina e a grana fina, secondo che le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani o a denti finissimi.

In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati, in modo che le connessioni fra concio e concio non eccedano la larghezza di mm 5 per la pietra a grana ordinaria e di mm 3 per le altre.

Prima di cominciare i lavori, qualora l'amministrazione non abbia già provveduto in proposito ed in precedenza dell'appalto, l'Appaltatore dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari generi di lavorazione della pietra da taglio e sottoporli per l'approvazione alla Direzione dei Lavori, alla quale esclusivamente spetterà giudicare se essi corrispondano alle prescrizioni.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fina. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse difetti verrà rifiutata, e l'Appaltatore sarà in obbligo di farne l'immediata surrogazione, anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero, sia al momento della posa in opera, sia dopo e sino al collaudo.

Le forme e dimensioni di ciascun concio in pietra da taglio dovranno essere perfettamente conformi ai disegni dei particolari consegnati all'Appaltatore, od alle Istruzioni che all'atto dell'esecuzione fossero eventualmente date dalla Direzione dei Lavori. Inoltre, ogni concio dovrà essere sempre lavorato in modo da potersi collocare in opera secondo gli originali letti di cava.

Per la posa in opera si potrà fare uso di zeppe volanti, da togliere però immediatamente quando la malta rifluisce nel contorno della pietra battuta a muzzuolo sino a prendere la posizione voluta.

La pietra da taglio dovrà essere messa in opera con malta dosata a Kg. 400 di cemento normale per metro cubo di sabbia e, ove occorra, i diversi conci dovranno essere collegati con grappe ed arpioni di rame, saldamente suggellati entro apposite incassature praticate nei conci medesimi.

Le connessioni delle facce viste dovranno essere profilate con cemento a lenta presa, diligentemente compresso e liscio mediante apposito ferro.

#### 5.1.3.1 PARETI DI UNA TESTA ED IN FOGLIO CON MATTONI PIENI E FORATI

I tramezzi di una testa ed in foglio verranno eseguiti con mattoni scelti, esclusi i rottami, i laterizi incompleti e quelli mancanti di qualche spigolo.

Tutti i tramezzi, di qualsiasi specie, saranno eseguiti colle migliori regole dell'arte, a corsi orizzontali ed a due fili per evitare la necessità di forte impiego di malta per l'intonaco; la chiusura dell'ultimo corso sotto il soffitto sarà ben serrata, se occorre, dopo congruo tempo, con scaglie e cemento.

#### 5.1.4. MURATURE IN BLOCCHI PORIZZATI

Muratura realizzata con blocco semipieno in laterizio alleggerito in pasta tipo POROTON® per tamponamenti di spessore 25 cm, avente peso specifico apparente pari a circa 700 kg/m<sup>3</sup> e percentuale di foratura ≤ al 65% e conforme al D.M. 20/11/1987, D.M. 16/1/1996 e alle nuove norme tecniche per le costruzioni.

##### 5.1.4.1 GENERALITA'

All'interno del cantiere deve essere predisposta un'area per il deposito dei pacchi provenienti dalla fornace. È bene che il materiale non venga posato a diretto contatto con il terreno in quanto in tal modo potrebbe assorbire umidità, humus, ecc. e dare luogo, in fase di posa in opera, a problemi di efflorescenze localizzate od a fenomeni di non perfetta aderenza tra malta-intonaco e blocco. Specialmente durante la stagione invernale è bene proteggere il materiale dalle intemperie al fine di evitare che l'azione dell'acqua piovana e del gelo possano in qualche modo danneggiarlo.

##### 5.1.4.2 SCELTA DEGLI ELEMENTI

- Prima della fase di posa in opera deve essere fatta una cernita degli elementi eventualmente difettosi presenti all'interno dei pacchi. Anche nel caso di un materiale di qualità (quale è il POROTON®) può succedere che alcuni elementi risultino danneggiati o comunque non conformi alle regole di accettazione dei prodotti in laterizio. In tal caso il muratore dovrà scartare gli elementi eventualmente difettosi (la cernita deve essere particolarmente accurata nel caso in cui si preveda l'impiego dei blocchi in strutture murarie fortemente sollecitate).

#### 5.1.4.3 POSA IN OPERA

Nella fase di posa in opera di blocchi è opportuno operare in modo tale che sia soddisfatto quanto segue:

- a) I giunti di malta orizzontali siano i più regolari possibili e di spessore compreso tra 5 e 15 mm;
- b) I giunti di malta orizzontali e verticali siano accuratamente riempiti fino alla superficie esterna (le eventuali sbavature verso l'esterno vanno subito tolte con la cazzuola);
- c) Le facce del muro siano tra loro parallele e gli spigoli risultino perfettamente verticali e controllati con il filo a piombo;
- d) I vari corsi di blocchi devono essere tra loro adeguatamente sfalsati al fine di ottenere un buon collegamento degli elementi che compongono il muro. Si può assumere per lo sfalsamento S dei giunti verticali il seguente riferimento:  
 $S \geq 0,4 h$  dove h indica l'altezza del blocco;
- e) I blocchi eventualmente tolti perché murati in modo non corretto devono essere riutilizzati con malta nuova;
- f) I giunti orizzontali e verticali possono essere opportunamente interrotti in modo da formare due strisce parallele al piano medio del muro ad una distanza consigliata di circa 2÷4 cm e comunque non superiore a  $t/3$  (dove t è lo spessore del muro). L'interruzione del giunto di malta, anche di un solo centimetro, consente di ottenere un miglioramento delle caratteristiche termiche della parete e può essere operata sia in presenza di murature portanti che di tamponamento. Per murature portanti particolarmente sollecitate si consiglia comunque di porre particolare attenzione alla qualità della malta e di limitare la larghezza dell'interruzione del giunto;
- g) nel caso di impiego di blocchi ad incastro si consiglia di eseguire sempre il giunto di malta verticale se il blocco è conformato in modo tale da consentire di ricavare un'apposita tasca per l'alloggiamento della malta stessa;
- h) nel caso in cui non si riesca ad "arrivare in quota" con un numero intero di corsi si consiglia, per raggiungere la quota voluta, di tagliare i blocchi. È del tutto sconsigliato l'uso di soluzioni alternative (quali l'impiego di elementi di altra natura – blocchi o mattoni in laterizio normale, a fori orizzontali od altro);
- i) i blocchi sono di regola elementi da disporre in opera con foratura disposta in senso verticale.
- l) la profondità della zona di appoggio di eventuali architravi sopra porta o sopra finestra deve essere almeno pari a  $2/3$  dello spessore del muro.

#### 5.1.4.4 PROTEZIONE DELLE MURATURE IN CORSO D'OPERA

La muratura deve essere protetta sia in fase di posa in opera che dopo la realizzazione dei muri fino a che non sia stato eseguito il relativo solaio di piano.

In caso di pioggia è necessario interrompere i lavori e coprire le teste delle murature con teli di plastica od altro mezzo al fine di evitare che i fori verticali si riempiano d'acqua. Questa prescrizione va rispettata al fine di non dare origine ad una serie di problemi, anche gravi, che di solito si manifestano a costruzione ultimata

(macchie di umidità, muffe, ecc). Il lavoro di posa dovrà essere interrotto in presenza di temperature prossime od inferiori a 0°C.

### **5.1.5. MURATURE IN BLOCCHI DI CALCESTRUZZO (ALLEGGERITI E NON)**

#### **5.1.5.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I materiali e gli impasti usati, il metodo di fabbricazione dei blocchi prefabbricati e la loro stagionatura, dovranno corrispondere a tutte le prescrizioni delle leggi e delle norme di unificazione vigenti, esistenti in materia.

Inoltre dovranno essere osservate:

ANPEL - Raccomandazioni della Associazione Nazionale Produttori Elementi Leca

Norme emanate dal Ministero degli Interni in materia di prevenzione incendi.

#### **5.1.5.2. CARATTERISTICHE TECNICHE**

Le murature di tamponamento portanti saranno del tipo in calcestruzzo vibrocompresso ad alta omogeneità conformato con sezione cava, confezionati con inerti privi di silice amorfa e perdita in massa valutata con il metodo Los Angeles <30%.

Tali manufatti saranno confezionati utilizzando cemento conforme alle UNI ENV 197.

Gli elementi avranno coefficiente medio di assorbimento capillare  $C_{w,s} < 32$  (prEN 772-11); un assorbimento d'acqua per immersione totale  $< 15$  (prEN 772-8); dovranno garantire sia l'idrofugazione di massa, che la traspirabilità per cui avranno una massa volumetrica media pari a 2050 Kg/m<sup>3</sup> (variaz.  $< 50$  Kg/m<sup>3</sup> – prEN 772-13).

La direzione lavori si riserva inoltre di verificare direttamente quanto sopra, o tramite incaricati di fiducia. La posa avverrà con malta tradizionale classe M3 (resistenza media alla compressione  $M3 \geq 50$  N/mm<sup>2</sup>) opportunamente additivata con idrorepellenti di massa compatibili con il sistema di idrorepellenza dei manufatti in cls. Costituenti la muratura ed i giunti dovranno essere stilati in modo da non presentare alcuna irregolarità od interruzione.

La muratura dovrà garantire assenza di fessurazioni da ritiro igrometrico per cui il ritiro tra condizioni estreme dovrà essere inferiore a 0,7 mm/m (prEN 772-14) e saranno da prevedere opportuni giunti di dilatazione.

La stessa andrà strutturata secondo le sollecitazioni previste dal D.M. del 16.01.1996 e successive modifiche e vincolata alla struttura portante mediante fissaggi che consentono i movimenti relativi muratura-struttura.

#### **5.1.5.3. COMPOSIZIONE SPECIFICA DELLE MALTE**

Le malte per la stesura di blocchi saranno a base di inerti naturali, con dosaggio del legante indicato nella tabella:

per blocchi in muratura portante (Malta tipo M3 D.M. 20/11/87): Cemento 260 Kg – Calce idraulica 240 Kg – Sabbia 1 m<sup>3</sup>

per blocchi in muratura di tamponamento e divisorie: Cemento 100Kg – Calce idraulica 400Kg – Sabbia 1m<sup>3</sup>.  
Nel caso si desideri migliorare la resistenza al fuoco del paramento murario a facciavista è consigliabile sostituire la sabbia con la Sabbia Leca secondo i seguenti dosaggi:

per blocchi in murature divisorie: Cemento 250 Kg – Calce idraulica 250 Kg – Sabbia Leca 1 m<sup>3</sup>.

L'impasto deve avere una consistenza fluido-plastica al fine di evitare un'eccessiva colatura durante le fasi di posa. La malta deve essere additivata con prodotti idrofughi (in ragione di circa Lt. 20 per m<sup>3</sup> di malta) in modo che tutta la parete sia resa "idrorepellente". In base al colore dei blocchi è possibile confezionare malte colorate, aggiungendo appositi coloranti in polvere in misura diversa, a seconda della tonalità desiderata.

#### COMPOSIZIONE DELLE MALTE DI POSA

Tipo di malta	Cemento		Calce idraulica		Sabbia		
	Kg	Parti Vol.	Kg	Parti Vol.	m <sup>3</sup>	Kg	Parti Vol.
M1	430	1	-	-	1	1500	3
M2	325	1	150	0,5	1	1500	4
M3	260	1	240	1	1	1500	5
M4	145	1	260	2	1	1500	9
Facciavista	100	0,4	400	1,7	1	1500	5
Tagliafuoco	250	1	250	1			

Densità Cemento in polvere: -1300 Kg/m<sup>3</sup> – Densità Calce idraulica in polvere: -1200 Kg/m<sup>3</sup>

Densità Sabbia in mucchio: -1500 Kg/m<sup>3</sup> – Densità Sabbia Leca in mucchio: -700 Kg/m<sup>3</sup>

#### RESISTENZE MECCANICHE

La resistenza meccanica a compressione dovrà essere testata in conformità alle prEN 772-1 e risultare:

#### Blocchi portanti - spessore cm 30

Tipo di impasto	►	Normale da intonaco
Isolamento termico	K	0,53
Isolamento acustico	dB	53
Classe resist. Al fuoco REI	Min.°	> 240

Peso del blocco	Kg	20
Resistenza caratteristica		≥ 40 Kg/cm <sup>2</sup>

Blocchi portanti spessore cm 25

Tipo di impasto	▶	Normale intonaco	da
Isolamento termico	K	0,70	
Isolamento acustico	dB	48	
Classe resist. Al fuoco REI	min.°	> 240	
Peso del blocco	Kg	16	
Resistenza caratteristica		≥ 40 Kg/cm <sup>2</sup>	

Blocchi portanti e/o tamponamento - spessore cm 20

Tipo di impasto	▶	Normale intonaco	da
Isolamento termico	K	0,85	
Isolamento acustico	dB	48	
Classe resist. Al fuoco REI	min.°	> 240	
Peso del blocco	Kg	14	
Resistenza caratteristica		≥ 40 Kg/cm <sup>2</sup>	

Blocchi di tamponamento spessore 12 cm.

Tipo di impasto	▶	Normale intonaco	da	Faccia – vista
Conduttanza	C	2,1		3,5
Isolamento acustico	DB	40		43



Classe resist. Al fuoco REI	Min.'	180	150
Peso del blocco	Kg	8	11

#### 5.1.5.4 PROVE DI IMBIBIZIONE - LIMITAZIONE D'IMPIEGO

Le prove si eseguiranno su cinque campioni per ogni tipo e per ogni partita di 1000 elementi o frazione di 1000. Non potrà essere iniziata la messa in opera degli elementi la cui partita non sia stata sottoposta a prova con esito favorevole su tutti i campioni. I campioni da sottoporre a prova dovranno essere condizionati in ambiente avente temperatura non inferiore a 15°C.

Verranno immersi in acqua sulla base minore sino ad una altezza di 10 cm, contrassegnando sul campione il livello dell'acqua. Ogni 12 ore verranno rilevate le altezze raggiunte dall'acqua di imbibizione. Potranno essere impiegati per strutture esterne solo gli elementi i cui livelli di assorbimento siano contenuti entro i seguenti valori:

per elementi prodotti con argilla espansa: dopo 6 ore: 2 cm costanti per almeno 168 ore.

Nel caso la prova abbia esito negativo l'Appaltatore dovrà provvedere ad allontanare dal cantiere tutti gli elementi della partita interessata, oppure se impiegabili in strutture interne, dovranno essere contrassegnati sulle due facce.

#### 5.1.5.5 POSA IN OPERA

Nella costruzione di murature con blocchi cementizi prefabbricati, dovranno essere rispettate le raccomandazioni delle presenti specifiche tecniche.

In particolare per impieghi in faccia a vista o su paramenti esterni i blocchi dovranno essere murati con la parte cava rivolta verso il basso per evitare accumuli di acqua.

#### 5.1.5.6 GIUNTI DI DILATAZIONE

Dovranno essere rispettate le raccomandazioni delle presenti specifiche tecniche.

#### 5.1.5.7 PROTEZIONE CONTRO LE INFILTRAZIONI

Dovranno essere rispettate le raccomandazioni delle presenti specifiche tecniche.

#### 5.1.5.8 RESISTENZA AL FUOCO

Le murature con caratteristiche di resistenza al fuoco saranno realizzate con blocchi idonei, ufficialmente certificati dal Ministero degli Interni. Tutte le murature dovranno corrispondere alla classe di resistenza al fuoco, REI 120, REI 90, REI 60 richiesta, ed in merito il fornitore dovrà presentare certificato di omologazione della muratura nel suo complesso.

## **5.2. PARETI IN CARTONGESSO**

---

### **5.2.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le opere dovranno essere conformi alle seguenti normative e direttive comuni per l'Agrément tecnico dei tramezzi leggeri:

- UNI 8201 Resistenza agli urti
- UNI 8326 Resistenza al fissaggio di attrezzature pensili
- UNI 8327 Resistenza al calore per irraggiamento
- UNI 9154 Esecuzione di pareti in lastre di gesso rivestito su orditura metallica
- Nome ICITE - UEA.T.C. Direttive comuni per l'agrément tecnico dei tramezzi leggeri
- Norme CEN Lastre di gesso
- DIN 18180 Sistema di produzione lastre di cartongesso
- DIN 18183 E Esecuzione e montaggio parete
- UNI 7678 Metodi e criteri di prova resistenza fuoco
- D.M. 26.6.84 Prove di reazione al fuoco
- ISO 140/111 Potere fonoisolante
- ISO 140/IV Sistema di misura dell'isolamento ISO 717 acustico - indici di valutazione della prestazione acustica
- ASTM C 630/78 E1 Prestazioni delle lastre ad alta
- ASTM C 78 Resistenza all'umidità
- BS 1230

Materiali

### **5.2.2. LASTRE IN CARTONGESSO**

Si utilizzeranno lastre di gesso rivestito dello spessore di 12,5 mm. Tali lastre avranno i bordi smussati e un peso di circa 10 kg/m<sup>2</sup>. Le lastre in cartongesso sono fabbricate in tipi diversi, in funzione delle prestazioni richieste:

1. Tipo normale in gesso rivestito con cartoni speciali.
2. Tipo con caratteristiche idrorepellenti a basso tasso igroscopico, adatte per bagni, cucine e zone umide.
3. Tipo con barriera al vapore realizzate con l'applicazione di un foglio di alluminio.
4. Tipo resistente al fuoco, omologato in classe 1 secondo D.M. del 26.6.84, se non diversamente specificato e costituito da gesso pregiato eventualmente rinforzato con fibre di vetro od addittivo con vermiculite;
5. Tipo resistente al fuoco, omologato di classe 0 secondo DM del 26.06.1984, ove specificato sulle tavole di progetto e costituito da gesso pregiato rinforzato con fibre di vetro od addittivo con vermiculite.

Di norma le lastre di cartongesso sono commercialmente prodotte nei seguenti spessori: mm 9,5; 12,5; 15; 18; 23. Le dimensioni delle lastre sono diversificate in funzione delle esigenze d'uso; la produzione standard per rivestimento di tramezzi o contro tamponamenti prevede una larghezza di cm 12,5 con bordi longitudinali assottigliati per agevolare il trattamento dei giunti. L'altezza è variabile da cm 250 a 350.

### **5.2.3. STRUTTURA METALLICA**

La struttura portante è costituita da profili in acciaio zincato di spessore non inferiore a 0,6 mm:

- acciaio di qualità Fek POG a norma UNI5753/84 con zincatura a caldo passivata all'acido cromico Z200 g/m<sup>2</sup>;
- guide ad U a pavimento e soffitto per i tramezzi;
- montanti in profilati nervati a C per tramezzi;
- correnti ad omega aperti o chiusi o profili a C per controsoffitti e rivestimenti;
- angolari per rivestimenti;
- viti autofilettanti testa a croce.

La larghezza della struttura portante è in relazione alle tipologie produttive delle ditte. In linea di massima si possono indicare i seguenti spessori: mm (48-50; 54-55; 60) 75; 100.

Le pareti divisorie possono essere realizzate anche con doppia struttura parallela ed il rivestimento può essere costituito da una sola lastra per lato, oppure da due o più lastre in funzione delle esigenze e settori d'impiego. L'interasse dei montanti previsto in progetto è normalmente di cm 30, ma può essere variato come indicato sulle tavole di progetto.

A supporto degli apparecchi sanitari devono essere predisposti appositi telai in acciaio zincato da comporre in opera, completi di bulloni di fissaggio degli apparecchi e traversine. Deve inoltre essere prevista parziale possibilità di fissaggio dei tubi di alimentazione e scarico. Tutte le tubazioni di adduzione e di scarico, sia verticali che orizzontali, devono essere rivestite con materiale isolante termoacustico e fissate alle strutture metalliche mediante collari e traversine fissatubi. I fori per l'attraversamento delle lastre devono essere eseguiti con apposite frese a tazza di diametro superiore a 10 mm rispetto al diametro esterno del tubo, al fine di consentire la sigillatura perimetrale con pasta elastica idrorepellente.

I supporti per sanitari vengono classificati in base alla portata:

- supporti con portata fino a Kg. 130 (lavabi)
- supporti con portata fino a Kg. 200 (lavabi)
- supporti con portata fino a Kg. 300 (Wc pensile) (bidet pensile)
- traversina con portata massima Kg. 200 (supporto cassetta WC)

### **5.2.4. MASTICI E/O COLLANTI**

Si utilizzano per la messa in opera di lastre a rivestimento di strutture tradizionali senza l'ausilio di sottostrutture metalliche. I prodotti da impiegare sono generalmente costituiti da miscele di gesso resine e

acqua, oppure da malte adesive già preparate in contenitori a secco e devono essere conformi alla norma 5371 + FA170.

L'uso corretto di detti prodotti ricade sotto la totale responsabilità del posatore il quale dovrà garantirne l'idoneità e compatibilità con il rivestimento da applicare. A tale fine dovranno essere fornite alla D.L. certificazioni e/o assicurazioni scritte da parte del produttore delle lastre di gesso.

Modalità di montaggio su struttura metallica Le modalità di montaggio devono essere conformi alla norma UNI 9154.

Si indica, sinteticamente, la seguente sequenza di operazioni:

- tracciare a pavimento ed a soffitto la posizione delle pareti con filo a piombo e bolla magnetica ed applicare guarnizioni in materiale anelastico isolante sui profili metallici perimetrali (sia ad U che a C) fissandoli con tasselli, viti, chiodi a sparo;
- controllare il piombo, l'allineamento ed il buon adattamento della guarnizione; se l'applicazione della guida a pavimento è su solaio grezzo (pavimentazione da eseguire) oppure a perimetro di locali destinati a bagni e cucine, inserire sotto la guida una protezione di feltro bitumato o pellicola di polietilene risvolti in verticale per almeno 2 cm, in modo da rivestire la guida stessa e la base delle lastre, nell'eventualità di infiltrazioni d'acqua;
- inserire i profili a C (predisposti della lunghezza di circa 1 cm inferiore alla distanza tra la base delle guide ad U), tutti orientati nello stesso senso, posizionando prima quelli attigui a telai di porte o situati alla intersezione di altre pareti (a T o a L) e vincolandoli alle guide con viti, in corrispondenza degli interassi prestabiliti;
- posare le lastre (di altezza pari a quella dell'ambiente meno 1 cm dal suolo) con la congiunzione tra lastra e lastra in mezzzeria del montante; i giunti di una faccia del tramezzo vanno sfalsati rispetto a quelli dell'altra e, nel caso di tramezzi a doppia lastra per lato, i giunti del secondo strato vanno sfalsati rispetto a quelli del primo. Eventuali giunti orizzontali devono essere sfalsati sia su una faccia che sull'altra;
- fissare le lastre con viti a distanza non inferiore a cm 1 dai bordi longitudinali e cm 1,5 da bordi trasversali; l'interasse tra le viti sarà di circa cm 30 con una lastra per ciascun lato del telaio; con due lastre per lato, le prime si fisseranno con viti ad interasse di circa cm 80, le seconde, in vista, con viti ad interasse di circa cm 25;
- inserire, se previsti, i materassini di materiale isolante (lana di roccia, si veda il capitolo relativo);
- eseguire la stuccatura dei giunti spalmando con spatola lo stucco sui bordi assottigliati delle lastre, in corrispondenza della loro congiunzione; sullo stucco ancora fresco, a cavallo della congiunzione, applicare il nastro d'armatura stendendolo per tutta la lunghezza del giunto, indi ricoprirlo con un nuovo strato di stucco in modo da riempire l'assottigliamento dei bordi e, allo stesso tempo, mascherare tutte le teste di chiodi o viti;
- a completa asciugatura coprire il giunto con un primo strato di finitura debordando da ciascun lato di almeno cm 5; applicare quindi l'ultimo strato rasante che deve andare oltre il precedente strato per una larghezza totale di circa cm 30;
- infine, ad asciugatura ultimata, carteggiare le superfici trattate con uno smerigliatore.

### **5.2.5. ACCESSORI PER IL FISSAGGIO**

Si utilizzeranno diversi tipi di viti a seconda del tipo di giunzione:

- guida - impalcato tasselli o viti ad espansione
- lastra montante metallico viti fosfatate a testa svasata piana e punta filettata con lunghezze variabili
- lastra - lastra viti a testa svasata e punta filettata a passo lungo
- accessorio metallico-accessori viti a testa tonda autofilettante

Modalità di montaggio con mastici e/o collanti su strutture tradizionali (muratura grezza) Una volta preparato il supporto che dovrà presentare una superficie pulita (priva di macchie d'olio o grassi), sufficientemente piana e consistente, ma allo stesso tempo scabra per favorire l'aggancio del prodotto per l'incollaggio (la superficie del supporto è bene che venga rinzaffata con malta di cemento), ed essere asciutto, ma non troppo assorbente (in tale caso inumidire il supporto), si può procedere alla seguente sequenza di operazioni:

- preparare le lastre, possi bilmente per un'intera parete, tagliandole in orizzontale con un franco di almeno 1 cm per facilitare il montaggio e l'essiccazione del prodotto per l'incollaggio;
- preparare l'impasto e stenderlo sul retro della lastra in strisce lungo i fianchi ed in mucchietti nella zona centrale (ogni 30 cm circa);
- alzare ed appoggiare la lastra al supporto, comprimendola e controllando attentamente la planarità e l'allineamento del rivestimento;
- ad essiccazione avvenuta procedere alla stuccatura dei giunti come già descritto al punto precedente.

### **5.2.6. PROTEZIONE DEGLI SPIGOLI E DEGLI ANGOLI INTERNI**

Tutti gli spigoli e gli angoli interni dovranno essere rinforzati e protetti con apposito nastro d'armatura o banda metallica per tutta la loro lunghezza. Gli spigoli piu' esposti dovranno essere inoltre protetti con opportuno paraspigolo metallico.

### **5.2.7. GIUNTI**

In corrispondenza delle connessioni dei tramezzi e/o rivestimenti con strutture tradizionali adiacenti, oppure quando la geometria e dimensione del tramezzo raggiunge valori rilevanti (lunghezze > di 15,0 mq, irregolarità dimensionale della parete per l'interposizione di serramenti od altri elementi discontinui) dovranno essere realizzati distacchi netti e precisi (scuretti) di larghezza pari ad 1/1.5 cm per tutta la lunghezza e di profondità pari a tutto lo spessore degli elementi in accostamento. Il fondo del giunto (scuretto) dovrà essere opportunamente sigillato in profondità (non a vista) con adeguato materiale elastico.

Per l'esecuzione dei giunti potranno essere impiegati:

- stucco in polvere a presa rapida ed essiccamento veloce;
- stucco in pasta pronto all'uso.

Per gli accessori di sostegno dei sanitari appesi si prevederanno sistemi di ancoraggi idonei.

#### **5.2.8. RESISTENZA AL FUOCO**

Per i tramezzi e/o i rivestimenti con caratteristiche di resistenza al fuoco, saranno usate idonee come altrove specificato ed essi saranno realizzati in modo conforme alle istruzioni del fornitore con l'eventuale interposizione di pannelli isolanti in lana di roccia, lana di vetro a fibra lunga e/o altro materiale idoneo. I tramezzi ed i rivestimenti dovranno corrispondere alla classe di resistenza al fuoco, REI richiesta, ed in merito il fornitore dovrà presentare il relativo certificato di omologazione.

#### **5.2.9. ISOLAMENTO ACUSTICO**

Esso è strettamente correlato al potere fonoisolante del tramezzo e varia in ragione del peso del tramezzo stesso, oltre che delle caratteristiche fonoisolanti del materiale insonorizzante interposto.

Ciò premesso, si precisa che i valori di isolamento acustico con indice di valutazione riferito al valore dell'ordinata a 500 Hz del tramezzo non dovranno essere inferiori ai seguenti, anche in relazione a quanto prescritto dal D.M. 18.12.1975 in materia di edilizia scolastica.

Potere fonoisolante di strutture divisorie interne  $I = 40$  dB  
Isolamento acustico fra ambienti ad uso didattico (aule, laboratori) adiacenti  $I = 40$  dB

I valori riscontrati sperimentalmente dovranno essere superiori a quelli prescritti a meno della seguente tolleranza: la somma delle differenze di livello fra i valori richiesti e quelli riscontrati non deve superare 12 dB ed inoltre lo scarto max per una frequenza non deve essere superiore a 5 dB.

#### **5.2.10. PRESTAZIONI IDROREPELLENTI**

Per la costruzione di tramezzi in ambienti normalmente umidi dovranno essere usate lastre con anima e le due facce di rivestimento idrofughe. Tali lastre dovranno essere corredate di opportune certificazioni atte a dimostrare il loro corretto impiego nelle condizioni previste in progetto.

Gli sbalzi di umidità relativa dell'ambiente in cui verranno montate non dovranno provocare variazioni dimensionali alle lastre stesse, nè provocare alcun degrado al materiale con cui sono formate.

Nel caso di impieghi in ambienti particolarmente umidi nei quali risulta necessario l'utilizzo di lastre ad alta resistenza all'umidità, il fornitore potrà fare riferimento alle norme ASTM precedentemente richiamate ed ai test in esse prescritti (test di flessione in atmosfera umida, test di assorbimento in acqua, test di assorbimento in acqua attraverso una faccia).

### 5.2.11. **RESISTENZA AGLI URTI**

Le pareti dovranno resistere, senza presentare alcuna lesione o danneggiamento, ad una serie di 3 urti di corpo molle con energia di impatto di 250 J (circa 25 Kgm). Le modalità di prova dovranno essere conformi alle norme ICITE-UEATC o, in alternativa, alla norma UNI 8201.

#### *Resistenza al fissaggio di attrezzature pensili*

Il dispositivo di fissaggio e la parete stessa devono poter resistere, senza deformazioni e alterazioni permanenti e senza danni visibili, ad un carico di 100 kg agente parallelamente alla superficie della parete, applicato ad una distanza da essa di 30 cm e distribuito su una lunghezza di 50 cm in direzione longitudinale, secondo le prescrizioni della norma UNI 8326.

Il dispositivo di fissaggio delle attrezzature pensili alle quali può essere applicato il carico limite suddetto deve essere indicato dal produttore (UNI 8326).

Resistenza al calore per irraggiamento La parete ultimata deve resistere senza deformazioni apparenti e alterazioni permanenti, nonché danni visibili scollamenti, alterazioni di forma e di aspetto, fessurazioni al calore per irraggiamento provocato da una lampada di 250 W secondo le modalità della norma UNI 8327.

### 5.3. **MALTE**

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte ed i rapporti di miscela, corrisponderanno alle prescrizioni delle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto e verranno approvate dalla DL.

Come previsto dal DM 14/01/2008– paragrafo 11.10.2, le malte per muratura portante a prestazione garantita devono garantire prestazioni adeguate al suo impiego in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche e deve essere conforme alla norma armonizzata UNI EN 998- 2 e recare la Marcatura CE, secondo il sistema di attestazione della conformità indicato nella seguente Tabella 11.10.II.

**Tabella 11.10.II**

Specificativa Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Malta per murature UNI EN 998-2	Usi strutturali	2+

Per garantire durabilità è necessario che i componenti la miscela non contengano sostanze organiche o grassi o terrose o argillose. Le calci aeree e le pozzolane devono possedere le caratteristiche tecniche ed i requisiti previsti dalle vigenti norme. Le prestazioni meccaniche di una malta sono definite mediante la sua resistenza media a compressione fm. La categoria di una malta è definita da una sigla costituita dalla lettera

M seguita da un numero che indica la resistenza fm espressa in N/mm<sup>2</sup> secondo la Tabella 11.10.III. Per l'impiego in muratura portante non è ammesso l'impiego di malte con resistenza fm < 2,5 N/mm<sup>2</sup>.

**Tabella 11.10.III - Classi di malte a prestazione garantita**

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d
Resistenza a compressione N/mm <sup>2</sup>	2,5	5	10	15	20	d
<b>d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm<sup>2</sup> dichiarata dal produttore</b>						

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nella norma UNI EN 1015-11: 2007.

Le classi di malte a composizione prescritta sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo la tabella seguente (paragrafo 11.10.2.2 del DM 14/01/2008)

**Tabella 11.10.IV - Classi di malte a composizione prescritta**

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M 2,5	Idraulica	--	--	1	3	--
M 2,5	Pozzolonica	--	1	--	--	3
M 2,5	Bastarda	1	--	2	9	--
M 5	Bastarda	1	--	1	5	--
M 8	Cementizia	2	--	1	8	--
M 12	Cementizia	1	--	--	3	--

Malte di diverse proporzioni nella composizione, preventivamente sperimentate con le modalità riportate nella norma UNI EN 1015-11:2007, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione non risulti inferiore a quanto previsto in tabella 11.10.III.

## 5.4. INTONACI

### 5.4.1. ESECUZIONE DI INTONACI

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti in stagione opportuna, dopo aver rimossa dalla giunta delle murature la malta poco aderente, ripulita e abbondantemente bagnata la superficie della parete stessa.

Gli intonaci di qualunque specie siano lisci, a superficie rustica, a bogne, per cornici e quanto altro, non dovranno mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, od altri difetti.

Quelli comunque difettosi o che non presentassero la necessaria aderenza alle murature, dovranno essere demoliti e rifatti dall'Impresa a sue spese.

La calce da usarsi negli intonaci, dovrà essere estinta da almeno tre mesi per evitare scoppiettii, sfioriture e screpolature, verificandosi le quali sarà a carico dell' Impresa il fare tutte le riparazioni occorrenti.

Ad opera finita l'intonaco dovrà essere di spessore non inferiore ai mm. 15.



Gli spigoli sporgenti o rientranti verranno eseguiti ad angolo vivo oppure con opportuno arrotondamento a seconda degli ordini che in proposito darà la Direzione dei lavori.

Particolarmente per ciascun tipo di intonaco si prescrive questo appresso:

#### **5.4.2. INTONACO GREZZO O ARRICCIATURA.**

Predisposte le fasce verticali, sotto regola guida, in numero sufficiente, verrà applicato alle murature un primo strato di malta, detto rinzaffo, gettato con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli. Dopo che questo strato sarà alquanto asciutto, si applicherà su di esso un secondo strato della medesima malta che si stenderà con la cazzuola o col frattazzo stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, sicché le pareti riescano per quanto possibile regolari.

#### **5.4.3. INTONACO COMUNE O CIVILE (STABILITURA).**

Appena l'intonaco grezzo avrà preso consistenza, si stenderà su di esso un terzo strato di malta fina che si conguaglierà con le fasce di guida per modo che la superficie risulti piana ed uniforme, senza ondeggiamenti e disposta a perfetto piano verticale.

#### **5.4.4. INTONACI COLORATI.**

Per gli intonaci delle facciate esterne potrà essere ordinato che alla malta da adoperarsi sopra l'intonaco grezzo, siano mischiati i colori che verranno indicati per ciascuna delle facciate stesse, per modo che dalle opportune combinazioni degli intonaci colorati, escano quelle decolorazioni che dalla Direzione dei lavori saranno giudicate convenienti.

#### **5.4.5. INTONACO A STUCCO.**

Sull'intonaco grezzo, sarà sovrapposto uno strato alto almeno mm. 4 di malta per stucchi che verrà spianata con piccolo regolo e governata con la cazzuola cos da avere perfettamente piane nelle quali non sia tollerata la minima imperfezione.

Ove lo stucco debba colorarsi, nella malta verranno stemperati i colori prescelti dalla Direzione dei lavori.

#### **5.4.6. INTONACO DI CEMENTO LISCIO.**

L'intonaco a cemento sarà fatto nella stessa guisa di quello di cui sopra alla lettera a) impiegando la malta cementizia di cui all'art. apposito. L'ultimo strato dovrà essere tirato liscio col ferro e potrà essere ordinato anche colorato.

#### **5.4.7. RABBOCCATURE.**

Le rabboccature che occorresse eseguire sui muri vecchi o comunque non eseguiti con faccia vista in malta o sui muri a secco, saranno formate con malta.

Prima della applicazione della malta, le connessure saranno diligentemente ripulite, fino ad una conveniente profondità, lavate con acqua abbondante e in seguito riscagliate e profilate con apposito ferro.

#### **5.4.8. INTONACI E APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO**

In linea generale, per le strutture in calcestruzzo non verranno adottati intonaci, perché le casseforme dovranno essere predisposte ed i getti dovranno essere vibrati con cura tale che le superfici di tutte le predette strutture dovranno presentare aspetto regolare e non sgradito alla vista.

Gli intonaci, quando fosse disposto dalla Direzione dei Lavori, verranno eseguiti dopo accurata pulizia, bagnatura delle pareti e formazione di fasce di guida in numero sufficiente per ottenere la regolarità delle superfici.

A superficie finita non dovranno presentare screpolature, irregolarità, macchie; le fasce saranno regolari ed uniformi e gli spigoli eseguiti a regola d'arte.

Sarà cura dell'Impresa mantenere umidi gli intonaci eseguiti quando le condizioni locali lo richiedono.

#### **5.4.9. INTONACI ESEGUITI A SPRUZZO (GUNITE)**

Prima di applicare l'intonaco l'Impresa avrà cura di eseguire mediante martelli ad aria compressa, muniti di appropriato utensile, la "spicconatura" delle superfici da intonacare, alla quale seguirà un efficace lavaggio con acqua a pressione ed occorrendo sabbiatura ad aria compressa.

Le sabbie da impiegare saranno silicee, scevre da ogni impurità ed avranno un appropriato assortimento granulometrico preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori.

La malta sarà di norma composta di Kg.500 di cemento normale per m<sup>3</sup> di sabbia, salvo diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori.

L'intonaco potrà avere lo spessore di mm 20 o 30 e sarà eseguito in due strati, il primo dei quali sarà rispettivamente di mm 12 o 18 circa. Il getto dovrà essere eseguito con la lancia in posizione normale alla superficie da intonacare e posta a distanza di 80 ÷ 90 cm dalla medesima. La pressione alla bocca dell'ugello di uscita della miscela sarà di circa 3 atmosfere.

Qualora si rendesse necessario, la Direzione dei Lavori potrà ordinare l'aggiunta degli idonei additivi per le qualità e dosi di volta in volta verranno stabilite, od anche l'inclusione di reti metalliche elettrosaldate in fili d'acciaio, di caratteristiche che saranno precisate dalla Direzione dei Lavori.

In quest'ultimo caso l'intonaco potrà avere spessore di mm 30 ÷ 40.

Quando l'intonaco fosse eseguito in galleria e si verificassero delle uscite d'acqua, dovranno essere predisposti dei tubetti del diametro di 1 pollice.

Questi ultimi saranno asportati una settimana dopo e i fori rimasti saranno chiusi con malta di cemento a rapida presa.

## **6. SEZ. 06 “ACCIAIO DA CARPENTERIA”**

---

### **6.1. GENERALITÀ**

---

Le carpenterie metalliche dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto:

1) dalla Legge 5 novembre 1971 n° 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n° 321 del 21-12-1971);

2) dal D.M. 14 gennaio 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni”.

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della D.L.:

A) il progetto esecutivo delle opere e la relazione completa dei calcoli giustificativi di tutti gli elementi della costruzione nonché le luci di influenza delle deformazioni elastiche nei punti della struttura preventivamente concordata con la D.L.

Nel progetto esecutivo dovranno essere completamente definiti tutti i particolari costruttivi elencati nelle norme sopra citate.

Nella relazione di calcolo dovranno essere indicate le modalità di montaggio dell'opera, specificando il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi del montaggio;

B) tutte le indicazioni necessarie all'esecuzione delle opere di fondazione e alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle medesime.

I progetti esecutivi dovranno essere redatti a cura e spese dell'Impresa e dovranno corrispondere a tipi e norme stabiliti dalla D.L. oltre che a tutte le disposizioni di legge e norme ministeriali vigenti in materia.

Sugli elaborati di progetto, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno essere riportati tipi e qualità degli acciai da impiegare.

Per quanto concerne il progetto della saldatura, è fatto obbligo all'Impresa di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o del R.I.N.A. (Registro Italiano Navale) con sede a Genova o da altro Organismo notificato che dovrà redigere apposita relazione da allegare al progetto.

In sede di approvazione dei progetti, la D.L. stabilirà in particolare i tipi e la estensione dei controlli sulle saldature in conformità a quanto stabilito dal D.M. 14.01.08, sopracitato, e tenuto conto di quanto prescritto al riguardo nella relazione.

Preliminarmente all'approvvigionamento dei materiali dovranno essere comunicati i nominativi dei previsti fornitori. Ogni lotto di fornitura dovrà essere accompagnato dalla documentazione prevista dal DM 14/01/2008.

## **6.2. COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI**

---

Ogni volta che le partite di materiale metallico destinato alla costruzione delle travi perverranno agli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa darà comunicazione alla Direzione dei Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la ferriera di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati dei collaudi interni.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno.

Le prove e le modalità di esecuzione saranno quelle prescritte dal D.M. 14.01.08.

## **6.3. COLLAUDO DIMENSIONALE E DI LAVORAZIONE**

---

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'Impresa.

Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo.

In tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati.

Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'Impresa informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse.

Entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.

Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ogni una delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali.

I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

## 6.4. MONTAGGIO

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

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

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

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

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

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

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone, oltre la tolleranza prevista dal D.M. 14.01.08 sopra citato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con un diametro superiore.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questa venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per ogni unione con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione dei Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro.

Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'impresa dovrà effettuare a campione su alcuni bulloni la ripresa della coppia di serraggio, dandone preventiva comunicazione alla DL.

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

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

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

## **6.5. PROVE DI CARICO E COLLAUDO STATICO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO**

---

Prima di sottoporre le strutture in acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto. Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Impresa, secondo le prescrizioni contenute nel D.M. 14.01.08.

## 7. SEZ. 07 “VERNICIATURE OPERE IN ACCIAIO”

### 7.1. GENERALITÀ

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione.

Laddove previste, la verniciatura dovrà prevedere uno dei cicli di pitturazione definiti nel presente articolo.

I cicli di verniciatura saranno preceduti da spazzolature meccaniche o sabbature secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione dei Lavori.

I cicli di verniciatura saranno formati da un minimo di tre mani di prodotti verniciati mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica.

Le caratteristiche di composizione dei cicli da applicare sono di seguito indicate.

#### 7.1.1. CICLO <<A>>

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

##### 1° strato

Mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e fosfato di zinco (), avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

tipo di legante	clorocaucciù	
PVC % (1)	≥ 36 %	
% pigmenti sul totale polveri	≥ 82 %	
tipi di pigmento	minio-fosfati di zinco/legante secco %	25 %
spessore del film	80 ÷ 100 μ	
metodo di applicazione	pennello	

##### 2° strato

Mano intermedia al clorocaucciù pigmentata con rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

Caratteristiche formulative della mano intermedia:

tipo di legante	clorocaucciù
-----------------	--------------

(1) Concentrazione volumetrica del pigmento.



PVC %	≥ 41 %
% pigmento sul prodotto finito	≥ 14 %
tipi di pigmento	rosso ossido, ferro-micaceo, alluminio
legante secco %	28 %
spessore del film	80 ÷ 100 μ
metodo di applicazione	pennello

3°strato

Mano di finitura al clorocaucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.

Caratteristiche formulative della mano di finitura:

tipo di legante	clorocaucciù acrilica
PVC %	≥ 26 %
% pigmento sul prodotto finito	≥ 26 %
tipo di pigmento	biossido di titanio(TiO2)
legante secco %	33 %
spessore del film	40 μ
metodo di applicazione	pennello o rullo

Il tutto come riportato nella tabella che segue.

Ciclo di verniciatura <<A>>

	1°strato	2°strato	3°strato
Tipo di legante	clorocaucciù	clorocaucciù	clorocaucciù acrilica
PVC..%	≥ 36%	≥ 41%	≥ 26%
% pigmenti sul totale polveri	≥ 82%	--	--
% Pigmenti sul prodotto finito	-	≥ 14%-	≥ 26%
Tipi di pigmento	minio, fosfato di zinco	rosso ossido, ferro micaceo, alluminio	biossido titanio (TiO2)
Legante secco %	25%	28%	33%
Spessore del film...	80 ÷ 100 μ	80 ÷ 100 μ	40 μ
Metodo di applicazione	pennello	pennello	pennello - rullo

### 7.1.2. CICLO <<B>>

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

#### 1° strato

Mano di fondo epossidica pigmentata con) fosfato di zinco avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

tipo di legante	epossidico	
PVC %	≥ 36 %	
% pigmento sul totale polveri	≥ 25 %	
tipo di pigmento	fosfato di zinco	legante secco % 26 %
spessore film	30 ÷ 40 μ	
metodo di applicazione	pennello	

#### 2° strato

Mano intermedia epossidica pigmentata con biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante:

tipo di legante	epossidico	
PVC %	≥ 40 %	
% pigmento sul prodotto finito	≥ 11 %	
tipo di pigmento	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )	
legante secco %	26 %	
spessore del film	80 ÷ 100 μ	
metodo di applicazione	pennello	

#### 3° strato

Mano di finitura poliuretanicca di tipo non ingiallente e non sfarinante.

Il tipo di polisocianato dovrà essere alifatico (né aromatico, né cicloalifatico), con un contenuto di monomeri volatili non superiore allo 0,7% (ASTMD 2615/67T):

tipo di legante	poliuretanicco	
PVC %	≥ 16 %	
% pigmento sul prodotto finito	≥ 26 %	
tipo di pigmento	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )	
legante secco %	39 %	

spessore del film  $30 \div 40 \mu$   
metodo di applicazione pennello o rullo

Ciclo di verniciatura << B >>

	1° strato	2° strato	3° strato
Tipo di legante	epossidico	Epossidico	poliuretana
PVC%	$\geq 36\%$	$\geq 40\%$	$\geq 16\%$
% pigmento sul totale polveri	$\geq 25\%$	--	--
% Pigmento sul totale finito		$\geq 11\%$ -	$\geq 26\%$
Tipi di pigmento	fosfato di zinco	Biossido di titanio (Ti O <sub>2</sub> )	biossido di titanio (Ti O <sub>2</sub> )
Legante secco %	26%	26%	39%
Spessore del film..	$30 \div 40 \mu$	$80 \div 100 \mu$	$30 \div 40 \mu$
Metodo di applicazione	pennello	pennello	pennello - rullo

### 7.1.3. CICLO <<C>>

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da quattro mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

#### 1° strato

Mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere di base: ossido di piombo (minio), , fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, in composizione singola o miscelati tra loro in modo da conferire la migliore resistenza alla corrosione.

È ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario (BaSO<sub>4</sub>) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti riempitivi.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri  $\geq 55 \%$
- tipi di pigmento ossido di piombo, cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo
- legante secco (resina) %  $\geq 18 \%$
- tipo di olio nel legante olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca  $\geq 60 \%$

- spessore del film secco  $35 \div 40 \mu$
- metodo di applicazione pennello o rullo

### 2° strato

Mano intermedia oleofenolica di colore differenziato dalla 1° mano, di composizione identica al 1° strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti riempitivi.

Caratteristiche formulative della 2<sup>a</sup> mano:

- tipo di legante oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri  $\geq 55 \%$
- tipi di pigmento ossido di piombo, , fosfato di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, ossido di ferro
- legante secco (resina) %  $\geq 18 \%$
- tipo di olio nel legante olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca  $\geq 60 \%$
- spessore del film secco  $35 \div 40 \mu$
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

### 3° strato

Mano intermedia alchidica modificata con oli vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso, a secco, dovrà essere di 2:1. Non sarà tollerata la presenza di colofonia.

Caratteristiche formulative della 3<sup>a</sup> mano:

- tipo di legante alchidico-clorocaucciù
- %pigmenti sul totale delle polveri  $\geq 55 \%$
- tipi di pigmento biossido di titanio (Ti O<sub>2</sub>), ftalocianina bleu
- di %TiO<sub>2</sub> sul totale pigmenti  $\geq 30 \%$
- legante secco (resina) %  $\geq 40 \%$
- tipo di olio nel legante olio vegetale
- % olio nella resina secca  $\geq 60 \%$
- spessore del film secco  $35 \div 40 \mu$
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

### 4° strato

Mano di finitura alchidica modificata con oli vegetali e cloro-caucciù di composizione identica al 3° strato, di colore differente dalla precedente mano.

Caratteristiche formulative della 4<sup>a</sup> mano:

- tipo di legante alchidico - cloro-caucciù
- % pigmenti sul totale delle polveri  $\geq 55 \%$
- tipi di pigmento biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>), ftalocianina bleu
- % TiO<sub>2</sub> sul totale pigmenti  $\geq 30 \%$
- legante secco (resina) %  $\geq 40 \%$
- tipo di olio nel legante olio vegetale
- spessore del film secco  $35 \div 40 \mu$
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

#### Ciclo di verniciatura <<C>>

	1° strato	2° strato	3° strato	4° strato
<b>Tipo di legante</b>	Oleofenolico	oleofenolico	alchidico cloro-caucciù	alchidico cloro-caucciù
<b>% di pigmenti sul totale polveri</b>	$\geq 55 \%$	$\geq 55 \%$	$\geq 55 \%$	$\geq 55 \%$
<b>Tipi di pigmento</b>	Ossido di piombo (minio), fosfati di zinco, cromati di piombo, silico cromati di piombo	ossido di piombo, fosfato di zinco, cromato di piombo, silicocromati di piombo, ossido di ferro	biossido di titanio, ftalocianina bleu	biossido di titanio, ftalocianina bleu
<b>% di Ti O<sub>2</sub> sul totale pigmenti</b>	---	---	$\geq 30\%$	$\geq 30\%$
<b>Legante secco (resina) %</b>	$\geq 18 \%$	$\geq 18 \%$	$\geq 40\%$	$\geq 40\%$
<b>Tipo di olio nel legante</b>	olio di lino e/o legno	olio di lino e/o legno	olio vegetale	olio vegetale
<b>% olio nella resina secca</b>	$\geq 60\%$	$\geq 60\%$	$\geq 60\%$	$\geq 60\%$

<b>Spessore del film secco</b>	35 ÷ 40 $\mu$	35 ÷ 40 $\mu$	35 ÷ 40 $\mu$	35 ÷ 40 $\mu$
<b>Metodo di applicazione</b>	pennello rullo	pennello rullo airless	pennello rullo airless	pennello rullo airless

#### **7.1.4. PREPARAZIONE DEL SUPPORTO.**

La preparazione del supporto metallico dovrà essere eseguita dall'Impresa mediante spazzolatura meccanica o sabbiatura, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate che presentino scarsa coesione e/o aderenza con il supporto.

Il tipo di pulizia: spazzolatura meccanica e sabbiatura, dovrà essere tale da permettere un ottimo attacco della mano di fondo del ciclo di verniciatura e dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori.

Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del ciclo di verniciature anticorrosive in opera.

#### **7.1.5. CARATTERISTICHE DI RESISTENZA (CHIMICO-FISICHE) DEL CICLO DI VERNICIATURE ANTICORROSIVE.**

Le caratteristiche di resistenza (chimiche-fisiche) si intendono per cicli di verniciatura anticorrosiva applicata su supporti in acciaio tipo UNI EN 10139:1999 sottoposti ad invecchiamento artificiale. Per l'invecchiamento artificiale è previsto un ciclo così composto:

<b>Agente aggressivo</b>	<b>Durata</b>	<b>Temperatura</b>
Radiazione ultravioletta.	6 h	60° C
Corrosione per immersione continua in soluzioni aerate (U.N.I. 4261/66).	12 h	35° C
Corrosione in nebbia salina UNI EN ISO 9227:2006	12 h	35° C
Radiazione ultravioletta.	6 h	60° C
Immersione in soluzione satura di CaCl <sub>2</sub> .	12 h	35° C

Dopo il ciclo di invecchiamento artificiale, verranno eseguiti i controlli riportati di seguito.

2) Ingiallimento: secondo norma DIN 53230.

Il prodotto di finitura deve essere non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato).

3) Ruggine e Blistering (ASTM D 714/56) (DIN 53210):

**Ciclo <<A>>**

Blistering: 1° strato = 9F  
2° strato = 9M  
3° strato = 9F  
Ruggine: RO (ruggine assente)

**Ciclo <<B>>**

Blistering: 1° strato = 9M  
2° strato = 9M  
3° strato = 9F  
Ruggine: RO (ruggine assente)

**Ciclo <<C>>**

Blistering: 1° strato = 9F  
2° strato = 9F  
3° strato = 9M  
4° strato = 9F  
Ruggine: RO (ruggine assente)

4) Adesione (DIN 53151):

**Ciclo <<A>>**  $G_{t0} \div G_{t1}$  (stacco nullo al massimo del 5%)

**Ciclo <<B>>**  $G_{t0}$  (stacco nullo)

**Ciclo <<C>>**  $G_{t0} \div G_{t1}$  (stacco nullo al massimo del 5%)

5) Spessore films secchi:

**Ciclo <<A>>** 1° strato = 90  $\mu$   
2° strato = 80  $\mu$   
3° strato = 40  $\mu$

**Ciclo <<B>>** 1° strato = 30  $\mu$   
2° strato = 90  $\mu$

3° strato = 35  $\mu$

**Ciclo <<C>>** 1° strato = 35  $\mu$   
 2° strato = 35  $\mu$   
 3° strato = 35  $\mu$   
 4° strato = 35  $\mu$

6)

7) Brillantezza: controllata mediante Glossmetro Gardner con angolo di 60°, deve avere un valore iniziale superiore al 40-60

8)..

#### **7.1.6. PROVE DI ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI.**

L'Impresa dovrà preventivamente inviare presso un Laboratorio ufficialmente riconosciuto quanto segue:

- campioni dei prodotti componenti il ciclo con relativi diluenti in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg e nel numero di tre per ogni prodotto (uno di questi campioni non deve essere pigmentato);
- schede tecniche dei prodotti verniciati compilate in tutte le loro voci e fogli per le:
  - caratteristiche di composizione: foglio A;
  - caratteristiche di applicazione: foglio B.

Il colore di finitura sarà indicato dalla Direzione Lavori; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere nella scheda riportante le caratteristiche di composizione, sottratti alla quantità percentuale del solvente.

Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrometrica all'infrarosso. La Direzione dei Lavori potrà far accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione accertate in fase di gara e/o riprodurre gli spettri IR su detti materiali.

Tali spettri dovranno essere uguali a quelli ricavati dai campioni.

#### **Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)**

<b>N°</b>	<b>Prova (ciclo &lt;&lt;A&gt;&gt;)</b>	<b>Fondo</b>	<b>Intermedia</b>	<b>Finitura</b>
<b>1</b>	<b>Blistering</b>	<b>gF</b>	<b>gM</b>	<b>gF</b>



<u>2</u>	<u>Ruggine</u>	RO		
<u>3</u>	<u>Adesione</u>	$\frac{G_{t_0}}{G_{t_1}}$		
<u>4</u>	<u>Spessore films secchi.</u>	90 $\mu$	80 $\mu$	40 $\mu$
<u>5</u>				
<u>6</u>	<u>Brillantezza iniziale</u>	$\geq$ 40-60%		
<u>7</u>				

**Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)**

<u>N°</u>	<u>Prova (ciclo &lt;&lt;B&gt;&gt;)</u>	<u>Fondo</u>	<u>Intermedia</u>	<u>Finitura</u>
<u>1</u>	<u>Blistering</u>	gM	gM	gF
<u>2</u>	<u>Ruggine</u>	RO		
<u>3</u>	<u>Adesione</u>	$\frac{G_{t_0}}{G_{t_1}}$		
<u>4</u>	<u>Spessore films secchi</u>	30 $\mu$	90 $\mu$	35 $\mu$
<u>5</u>				
<u>6</u>	<u>Brillantezza iniziale</u>	$\geq$ 40-60%		
<u>7</u>				

**Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)**

<u>N°</u>	<u>Prova (ciclo &lt;&lt;C&gt;&gt;)</u>	<u>Fondo</u>	<u>Intermedia</u>	<u>Intermedia</u>	<u>Finitura</u>
<u>1</u>	<u>Blistering</u>	gF	gF	gM	gF
<u>2</u>	<u>Ruggine</u>	RO			
<u>3</u>	<u>Adesione</u>	$\frac{G_{t_0}}{G_{t_1}}$			
<u>4</u>	<u>Spessore films secchi</u>	35 $\mu$	35 $\mu$	35 $\mu$	35 $\mu$
<u>5</u>					
<u>6</u>	<u>Brillantezza iniziale</u>	40-60%			
<u>7</u>					

### **7.1.7. GESTIONE DEI RIFIUTI**

L'impresa esecutrice delle attività di verniciatura quale produttore dei rifiuti derivanti dalla propria attività, dovrà gestire ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e nel rispetto di quanto contenuto sull'argomento nella "istruzione operativa sulla gestione delle terre e rocce da scavo", tutti rifiuti prodotti, compresi i rifiuti da imballaggio. Copia della documentazione atta a verificare la coretta gestione di quanto al precedente capoverso dovrà essere trasmessa al Contraente generale.

## **8. SEZ. 08 “CALCESTRUZZO, ACCIAI PER C.A./C.A.P.CARPENTERIE E CASSERI”**

### **8.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

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

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

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

- della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 “ Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica” (G.U. n. 321 del 21.12.1971);
- del D.M. 14 gennaio 2008 “ Norme Tecniche per le Costruzioni”;

Gli elaborati di progetto, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare.

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

In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori, i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei calcoli statici delle opere comprese nell'appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto.

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

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

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

I tipi di conglomerato cementizio ed i loro campi di impiego, in via generale, sono definiti dal Progettista tenendo conto delle indicazioni riportate sul D.M. 14/01/08 e dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206-1.

## **8.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI I CONGLOMERATI CEMENTIZI**

---

### **8.2.1. CEMENTO**

Per i manufatti in calcestruzzo armato, potranno essere impiegati unicamente cementi secondo quanto definito nel D.M. 14/01/08 e dalla norma UNI EN 197-1.

In caso di ambienti aggressivi chimicamente, il progettista dovrà indicare il cemento da utilizzare.

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

Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare la miscelazione fra tipi diversi.

I silos dovranno garantire la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica, ciascun silo dovrà contenere un cemento di un unico tipo, unica classe ed unico produttore chiaramente identificato da appositi contrassegni.

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

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

### **8.2.2. 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 alle Norme UNI EN 12620 e dovranno possedere marcatura CE.

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<sub>T</sub>, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN 932-3) presso un laboratorio ufficiale/autorizzato, 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.

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

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI EN 933-3 parte 18, minore di 0,15 (per un diametro massimo Dmax fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un diametro massimo Dmax 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, le cui pezzature saranno denominate secondo quanto previsto nella UNI EN 12620.

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.

Le prove da effettuarsi per la qualifica degli aggregati e per il mantenimento della certificazione CE, oltre che le relative frequenze di prova sono quelle definite nella norma UNI EN 12620, come da tabella di seguito riportata:

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Determinazione della resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1/07	Perdita di massa $\leq 4\%$ dopo 20 cicli
Resistenza all'abrasione	Los Angeles	UNI EN 1097-2/10	Perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità degli inerti- Prova al solfato di magnesio	UNI EN 1367-2/10	Perdita di massa dopo 5 cicli $\leq 10\%$
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI EN 1744-1/10	$SO_3 \leq 0,05\%$
Presenza di argille	Equivalenti in sabbia	UNI EN 933-8/12	ES $\geq 80$ VB $\leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{gr}$ di fini
Presenza di pirite,	Analisi petrografica	UNI EN	Assenti

marcasite e pirrotina		932-3/04	
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1/10	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale attività delle miscele cemento aggregati: <ul style="list-style-type: none"> <li>metodo del prisma di malta</li> </ul>	UNI 8520 (parte 22)	<ul style="list-style-type: none"> <li>UNI 8520 (parte 22)</li> </ul>
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN 1744-1/10	Cl $\leq$ 0,05%
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI EN 933-3/12	Cf $\geq$ 0,15 ( $D_{max} = 32$ mm) Cf $\geq$ 0,12 ( $D_{max} = 64$ mm)
7.1.1 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.		

### 8.2.3. ACQUA DI IMPASTO

L'acqua di impasto dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con UNI EN 1008. L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento. Se l'acqua proviene da pozzo le suddette analisi dovranno essere effettuate ogni 3 mesi.

### 8.2.4. ADDITIVI E DISARMANTI

Le loro caratteristiche dovranno essere verificate sperimentalmente in sede di qualifica/in corso d'opera dei conglomerati cementizi, esibendo inoltre, certificati di prova di laboratorio specializzato e/o qualificato dall'AS 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 norme UNI di riferimento per i quali è stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito.

### **8.3. QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI**

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica, nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. del 14/01/08).

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

Tale studio dovrà comprovare la conformità del conglomerato cementizio e dei singoli componenti.

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

- resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck}$  (UNI EN 12390-3:2009),
- diametro massimo dell'aggregato
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi,
- modulo elastico secante a compressione, ove previsto dal progettista, (UNI 6556)
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI EN 12350-7:2009)
- ritiro idraulico, se richiesto dalla DL in funzione della classe di esposizione della miscela (UNI 11307:2008)
- resistenza ai cicli gelo-disgelo, se richiesto dalla DL in funzione della classe di esposizione della UNI CEN/TS 12390-9:2006
- impermeabilità (profondità di penetrazione all'acqua sotto pressione), se richiesto in funzione della classe di esposizione della miscela UNI EN 12390-8

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 certificazione FPC del quale deve essere dotato l'impianto di betonaggio secondo quanto previsto nel DM 14/01/08
- 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 3.1.

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, soddisfi i criteri di accettazione contenuti nel DM 14/01/08.

Il numero di campioni e le metodologie di prova saranno quelle stabilite dal DM 14/01/08, ferma restando la facoltà della DL di disporre eventuali prove aggiuntive che ritenesse necessarie.

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, essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge. Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera.

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

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, (UNI EN 206-1), le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà comunque essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI EN 206-1.

### **8.3.1. TIPI E CLASSI DI CALCESTRUZZO E DOSAGGI DI CEMENTO PREVISTI**

#### **1) SOTTOPASSI AGRICOLI E CICLOPEDONALI**

parte d'opera	classe di esposizione	classe di resistenza	classe di consistenza	Rapporto max A/C	Contenuto min Cem (kg)	diametro massimo aggregato (mm)	Copri ferro (mm) V <sub>N=50</sub>	Copri ferro (mm) V <sub>N=100</sub>
SOLETTA INFERIORE	XC2	C25/30	S4	0,60	300	25	30	40
FONDAZIONE MURO	XC2	C25/30	S4	0,60	300	25	30	40
SOLETTA SUPERIORE SENZA RICOPRIMENTO IN MATERIALE DA RILEVATO (ASSE AUTOSTRADALE)	XC3 + XF4 (2)	C28/35	S4	0,45	360	25	-	65
SOLETTA SUPERIORE SENZA RICOPRIMENTO IN MATERIALE DA RILEVATO (VIABILITA' EXTRALINEA)	XC4 + XD3	C35/45	S4	0,45	360	25	50	-



CORDOLO GUARD RAIL SULLA SOLETTA SUPERIORE (ASSE AUTOSTRADALE)	XC4 + XD3+XF4 (2)	C35/45	S4	0,45	360	25	-	60
SOLETTA SUPERIORE CON RICOPRIMENTO IN MATERIALE DA RILEVATO (ASSE AUTOSTRADALE E VIABILITA' EXTRALINEA)	XC3	C28/35	S4	0,55	320	25	30	40
PIEDRITTI	XC3	C28/35	S4	0,55	320	25	30	40
ELEVAZIONE MURO	XC4	C32/40	S4	0,50	340	25	35	45
VASCA	XC2 + XA1	C28/35	S4	0,55	320	25	40	50
MASSETTO DI PROTEZIONE DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE	XC1	C20/25	S2-S3	0,65	260	25	-	-
MAGRONE DI PULIZIA E LIVELLAMENTO (1)	n.d.	C12/15	S3-S4	n.d.	n.d.	32	-	-

(2) Con XF4 : Contenuto minimo di aria 3 % e aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo

**2) VASCHE DI TRATTAMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA**

parte d'opera	classe di esposizione	classe di resistenza	classe di consistenza	Rapporto max A/C	Contenuto min Cem (kg)	diametro massimo aggregato (mm)	Copriferro (mm) N=50	Copriferro (mm) VN=100
PARETI E SOLETTE	XC2 + XA1	C28/35	S4	0,55	320	25	35	45
POZZETTI SMALTIMENTO ACQUE	XC2 + XA1	C28/35	S4	0,55	320	25	35	45
MAGRONE DI PULIZIA E LIVELLAMENTO (1)	n.d.	C12/15	S3-S4	n.d.	n.d.	32	-	-

**3) SOTTOPASSI COMUNALI - PROVINCIALI**

parte d'opera	classe di esposizione	classe di resistenza	classe di consistenza	Rapporto max A/C	Contenuto min Cem (kg)	diametro massimo aggregato (mm)	Copriferro (mm) VN=50	Copriferro (mm) VN=100
SOLETTA INFERIORE	XC2	C25/30	S4	0,60	300	25	30	40
FONDAZIONE MURO	XC2	C25/30	S4	0,60	300	25	30	40
SOLETTA SUPERIORE CON RICOPRIMENTO IN MATERIALE DA RILEVATO (ASSE AUTOSTRADALE E VIABILITA' EXTRALINEA)	XC3	C28/35	S4	0,55	320	25	30	40
SOLETTA SUPERIORE SENZA RICOPRIMENTO IN MATERIALE DA RILEVATO (ASSE AUTOSTRADALE)	XC3 + XF4 (2)	C28/35	S4	0,45	360	25	-	65

SOLETTA SUPERIORE SENZA RICOPRIMENTO IN MATERIALE DA RILEVATO ( VIABILITA' EXTRALINEA)	XC4 + XD3	C35/45	S4	0,45	360	25	50	-
CORDOLO GUARD RAIL SULLA SOLETTA SUPERIORE (ASSE AUTOSTRADALE)	XC4 + XD3+XF4 (2)	C35/45	S4	0,45	360	25	-	60
PIEDRITTI	XC3	C28/35	S4	0,55	320	25	30	40
ELEVAZIONE MURO	XC4	C32/40	S4	0,50	340	25	35	45
NEW-JERSEY	XC4 + XD3	C35/45	S4	0,45	360	25	45 (4)	55 (4)
VASCA	XC2 + XA1	C28/35	S4	0,55	320	25	40	50
MASSETTO DI PROTEZIONE DELL'IMPERMEABILIZZAZIO NE	XC1	C20/25	S2-S3	0,65	260	25	-	-
RIEMPIMENTO A TERGO NEW-JERSEY	XC1	C20/25	S2-S3	0,65	260	25	-	-
FONDAZIONE NJ	n.d.	C12/15	S3-S4	n.d.	n.d.	30	-	-
MAGRONE DI PULIZIA E LIVELLAMENTO (1)	n.d.	C12/15	S3-S4	n.d.	n.d.	32	-	-

(4) trattandosi di elementi prefabbricati la tolleranza di posizionamento può essere ridotta fino ad un valore compreso tra 10 e 0mm (EC2 pto 4.4.1.3). Si considera 0mm in questo caso.

#### 4) TOMBINI IDRAULICI ( SCATOLARI E CIRCOLARI) E PASSAGGI FAUNISTICI

parte d'opera	classe di esposizione	classe di resistenza	classe di consistenza	Rapporto max A/C	Contenuto min Cem (kg)	diametro massimo aggregato (mm)	Copriferro (mm) V <sub>N=50</sub>	Copriferro (mm) V <sub>N=100</sub>
SOLETTA INFERIORE	XC3	C28/35	S4	0,55	320	25	30	40
SOLETTA SUPERIORE	XC3	C28/35	S4	0,55	320	25	30	40
PIEDRITTI	XC3	C28/35	S4	0,55	320	25	30	40
MANUFATTO PREFABBRICATO	XC3	C32/40	S4	0,50	340	25	25	35
FONDAZIONI E MURI D'ALA	XC3	C28/35	S4	0,55	320	25	30	40
MAGRONE DI PULIZIA E LIVELLAMENTO (1)	n.d.	C12/15	S3-S4	n.d.	n.d.	32	-	-

#### 5) GALLERIE ARTIFICIALI

parte d'opera	classe di esposizione	classe di resistenza	classe di consistenza	Rapporto max A/C	Contenuto min Cem (kg)	diametro massimo aggregato (mm)	Copriferro (mm) V <sub>N=50</sub>	Copriferro (mm) V <sub>N=100</sub>
DIAFRAMMI	XC2 (3)	C25/30	S4	0,60	300	32	-	75
“ “	XC2+XA1 (3)	C28/35	S4	0,55	320	32	-	75

“ “	XC2+XA2 (3)	C32/40	S4	0,50	340	32	-	75
SOLETTONE DI BASE	XC2	C25/30	S4	0,60	300	32	-	40
SETTI (CENTRALE E LATERALI) RIVESTIMENTO LATERALE	XC3	C28/35	S4	0,55	320	32	-	40
SOLETTONE SUPERIORE	XC3	C28/35	S4	0,55	320	32	-	40
NEW JERSEY	XC4 + XD3	C35/45	S4	0,45	360	25	-	55
VASCHE DI RACCOLTA	XC2 + XA1	C28/35	S4	0,55	320	25	-	50
MASSETTO DI PROTEZIONE DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE	XC1	C20/25	S2-S3	0,65	260	25	-	-
RIEMPIMENTO A TERGO NEW-JERSEY	XC1	C20/25	S2-S3	0,65	260	25	-	-
FONDAZIONE NJ	n.d.	C12/15	S3-S4	n.d.	n.d.	30	-	-
MAGRONE DI PULIZIA E LIVELLAMENTO (1)	n.d.	C12/15	S3-S4	n.d.	n.d.	32	-	-

(3) per le STRUTTURE INTERRATE DIRETTAMENTE A CONTATTO CON IL TERRENO si riportano di seguito, ai punti 3.1 e 3.2 le progressive d'asse ed i tratti delle viabilità di adduzione con la classe di esposizione a seguito delle analisi chimico-fisiche eseguite

<p><b>3.1 ASSE AUTOSTRADALE E VIABILITA' DI PERTINENZA</b></p> <p>da PK 0+000 A PK 9+500 classe di esposizione XC2 da PK 9+500 A PK 12+900 classe di esposizione XA1 da PK 12+900 A PK 15+000 classe di esposizione XC2 da PK 15+000 A PK 15+800 classe di esposizione XA1 da PK 15+800 A PK 20+400 classe di esposizione XC2 da PK 20+400 A PK 35+000 classe di esposizione XA1 da PK 35+000 A PK 48+700 classe di esposizione XA2 da PK 48+700 A PK 48+900 classe di esposizione XA1 da PK 48+900 A PK 56+300 classe di esposizione XA2 da PK 56+300 A PK 59+600 classe di esposizione XA1 da PK 59+600 A PK 65+500 classe di esposizione XC2</p>	<p><b>3.2 VIABILITA' DI ADDUZIONE</b></p> <p>D01 (EX 1PR) classe di esposizione XC2, D02 (EX 1RE) classe di esposizione XA1, D03 (EX 2RE) classe di esposizione XC2, D04 (EX 1FE tratto B) classe di esposizione XA1 D05 (EX 1FE tratto C) classe di esposizione XA1 D06 (EX 1FE tratto A2) classe di esposizione XA1 D07 (EX 1FE tratto A1) classe di esposizione XA1 D08 (EX 1FE tratto D) classe di esposizione XA1</p>
---	--

## 6) MONOLITI VARATI A SPINTA

parte d'opera	classe di esposizione	classe di resistenza	classe di consistenza	Rapporto max A/C	Contenuto min Cem (kg)	diametro massimo aggregato (mm)	Copriferr o (mm) V <sub>N=50</sub>	Copriferr o (mm) V <sub>N=100</sub>
SOLETTONE INFERIORE	XC2	C25/30	S4	0.60	300	32	-	40
SETTI E SOLETTONE SUPERIORE	XC3	C32/40	S4	0,50	340	32	-	40
MASSETTO DI PROTEZIONE DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE	XC1	C20/25	S2-S3	0,65	260	25	-	-
RIEMPIMENTO A TERGO NEW-JERSEY	XC1	C20/25	S2-S3	0,65	260	25	-	-
FONDAZIONE NJ	n.d.	C12/15	S3-S4	n.d.	n.d.	30	-	-

**7) TRINCEE**

parte d'opera	classe di esposizione	classe di resistenza	classe di consistenza	Rapporto max A/C	Contenuto min Cem (kg)	diametro massimo aggregato (mm)	Copri ferro (mm) V <sub>N=50</sub>	Copri ferro (mm) V <sub>N=100</sub>
PALI	XC2 (3)	C25/30	S4	0,60	300	32	75	75
“ “	XC2+XA1 (3)	C28/35	S4	0,55	320	32	75	75
“ “	XC2+XA2 (3)	C32/40	S4	0,50	340	32	75	75
SOLETTONE DI BASE	XC2	C25/30	S4	0,60	300	32	30	40
MURO LATERALE	XC4	C32/40	S4	0,50	340	25	35	45
NEW-JERSEY (3)	XC4 + XD3	C35/45	S4	0,45	360	25	45	55
CORDOLI PER BARRIERE DI SICUREZZA. E CHIUSURA DELLA PARTE INTERCLUSA	XC4 + XD3+XF4 (2)	C35/45	S4	0,45	360	25	50	60
MASSETTO DI PROTEZIONE DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE	XC1	C20/25	S2-S3	0,65	260	25	-	-
RIEMPIMENTO A TERGO NEW-JERSEY	XC1	C20/25	S2-S3	0,65	260	25	-	-
FONDAZIONE NEW JERSEYJ	n.d.	C12/15	S3-S4	n.d.	n.d.	30	-	-
MAGRONE DI PULIZIA E LIVELLAMENTO (1)	n.d.	C12/15	S3-S4	n.d.	n.d.	32	-	-

**8) MURI DI SOTTOSCARPA**

parte d'opera	classe di esposizione	classe di resistenza	classe di consistenza	Rapporto max A/C	Contenuto min Cem (kg)	diametro massimo aggregato (mm)	Copri ferro (mm) V <sub>N=50</sub>	Copri ferro (mm) V <sub>N=100</sub>
FONDAZIONI E PALI	XC2 (3)	C25/30	S4	0,60	300	32	30/75(P ALI)	40/75(P ALI)
“ “	XC2+XA1 (3)	C28/35	S4	0,55	320	32	40/75 (PALI)	50/75(P ALI)
“ “	XC2+XA2 (3)	C32/40	S4	0,50	340	32	40/75(P ALI)	50/75(P ALI)
ELEVAZIONE	XC4	C32/40	S4	0,50	340	32	35	45
MAGRONE DI PULIZIA E LIVELLAMENTO (1)	n.d.	C12/15	S3-S4	n.d.	n.d.	32	-	-

**9) PONTI E VIADOTTI**

parte d'opera	classe di esposizione	classe di resistenza	classe di consistenza	Rapporto max A/C	Contenuto min Cem (kg)	diametro massimo aggregato (mm)	Copri ferro (mm) V <sub>N=50</sub>	Copri ferro (mm) V <sub>N=100</sub>
PALI E DIAFRAMMI	XC2 (3)	C25/30	S4	0,60	300	32	75	75
“ “	XC2+XA1 (3)	C28/35	S4	0,55	320	32	75	75
“ “	XC2+XA2 (3)	C32/40	S4	0,50	340	32	75	75

FONDAZIONI: SPALLE TRADIZIONALI E PILE	XC2 (3)	C25/30	S4	0,60	300	32	30	40
" "	XC2+XA1 (3)	C28/35	S4	0,55	320	32	40	50
" "	XC2+XA2 (3)	C32/40	S4	0,50	340	32	75(PALI )	75(PALI)
FONDAZIONI: SPALLE PASSANTI	XC4 + XD3	C35/45	S4	0,45	360	25	50	60
ELEVAZIONE PILA	XC4	C32/40	S4	0,50	340	32	35	45
PULVINO CON TRAVE APPOGGIATA	XC4 + XD3	C35/45	S4	0,45	360	32	50	60
PULVINO CON TRAVE CONTINUA	XC4	C32/40	S4	0,50	340	25	35	45
BAGGIOLI E RITEGNI	XC4 + XD3	C35/45	S4	0,45	360	20	50	60
ELEVAZIONE SPALLE TRADIZIONALI	XC4 + XD3	C35/45	S4	0,45	360	25	50	60
TRAVI PREFABBRICATE	XC3	C28/35(al lo scassero) C45/55(a 28 gg)	S4	0,55	320	20	30	40
TRAVERSI IN OPERA (AD ARMATURA LENTA)	XC3	C32/40	S4	0,50	340	25	30	40
TRAVERSI IN OPERA (POST-TESI)	XC3	C25/30 (alla post-tesatura dei cavi) C32/40 (a 28gg)	S4	0,50	340	25	30	40
SOLETTA PER IMPALCATO CALCESTRUZZO/ACCIAIO (VIABILITA' AUTOSTRADALE)	XC4+XF4 (2)	C32/40	S4	0,45	360	25	-	60
SOLETTA PER IMPALCATO CALCESTRUZZO/ACCIAIO (VIABILITA' EXTRALINEA)	XC4	C32/40	S4	0,50	340	25	35	-
SOLETTA PER IMPALCATO IN C.A.P. (VIABILITA' AUTOSTRADALE)	XC4+XF4 (2)	C32/40	S4	0,45	360	25	-	60
SOLETTA PER IMPALCATO IN C.A.P. (VIABILITA' EXTRALINEA)	XC4	C32/40	S4	0,50	340	25	35	-
CORDOLO (ASSE AUTOSTRADALE)	XC4 + XD3+XF4 (2)	C35/45	S4	0,45	360	25	-	60
CORDOLO E VELETTA (VIABILITA' EXTRALINEA)	XC4 + XD3	C35/45	S4	0,45	360	25	50	-
SOLETTA DI TRANSIZIONE	XC2	C25/30	S4	0,60	300	32	30	40
PREDALLES (3)	XC3	C28/35	S4	0,55	320	20	25	35
MAGRONE DI PULIZIA E LIVELLAMENTO (1)	n.d.	C12/15	S3-S4	n.d.	n.d.	32	-	-

**10) CAVALCAVIA**

parte d'opera	classe di esposizione	classe di resistenza	classe di consistenza	Rapporto max A/C	Contenuto min Cem (kg)	diametro massimo aggregato (mm)	Copriferr o (mm) V <sub>N=50</sub>	Copriferr o (mm) V <sub>N=100</sub>
---------------	-----------------------	----------------------	-----------------------	------------------	------------------------	---------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

PALI E DIAFRAMMI	XC2 (3)	C25/30	S4	0,60	300	32	75	75
	XC2+XA1 (3)	C28/35	S4	0,55	320	32	75	75
" "	XC2+XA2 (3)	C32/40	S4	0,50	340	32	75	75
FONDAZIONI: SPALLE PASSANTI	XC4 + XD3	C35/45	S4	0,45	360	32	50	60
FONDAZIONI: SPALLE TRADIZIONALI E PILE	XC2	C25/30	S4	0,60	300	32	30	40
" "	XC2+XA1	C28/35	S4	0,55	320	32	40	50
" "	XC2+XA2	C32/40	S4	0,50	340	32	40	50
ELEVAZIONE PILA	XC4	C32/40	S4	0,50	340	32	35	45
PULVINO CON TRAVE APPOGGIATA	XC4 + XD3	C35/45	S4	0,45	360	32	50	60
PULVINO CON TRAVE CONTINUA	XC4	C32/40	S4	0,50	340	25	35	45
BAGGIOLI E RITEGNI	XC4 + XD3	C35/45	S4	0,45	360	20	50	60
ELEVAZIONE SPALLE	XC4 + XD3	C35/45	S4	0,45	360	25	50	60
SOLETTA PER IMPALCATO CALCESTRUZZO/ACCIAIO (SVINCOLI E INTERCONNESSIONI)	XC4+XF4 (2)	C32/40	S4	0,45	360	25	-	60
SOLETTA PER IMPALCATO CALCESTRUZZO/ACCIAIO (VIABILITA' EXTRALINEA)	XC4	C32/40	S4	0,50	340	25	-	45
CORDOLO E MARCIAPIEDE. (SVINCOLI E INTERCONNESSIONI)	XC4 + XD3+XF4 (2)	C35/45	S4	0,45	360	25	-	60
CORDOLO E MARCIAPIEDE (VIABILITA' EXTRALINEA )	XC4 + XD3	C35/45	S4	0,45	360	32	-	60
SOLETTA DI TRANSIZIONE	XC2	C25/30	S4	0,60	300	32	30	40
PREDALLES (3)	XC3	C28/35	S4	0,55	320	20	25	35
MAGRONE DI PULIZIA E LIVELLAMENTO (1)	n.d.	C12/15	S3-S4	n.d.	n.d.	32	-	-

**11) BASAMENTI BARRIERE ANTIRUMORE E BASAMENTI SEGNALETICA**

parte d'opera	classe di esposizione	classe di resistenza	classe di consistenza	Rapporto max A/C	Contenuto min Cem (kg)	diametro massimo aggregato (mm)	Copriferro (mm) V <sub>N=50</sub>	Copriferro (mm) V <sub>N=100</sub>
PALI	XC2	C25/30	S4	0,60	300	32	75	75
FONDAZIONI BARRIERE ANTIRUMORE	XC2	C25/30	S4	0,60	300	32	30	40
FONDAZIONI SEGNALETICA	XC2	C25/30	S4	0,60	300	32	30	40
MAGRONE DI PULIZIA E LIVELLAMENTO (1)	n.d.	C12/15	S3-S4	n.d.	n.d.	32	-	-

**12) MANUFATTI IDRAULICI**

parte d'opera	classe di esposizione	classe di resistenza	classe di consistenza	Rapporto max A/C	Contenuto min Cem (kg)	diametro massimo aggregato (mm)	Copri ferro (mm) V <sub>N=50</sub>	Copri ferro (mm) V <sub>N=100</sub>
DIAFRAMMI IDRAULICI	XC2 (3)	C25/30	S4	0,60	300	32	75	75
“ “	XC2+XA1 (3)	C28/35	S4	0,55	320	32	75	75
“ “	XC2+XA2 (3)	C32/40	S4	0,50	340	32	75	75
RIVESTIMENTO FOSSI, OPERE DI REGOLAZIONE E DI DERIVAZIONE IDRAULICA, CANALI DI RACCOLTA, SCALE DI ACCESSO AI MANUFATTI IDRAULICI	XC4	C32/40	S2-S4	0,50	340	20	35	45
RINFIANCO CANALETTA ACQUE DI PIATTAFORMA	XC2	C25/30	S2-S3	0,60	300	32	-	-
BAULETTATURA TUBI	n.d.	C12/15	S3-S4	n.d.	n.d.	32	-	-
MAGRONE DI PULIZIA E LIVELLAMENTO (1)	n.d.	C12/15	S3-S4	n.d.	n.d.	32	-	-

**13) EDIFICI**

parte d'opera	classe di esposizione	classe di resistenza	classe di consistenza	Rapporto max A/C	Contenuto min Cem (kg)	diametro massimo aggregato (mm)	Copri ferro (mm) V <sub>N=50</sub>	Copri ferro (mm) V <sub>N=100</sub>
FONDAZIONI	XC2	C25/30	S4	0,60	300	32	30	-
PILASTRI E MURI IN ELEVAZIONE	XC3	C28/35	S4	0,55	320	25	30	-
TRAVI E SOLAI	XC3	C28/35	S4	0,55	320	25	30	-
MAGRONE DI PULIZIA E LIVELLAMENTO (1)	n.d.	C12/15	S3-S4	n.d.	n.d.	32	-	-

Le prescrizioni relative alla classe di conglomerato cementizio (resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di stagionatura espressa in MPa) sono da ritenersi come minime.

## 8.4. CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

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

Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati, per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o all'impianto di confezionamento, ad eccezione delle determinazioni chimiche che dovranno essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale o autorizzato.

#### **8.4.1. GRANULOMETRIA DEGLI INERTI**

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

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

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

Per quanto riguarda la tipologia di prove e la loro frequenza occorre far riferimento a quanto indicato al paragrafo 8.2.2 della corrente sezione.

#### **8.4.2. RESISTENZA DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI**

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste nel DM 14/01/08 cap. 11.2.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica ( $R_{ck}$ ) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la DL potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali/autorizzati.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali/autorizzati 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 Rck 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 secondo le indicazioni riportate nel DM 14/01/08 al p.to 11.2.6.

#### **8.4.3. CONTROLLO DELLA LAVORABILITÀ**

La lavorabilità del conglomerato cementizio fresco sarà valutata con la misura all'abbassamento al cono di Abrams (slump) in mm secondo la Norma UNI EN 12350, tale prova dovrà essere eseguita in concomitanza a ciascun prelievo di campioni.

Per la classe di consistenza S5 i valori di abbassamento dovranno essere compresi tra 220 e 250 mm ( $\pm 10$  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 160 mm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

#### **8.4.4. CONTROLLO DEL RAPPORTO ACQUA/CEMENTO**

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere valutato tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti che di quella assorbita dagli stessi secondo le norme UNI EN 1097-6 (condizione di inerte "saturo a superficie asciutta", per la quale l'aggregato non cede e non assorbe acqua all'impasto) ed UNI 11201.

Il suddetto rapporto, dovrà essere controllato secondo le indicazioni riportate nella Norma UNI 11201, 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 teorico di qualifica.

#### **8.4.5. CONTROLLO DELL'OMOGENEITÀ DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

L'omogeneità del conglomerato cementizio, per ogni miscela utilizzata, 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. Il controllo dell'omogeneità dovrà essere effettuato in cantiere almeno 1 volta al mese.

#### **8.4.6. CONTROLLO DEL CONTENUTO DI ARIA**

La prova del contenuto di aria dovrà essere effettuata ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante.

Essa verrà eseguita con il metodo UNI EN 12350-7.

Tale contenuto dovrà essere determinato con le cadenze previste nella Norma UNI EN 206-1 (ogni qualvolta è utilizzato l'aerante: ogni giorno, al 1° impasto)

#### **8.4.7. DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA**

Tale controllo dovrà essere eseguito su conglomerato cementizio fresco, secondo quanto stabilito dalle Norme UNI EN 12350-6.

### **8.5. 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 in accordo con quanto stabilito nel DM 14/1/2008 par. 11.2.11, 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.

La D.L. potrà prescrivere l'effettuazione di prove per la determinazione del grado di impermeabilità del calcestruzzo.

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 quello indicato dal progettista.

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

## **8.6. TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE**

### **8.6.1. 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 totali dovrà essere realizzata con precisione del 3%, mentre quella del cemento dovrà essere realizzata con precisione del 2%

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi, 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 dispositivo dovranno essere tarati almeno una volta al mese o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da garantire un impasto omogeneo secondo i requisiti di cui al paragrafo 8.4.5 della corrente sezione.

Per quanto non specificato, valgono le norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104.

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 e il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso in cui la temperatura ambiente scenda al di sotto di 273 K (0 °C),, la temperatura dell'impasto, al momento del getto dovrà essere superiore a 278 K (5 °C) in accordo alla UNI EN 206-1.

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.

### **8.6.2. TRASPORTO**

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

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

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

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

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

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

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 in precedenza al punto 4.5.

La lavorabilità dell'impasto sarà controllata durante le fasi di scarico in opera secondo quanto indicato al paragrafo 8.4.3 della sezione corrente.

In aggiunta alle prove previste al par. 4.3 dovrà essere controllata la lavorabilità dell'impasto anche allo scarico della prima betoniera (di ciascun getto/impianto/miscela).

Se durante i controlli effettuati l'abbassamento eccede il range previsto dalla UNI EN 206-1 ma è ricompreso nelle tolleranze previste dalla norma dovrà essere eseguita una seconda prova sulla medesima betoniera: la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla UNI EN 206-1, 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, a meno che si attesti il mantenimento della lavorabilità anche durante la fase di qualifica delle miscele con effettuazione di prove tecnologiche atte a costruire la curva consistenza/tempo.

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

### **8.6.3. 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 dicollegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

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

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

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

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti qualificati 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.

Le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.

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

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

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

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

La regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m (o con metodi equivalenti) che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale.

Saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori ai 10 mm.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento, immediatamente

dopo il disarmo, ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malta fine di cemento;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

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

Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La massa volumica del conglomerato cementizio indurito, misurata secondo la Norma UNI EN 12350 su provini prelevati dalla struttura, non dovrà risultare inferiore al 97% della massa volumica della miscela fresca misurata nelle prove di qualificazione e/o di quella dichiarata nel mix design.

#### **8.6.4. RIPRESE DI GETTO**

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

#### **8.6.5. POSA IN OPERA IN CLIMI FREDDI**

Il clima si definisce freddo quando la temperatura risulta inferiore a 273 K (0 °C).

Valgono le prescrizioni riportate in precedenza nella presente sezione.

Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore a +5 °C e che non siano ghiacciate o innevate le superfici di fondo o di contenimento del getto e delle casseforme.

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

#### **8.6.6. POSA IN OPERA IN CLIMI CALDI**

La temperatura dell'impasto non dovrà superare i 35°C (secondo le Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale - del Febbraio 2008) .

Per getti massivi (superiori a 800 mc) dovrà essere specificato in una apposita procedura la temperatura massima del cls.

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 EN 206-1.

#### **8.6.7. STAGIONATURA E DISARMO**



#### 8.6.7.1 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 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.

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 il curing del cls (come sopra definito).

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>.

Per assicurare la funzionalità e la durata delle strutture è necessario, come previsto dal DM del 14/01/2008 al punto 4.1.2.2.4, non superare uno stato limite di fessurazione adeguato alle condizioni ambientali, alle sollecitazioni ed alla sensibilità delle armature alla corrosione.

Nella tabella 4.1.IV (riportata nel par. 4.1.2.2.4.5 del DM 14/01/2008) sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione:

**Tabella 4.1.IV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione**

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w <sub>d</sub>	Stato limite	w <sub>d</sub>
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w <sub>2</sub>	ap. fessure	≤ w <sub>3</sub>
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>	ap. fessure	≤ w <sub>2</sub>
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>	ap. fessure	≤ w <sub>2</sub>
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>

Nella tabella i valori limite di apertura delle fessure - w<sub>d</sub> - sono pari a:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive (par. 4.1.2.2.4.3 DM 2008) in relazione a quanto indicato nella Tab. 4.1.III con riferimento alle classi di esposizione definite nelle Linee Guida per il calcestruzzo strutturale emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

**Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali**

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

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

In casi particolari la DL potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

#### 8.6.7.2 MATURAZIONE ACCELERATA CON TRATTAMENTI TERMICI

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa qualora siano state condotte indagini sperimentali sul trattamento termico che si intende adottare.

In particolare, si dovrà controllare che ad un aumento delle resistenze iniziali non corrisponda una resistenza finale minore di quella che si otterrebbe con maturazione naturale.

Dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K (30 °C);
- il gradiente di temperatura di riscaldamento e quello di raffreddamento non deve superare 15 K/h (°C/h), e dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo quarto punto;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (60 °C);
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 15 °C;
- il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura, dovrà avvenire con apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo;
- la procedura di controllo di cui al punto precedente, dovrà essere rispettata anche per i conglomerati cementizi gettati in opera e maturati a vapore.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni, nonché della resistenza raggiunta al momento del taglio dei trefoli o fili aderenti, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termo-igrometriche della struttura secondo quanto indicato dalla Norma UNI EN 12390-2.

#### 8.6.7.3 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 14/01/08.

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

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

La DL potrà prescrivere che le murature di calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione.

In tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

#### 8.6.7.4 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, ecc).

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

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

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

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butiadene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, polioossipropilene, polioossicloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

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

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

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.).

In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

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

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

#### 8.6.7.5 SISTEMI PROTETTIVI PER STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

L'applicazione di sistemi filmogeni, laddove previsti, è la tecnica che si utilizza per proteggere l'elemento strutturale dall'aggressione di agenti aggressivi esterni quando attraverso le indagini si è accertata una delle seguenti situazioni:

- la struttura risulta ancora in buone condizioni e senza degrado superficiale, ancorché le indagini abbiano rivelato la presenza di uno spessore di calcestruzzo carbonatato, purché inferiore al copriferro;
- la struttura risulta ancora in buone condizioni e senza degrado superficiale, anche se le indagini hanno rilevato che sono iniziati fenomeni di corrosione nelle armature.

L'applicazione di sistemi protettivi filmogeni viene utilizzata anche quando si realizzano interventi di ripristino localizzati sia per equilibrare i potenziali elettrochimici delle armature, che per migliorare l'aspetto estetico. Si deve infatti evitare che parti di armatura avvolte da conglomerato di qualità diversa da punto a punto, vengano nuovamente a trovarsi in condizioni tali da generare nuove pilee e reinnescare il processo di corrosione.

L'applicazione di sistemi protettivi ha scopo di impedire o ritardare l'insorgere dei fenomeni che possono portare alla fessurazione, allo sgretolamento, al dilavamento, al rigonfiamento, all'adde laminazione od al distacco di parti di calcestruzzo.

Il sistema protettivo deve essere capace di costituire uno schermo verso l'ambiente impedendo da un lato la penetrazione degli aggressivi, dall'altro quella dell'acqua e dell'ossigeno, che contribuiscono alle reazioni che causano il degrado delle strutture.

La scelta dei sistemi protettivi filmogeni deve essere effettuata in funzione del tipo di struttura, dell'elemento da proteggere ed in funzione del grado di aggressione a cui è sottoposto ed in particolar modo si possono utilizzare sistemi protettivi :

- **Di tipo PP**

sistema protettivo elastico a base poliuretanica (ciclo alifatico) applicabile a rullo o con airless su qualsiasi tipo di elemento strutturale dove sia richiesto un elevatissimo grado di protezione. Costituito da un primer epossipoliammidico con spessore di 50 µm e da una finitura a base di elastomeri poliuretanic alifatici applicata in due differenti spessori in funzione del grado di protezione desiderata.

Con 200 µm di spessore si ottiene:

- la protezione contro l'ingresso di CO<sub>2</sub>, acqua liquida, cloruri;
- la resistenza ai raggi UV, ai cicli di gelo e disgelo anche in presenza di sali disgelanti;

Con 300 µm di spessore si ottiene:

- la protezione contro l'ingresso di CO<sub>2</sub>, acqua liquida, cloruri;
- la resistenza ai raggi UV, ai cicli di gelo e disgelo anche in presenza di sali disgelanti;
- una Crack bridging ability relativa a cavillature già presenti sul supporto di apertura < 300 µm;

- **Di tipo PA**

sistema protettivo elastico a base acrilica in acqua, applicabile a rullo o con airless su qualsiasi tipo di elemento strutturale dove sia richiesto un elevato grado di protezione manon indicato su elementi strutturali a contatto permanente con acqua, è particolarmente utilizzato per la protezione di superfici in ambiente chiuso in quanto non contiene solventi mentre è sconsigliata l'applicazione in periodo invernale in quanto le basse temperature ne rallentano l'indurimento. Costituito da un primer acrilico in acqua con spessore di 50 µm e finitura acrilica in acqua applicata in due differenti spessori in funzione del grado di protezione desiderata:

Con 200 µm di spessore si ottiene:

- la protezione contro l'ingresso di CO<sub>2</sub>, acqua liquida, cloruri;
- la resistenza ai raggi UV, ai cicli di gelo e disgelo anche in presenza di sali disgelanti;

Con 300 µm di spessore si ottiene:

- la protezione contro l'ingresso di CO<sub>2</sub>, acqua liquida, cloruri;

- la resistenza ai raggi UV, ai cicli di gelo e disgelo anche in presenza di sali disgelanti;
- una Crack bridging ability relativa a cavillature già presenti sul supporto di apertura < 300µm;

- **Di tipo PM**

protettivo rigido monocomponente a base di metacrilati applicabile a rullo o conairless utilizzabile ove sia richiesto un buon grado di protezione senza alcun performance di Crack bridging ability. Costituito da un primer a base di metacrilati con spessore di 50 µm e finitura a base di metacrilati applicata in spessore di 100 µm;

- **Di tipo PE**

sistema protettivo rigido epossipoliamidico applicabile a rullo o con airless.

Costituito da primer epossipoliamidico con spessore di 50 µm e finitura epossipoliamidica può essere applicato in funzione del grado di protezione richiesto:

- protezione media per canali, tombini ed opere in alveo (pile, fondazioni, muri di sponda, briglie ecc.) su corsi d'acqua caratterizzati da pendenza < 5% e con trasporto solido di diametro < 10 mm è richiesto uno spessore della finitura pari a 400 µm;
- protezione elevata per canali, tombini ed opere in alveo (pile, fondazioni, muri di sponda, briglie ecc.) su corsi d'acqua caratterizzati da pendenza > 5% e con trasporto solido di diametro > 10 mm è richiesto uno spessore della finitura pari a 600 µm;

#### 8.6.7.6 PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ, AMMORSATURE, ONERI VARI

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

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

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

#### 8.6.7.7 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 simili; 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 14/01/08 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 quello indicato dal progettista.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm e comunque come indicato dal progettista.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; dovranno essere eseguite legature doppie incrociate con filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm oppure con il cosiddetto "spaghetto", tali da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

In alternativa per le legature potranno essere effettuate delle saldature con apporto di materiale (di puntatura e non di forza) tali da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto. Le saldature dovranno essere effettuate da personale qualificato (dotato di relativo patentino) e dovranno essere caratterizzate da specifica relazione del progettista descrittiva delle relative modalità e con individuazione degli schemi di saldatura. Le puntature non dovranno in ogni caso superare il 50% degli incroci, salvo differenti disposizioni progettuali.

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, fanghi bentonitici o biodegradabili, nonché i collegamenti equipotenziali.

#### 8.6.7.8 ARMATURA DI PRECOMPRESSIONE

L'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alle prescrizioni contenute nei calcoli statici e nei disegni esecutivi per tutte le disposizioni costruttive, ed in particolare per quanto riguarda:

- il tipo, il tracciato, la sezione dei singoli cavi;

- le fasi di applicazione della precompressione;
- la messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi;
- le eventuali operazioni di ritaratura delle tensioni;
- i dispositivi speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa, ecc.

Oltre a quanto prescritto delle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Impresa dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego di appositi supporti, realizzati per esempio con pettini in tondini di acciaio dime oppure attraverso legature all'armatura lenta che impediscano il movimento delle guaine durante le operazioni di getto e che assicurino le traiettorie del progetto.

#### 8.6.7.9 INIEZIONE NEI CAVI DI PRECOMPRESSIONE

##### ***Boiacche cementizie per le iniezioni nei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. nuove***

Nelle strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con cavi scorrevoli, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto proteggere i cavi dalla corrosione, è necessario che le guaine vengano iniettate con boiaccia di cemento reoplastica, fluida pompabile ed a ritiro compensato (è richiesto un leggero effetto espansivo).

Tale boiaccia preferibilmente pronta all'uso previa aggiunta di acqua, oppure ottenuta da una miscela di cemento speciale, additivo in polvere, dosato in ragione del 5 - 6% sul peso del cemento, ed acqua, non dovrà contenere cloruri né polvere di alluminio, né coke, né altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas capaci di innescare fenomeni di corrosione.

Tutte le operazioni di cui sopra dovranno essere conformi a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge (Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5.11.1971 n. 1086 con DM 14/01/08).

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge, si precisa quanto segue:

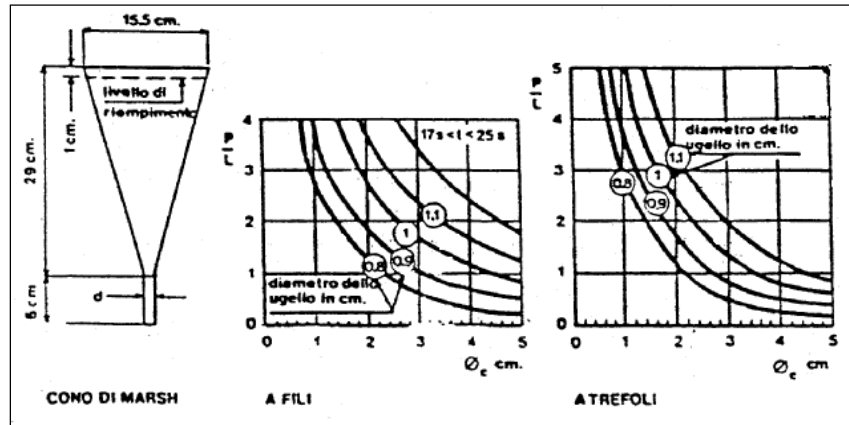
##### *Misura della fluidità con il cono di Marsh.*

La fluidità della malta di iniezione dovrà essere misurata con il cono di Marsh all'entrata di ogni guaina.

L'apparecchio dovrà essere costruito in acciaio inossidabile ed avere forma e dimensioni come in figura, con ugello intercambiabile di diametro  $d$  variabile da mm 5 a mm 11.

La fluidità della malta sarà determinata misurando i tempi di scolo di 1000 cm<sup>3</sup> di malta (essendo la capacità totale del cono di 2000 cm<sup>3</sup>, il tempo totale di scolo va diviso per due). La fluidità della malta sarà ritenuta idonea quando il tempo di scolo di 1000 cm<sup>3</sup> di malta sarà compreso tra 13 e 25 secondi. La scelta del diametro dell'ugello dovrà essere fatta sulla base degli abachi in figura, rispettivamente per cavi a fili e a trefoli:





Dove:

$P$  = pressione dell'iniezione ( $\text{g}/\text{cm}^2$ )

$L$  = lunghezza della guaina (cm)

$$\varnothing_e = (\varnothing G^2 \cdot n \cdot \varnothing f^2)^{1/2}$$

[diametro equivalente in funzione della guaina ( $\varnothing G$ ), del diametro dei fili ( $\varnothing f$ ) e del loro numero ( $n$ )].

*Misura della essudazione della malta.*

Si opera con una provetta graduata cilindrica ( $250 \text{ cm}^3$ ,  $\varnothing 6 \text{ cm}$ , riempita con  $1000 \text{ cm}^3$  di boiaccia). La provetta deve essere tenuta in riposo e al riparo dall'aria. La misura si effettua 3 ore dopo il mescolamento, con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell' acqua trasudata. L'essudazione non dovrà essere superiore al 2% del volume.

Inoltre si precisa che:

- l'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità ( $1500 \div 2000$  giri/min). É proibito l'impasto a mano;
- il tempo di inizio presa non dovrà essere inferiore a 3 ore;
- è prescritta la disposizione di tubi di sfiato in corrispondenza a tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette ed i cavi terminalio comunque come da progetto.
- Egualmente dovranno essere disposti tubi di sfiato nei punti più bassi dei cavi lunghi o con forte dislivello.

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

---

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

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

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

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 utilizzati apparterranno ad una delle seguenti categorie di produzione previste dal D.M. del Ministero delle Infrastrutture del 14/01/2008 (par. 11.8):

- manufatti in possesso di «marcatatura CE»;
- serie dichiarata;
- manufatti di serie «controllata».

## **8.8. 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;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo o di sottosuolo.

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

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

Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianza sulle facce in vista del getto.

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

Per la ripresa dei getti dovranno essere adottati gli accorgimenti indicati in precedenza.

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

Nel caso di cassetta 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 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.

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

---

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n° 1086 ed al DM 14/01/08.

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 per ogni parte d'opera.

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 dalla certificazione di cui al DM 14/01/08, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto nel DM citato.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato DM 14/01/08.

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

L'unità di collaudo per acciai in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita del peso max di 30 t.

Durante i lavori, per ogni lotto di fornitura, dovranno essere prelevati non meno di tre campioni di 1 metro di lunghezza cadauno ed inviati a Laboratori Ufficiali o Autorizzati ai sensi della L. 1086/71 secondo quanto previsto nel DM 14/01/08 .

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.

Per il controllo del peso effettivo da ogni unità di collaudo, dovranno essere prelevate delle barre campione.

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 a quanto previsto al p.to 11.3.2.8 del DM 14/01/08 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.

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

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

### **8.9.1. ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA – B450A , B450C - CONTROLLATO IN STABILIMENTO**

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

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

Nel caso che i certificati di prova diano esito negativo si procederà come indicato nel DM 14/01/08.

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.

### **8.9.2. ACCIAIO INOSSIDABILE IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA**

Gli acciai inossidabili dovranno rientrare nelle categorie di cui al DM 14/01/08, e dovranno rispettare tutte le caratteristiche fisiche, tecnologiche e meccaniche ivi previste.

Dovranno inoltre essere del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico. Per tali acciai il produttore dovrà fornire l'attestato di deposito rilasciato dal Servizio Tecnico del C.S. LL PP attraverso prove certificate da Laboratori Ufficiali o Autorizzati, documentazione comprovante che tali acciai siano del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico, e precisato gli specifici provvedimenti di saldatura che dovranno essere utilizzati in cantiere o in officina.

Per i controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre si procederà secondo le indicazioni del DM 14/01/08.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova, nonché l'accettazione della partita, sono analoghe a quelle riportate nella presente sezione.

L'uso di detto acciaio deve essere previsto rigorosamente in progetto, e giustificato alla luce delle situazioni ambientali, nonché concretamente motivato.

### **8.9.3. RETI IN BARRE DI ACCIAIO ELETTROSALDATE**

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

Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel DM 14/01/08.

Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiama quanto previsto nel DM 14/01/08.

### **8.9.4. ZINCATURA A CALDO DEGLI ACCIAI**

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

#### **8.9.4.1 QUALITÀ DEGLI ACCIAI DA ZINCARE A CALDO**

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03 - 0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15-0,25%. Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI EN 10080 per gli acciai di qualità Fe B 400 S e Fe B 500 S.

#### 8.9.4.2 ZINCATURA A CALDO PER IMMERSIONE

##### TRATTAMENTO PRELIMINARE

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

##### IMMERSIONE IN BAGNO DI ZINCO

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI EN 1179, 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<sup>2</sup> di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85  $\mu\text{m} \pm 10\%$ .

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

#### 8.9.4.3 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.

#### 8.9.4.4 VERIFICHE

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso massimo di 30 t.

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

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 EN ISO 1460:1997.

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

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

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

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.

#### 8.9.4.5 CERTIFICAZIONI

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, previste dalle Norme di cui al DM 14/01/08 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.

#### 8.9.4.6 LAVORAZIONE

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

Quando la zincatura 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.

### **8.9.5. ACCIAIO PER C.A.P.**

#### **8.9.5.1 FILI, BARRE, TREFOLI**

L'acciaio per c.a.p. deve essere controllato in stabilimento per lotti di fabbricazione, secondo le norme di cui al DM 14/01/08.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da certificati di laboratori ufficiali e dovranno essere munite di un sigillo sulle legature con il marchio del produttore.

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.

I fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante e non dovranno essere piegati durante l'allestimento dei cavi.

Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzati con nastro adesivo ad intervallo di 70 cm.

Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80-100 cm.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea, si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione e difetti superficiali visibili.

E' facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo in cantiere gli acciai controllati in stabilimento.

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

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

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera dei lotti di spedizione sottoposti all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel DM 14/01/08.

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.

#### **8.9.5.2 CAVO INGUAINATO MONOTREFOLO**

Dovrà essere di tipo compatto, costituito da trefolo in fili di acciaio a sezione poligonale, controllati in stabilimento, rivestito con guaina tubolare in polietilene ad alta densità, intasata internamente con grasso anticorrosivo ad alta viscosità, stabile ed idoneo all'uso specifico.



Le caratteristiche dell'acciaio, i controlli, lo spessore della guaina dovranno essere conformi a quanto previsto nei precedenti punti ed a quanto riportato negli elaborati di progetto.

L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il sistema proposto per l'ingrassaggio, l'infilaggio e l'eventuale sostituzione dei trefoli.

#### **8.9.5.3 ANCORAGGI DELLA ARMATURA DI PRECOMPRESSIONE**

Gli ancoraggi terminali dell'armatura di precompressione dovranno essere conformi ai disegni di progetto, composti essenzialmente da piastre di ripartizione e apparecchi di bloccaggio. Per i cavi inguainati monotrefolo le piastre di ripartizione dovranno essere in acciaio zincato, a tenuta stagna; i cappellotti di protezione terminali dovranno essere zincati e provvisti di guarnizione in gomma antiolio, da calzare sui cilindretti e fissare con viti zincate ai terminali riempiti con grasso dopo la tesatura dei trefoli.

In alternativa alla zincatura delle parti metalliche dovrà essere realizzato un getto di completamento che contenga le piastre di ripartizione e le testate di ancoraggio, realizzato con malte idonee a garantire la durabilità della protezione o con sistemi equivalenti preventivamente sottoposti ad approvazione.

### **8.10. TRATTAMENTI PROTETTIVI PER STRUTTURE IN C.A. E C.A.P**

---

Per la protezione di strutture in c.a. e c.a.p. si applicheranno i criteri di cui alla UNI EN 1504.

La protezione delle testate dei cavi di precompressione dovrà essere realizzata con materiali le cui caratteristiche soddisfino i parametri minimi definiti dalla UNI EN 1504.

Per le opere in c.a. e c.a.p. per le quali sia prevista l'applicazione di sistemi protettivi al fine di ridurre l'insorgere di fenomeni che possano portare ad un degrado accelerato del calcestruzzo o fenomeni di corrosione si farà uso di protettivi elastici conformi alla UNI EN 1504.

Le modalità di applicazione dei prodotti sopramenzionati saranno quelle definite dalle schede tecniche in cui sono riportate le tipologie di eventuali primer di sottofondo, il numero di mani per garantire una completa ed efficiente copertura, le tecniche di applicazione (a pennello, a rullo o a spruzzo) e gli spessori totali.

I prodotti da utilizzare dovranno essere preventivamente qualificati da DL/AS. Le caratteristiche potranno essere accertate mediante prelievo in loco di campioni con frequenza a discrezione della Direzione Lavori sui quali verranno riefettuate le prove previste al fine di garantire i valori minimi previsti in tabella. Le prove dovranno essere effettuate presso laboratori specializzati. In corso d'opera sul prodotto applicato potranno essere inoltre accertati spessori minimi e caratteristiche di adesione mediante l'effettuazione di idonee prove con la frequenza definita dalla Direzione Lavori.

Per i ripristini delle strutture in c.a. e c.a.p. si applicheranno i criteri definiti dalla UNI EN 1504.

## 9. SEZ. 09 “DIAFRAMMI E PALANCOLATI”

---

### 9.1. GENERALITA'

---

#### 9.1.1. CLASSIFICAZIONE

Si farà riferimento alla seguenti tipologie di opere:

- Diaframmi in c.a. scavati e gettati in opera;
- Palancolati.

##### 9.1.1.1 DIAFRAMMI

Per diaframma si intende un'opera con funzioni di sostegno delle terre, ma anche di fondazione, difesa di opere preesistenti, etc., realizzato asportando e sostituendo il terreno con un conglomerato cementizio armato.

Lo scavo è eseguito per elementi singoli (pannelli), le cui dimensioni corrispondono alle dimensioni nominali dell'utensile di scavo, o ad un suo multiplo, gettati monoliticamente.

Per pannelli si intendono i singoli elementi costituenti il diaframma. Pannelli isolati possono essere utilizzati per realizzare fondazioni profonde, alle stregua di pali trivellati di grande diametro.

I giunti di un diaframma sono costituiti dalle superfici di contatto tra i singoli pannelli costituenti il diaframma.

##### 9.1.1.2 PALANCOLATI

Un palancolato è un diaframma realizzato mediante infissione nel terreno di profilati metallici, di sezione generalmente a forma di U aperta, i cui bordi laterali, detti gargami, sono sagomati in modo da realizzare una opportuna guida all'infissione del profilato adiacente, disposto in posizione simmetricamente rovesciata. In genere le palancole metalliche vengono utilizzate per realizzare opere di sostegno provvisorio di scavi di modesta profondità. In questi casi le palancole vengono recuperate, estraendole mediante impiego di un vibratore. Meno frequente è l'impiego di palancole per realizzare opere di sostegno o di protezione a carattere definitivo.

In questi casi possono essere talvolta utilizzate delle palancole in cemento armato, eventualmente precompresso con la tecnica dei fili aderenti, prefabbricate in stabilimento.

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alla seguente normativa:

- Decreto Ministeriale del 14/01/08 “Norme Tecniche per le Costruzioni”
- ASTM D1143-81 "Standard Test Method for piles under static and compressive load"

## 9.2. DIAFRAMMI IN CEMENTO ARMATO

---

La tecnica di perforazione sarà di norma basata sull'impiego di fanghi bentonitici o biodegradibili.

Nel caso di terreni argillosi da mediamente consistenti a molto consistenti, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, con valori della resistenza al taglio non drenata ( $C_u$ ), che alla generica profondità  $h$  soddisfino alle condizioni:

$$C_u \geq \gamma h / 3$$

Dove:

$\gamma$  = peso di unità di volume totale;

la perforazione potrà essere eseguita a secco, sempre che non vi sia alcun ingresso di acqua nel foro.

Durante la perforazione occorrerà tener conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il diaframma.

Dovranno quindi essere minimizzati:

- il rammollimento degli strati coesivi;
- la diminuzione di densità relativa degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci proprie dello stato naturale;
- la riduzione dell'aderenza diaframma-terreno da un impiego improprio.

## 9.3. PALANCOLATI

---

L'Impresa dovrà comunicare alla DL le modalità esecutive che intende adottare per le infissioni.

Dovrà inoltre assicurare il rispetto delle Norme DIN 4150, in merito ai limiti delle vibrazioni, comunicando alla DL i provvedimenti che intende adottare nel caso dei superamenti dei limiti stessi.

La DL, a sua discrezione, può richiedere che l'Impresa provveda ad eseguire misure di controllo delle vibrazioni indotte, con oneri e spese relative a carico dell'Impresa stessa.

## 9.4. TOLLERANZE GEOMETRICHE

---

### 9.4.1. DIAFRAMMI IN C.A.

La posizione planimetrica dei diaframmi dovrà mantenersi nelle tolleranze indicate nel progetto.

La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%; nel caso di diaframmi a tenuta idraulica dovrà essere garantita una tolleranza di un valore massimo pari a  $S/3 L$  ( $S$  = Spessore;  $L$  = profondità del diaframma).

Le tolleranze  $\Delta S$  sullo spessore, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito, sono le seguenti:

- per ciascun elemento, in base al suo assorbimento globale:
  - $0,01 S < \Delta S \leq 0,1 S$
- per ciascuna sezione degli elementi sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose (dose = autobetoniera):
  - $0,01 S < \Delta S \leq 0,01 S$

La profondità "L", dovrà risultare conforme al progetto  $\pm 20$  cm.

L'ordine di realizzazione dei singoli pannelli potrà essere fissato o variato a giudizio della Direzione Lavori, senza che perciò l'impresa abbia diritto ad alcun speciale compenso.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per garantire piena funzionalità al diaframma in caso di esecuzione non conforme alle tolleranze stabilite.

#### **9.4.2. PALANCOLATI**

Per quanto riguarda i palancolati si prescrive il rispetto delle seguenti tolleranze:

- posizione planimetrica del tracciamento:  $\pm 10$  cm
- verticalità :  $\pm 2,5$  %
- quota testa :  $\pm 25$  cm
- profondità :  $\pm 25$  cm

### **9.5. PREPARAZIONE DEI PIANI DI LAVORO**

#### **9.5.1. DIAFRAMMI**

L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che se incontrati nella perforazione possono recare danno alle maestranze in cantiere o a terzi.

Le attrezzature di perforazione e di servizio dovranno operare da un piano di lavoro preventivamente realizzato, in modo da evitare variazioni di assetto delle attrezzature durante il loro funzionamento.

La quota dei piani di lavoro dovrà essere posta almeno 1.0 m sopra la massima quota dei livelli piezometrici delle falde acquifere (freatiche e/o artesiane) presenti nel terreno

Gli assi longitudinali dei diaframmi saranno materializzati mediante coppie di cordoli-guida (corree), paralleli e contrapposti ad una distanza netta pari allo spessore nominale del diaframma, aumentato di 10 cm. con riferimento ai capisaldi plano-altimetrici di progetto.

I cordoli saranno realizzati in conglomerato cementizio armato. Le dimensioni minime sono 0.35 x 0.50 m; l'armatura sarà continua ed il getto sarà fatto contro il terreno naturale.

Nella realizzazione dei cordoli si avrà cura di posizionare con precisione le cassature metalliche, in modo da ottenere che la linea mediana delle corree non si discosti dalla posizione planimetrica del diaframma in misura superiore alla tolleranza ammessa.

I cordoli hanno inoltre la funzione di guidare l'utensile di scavo, sostenere il terreno più superficiale e costituire un'adeguata vasca per le escursioni del livello del fango durante l'introduzione dell'utensile di scavo.

Particolare cura dovrà quindi essere posta nella loro esecuzione sia nei riguardi del tracciamento (quota superiore e direzione), sia per la loro verticalità, in quanto essi costituiscono l'elemento fondamentale per ogni riferimento del diaframma (quote ed allineamento).

I cordoli saranno adeguatamente marcati con chiodi e strisce di vernice in corrispondenza degli estremi di ciascun pannello di diaframma da scavare.

### **9.5.2. PALANCOLATI**

I piani di lavoro dovranno essere adeguati in relazione alle dimensioni delle attrezzature da utilizzare, la loro quota dovrà consentire di rispettare ovunque le quote di progetto relative alla testa del palancolato

## **9.6. MATERIALI**

---

### **9.6.1. DIAFRAMMI**

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare ed alle dimensioni dei diaframmi da eseguire nei tempi previsti.

Marcature disposte ad intervalli regolari (1m-2m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo dovranno consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

Il fango bentonitico o il fango biodegradabile dovrà essere preparato, trattato e controllato seguendo le modalità descritte nel punto 2.3.4 della sezione "pali" del presente Capitolato.

Nel caso che l'aperforazione sarà eseguita mediante benna mordente, il corpo dell'utensile dovrà lasciare uno spazio tra esso e la parete del foro di ampiezza sufficiente ad evitare "effetti pistone" allorché l'utensile viene sollevato.

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

La benna mordente sarà provvista delle aperture per la fuoriuscita del fango all'atto dell'estrazione.

Il livello del fango nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore a 1,00 m e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile dal foro; a tale scopo si potrà disporre di una fossa di piccola capacità accanto al foro, direttamente connessa alla sua sommità con corto canale.

Ciascun tratto di diaframma sarà eseguito in due fasi: si procederà dapprima alla perforazione ed al getto di elementi alterni e si completerà il tratto in seconda fase, con l'esecuzione degli elementi di chiusura ad avvenuta presa del conglomerato cementizio di quelli eseguiti in prima fase.

Le operazioni dovranno essere programmate e condotte in modo da evitare interazioni pregiudizievoli alla buona riuscita del lavoro tra elementi in corso di esecuzione o appena ultimati.

Qualora si accertasse l'impossibilità di fare eseguire immediatamente il getto all'ultimazione della perforazione (per sosta notturna, difficoltà di approvvigionamento del conglomerato cementizio o qualunque altro motivo), si dovrà interrompere la perforazione almeno un metro sopra alla profondità finale prevista e riprenderla successivamente, in modo da ultimarla nell'imminenza del getto.

#### 9.6.1.1 ATTRAVERSAMENTO DI TROVANTI E/O FORMAZIONI ROCCIOSE

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di estrazione, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una adeguata immorsatura del diaframma nei substrati rocciosi di base si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello della benna o del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

#### 9.6.1.2 ARMATURE METALLICHE

Le armature metalliche dovranno essere realizzate in conformità alle indicazioni di progetto e rispondere alle prescrizioni richieste dal presente Capitolato.

Le armature trasversali saranno costituite da riquadri o staffe a più braccia, con ampio spazio libero centrale per il passaggio del tubo di getto; esse saranno di norma esterne alle armature verticali.

Le armature metalliche verticali saranno costituite da barre ad aderenza migliorata B450C; verranno pre-assemblate fuori opera in «gabbie»; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo rispetto alla parete di scavo di 6 cm.

Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio (diametro 12-15cm, larghezza >6 cm) con perno in tondino metallico fissato a due ferri verticali contigui.

Per i distanziatori in plastica al fine di garantire la solidarietà con il calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul periodo e con spaziatura verticale di 3,0-4,0 m.

Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo il perimetro che ne unisce i centri, non dovrà in nessun caso essere inferiore a 7,5 cm con aggregati inferiori ai 2 cm e a 10 cm con aggregati di classe superiore, e comunque con Dmax non superiore ai 40 mm.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera sul fondo del cavo.

#### 9.6.1.3 CALCESTRUZZO

Il conglomerato cementizio sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

La dimensione massima degli aggregati dovrà essere inferiore al valore minimo di interspazio tra le armature e comunque non superiore a 40 mm.

Il conglomerato cementizio dovrà avere la resistenza caratteristica cubica di progetto e comunque non dovrà risultare di classe inferiore a C25/30.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0,60 nella condizione di aggregato saturo a superficie asciutta.

La lavorabilità dovrà essere tale da dare uno «slump» al cono di Abrams nelle classi di consistenza S4 o S5 secondo quanto definito nel Progetto Esecutivo.

Per soddisfare entrambi questi requisiti potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della Direzione Lavori.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazioni dei componenti.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun elemento di diaframma senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile; in ogni caso ciascun getto dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 20 m<sup>3</sup>/h.

La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire la erogazione nell'unità di tempo di volumi di conglomerato cementizio almeno doppi di quello sopra indicato.

## **9.6.2. PALANCOLE METALLICHE**

Dovranno essere utilizzati profilati (S450) aventi forma, sezione, spessore, lunghezza, conformi a quanto previsto dal progetto o, nel caso di impieghi di carattere provvisorio, comunque sufficienti a resistere alle massime sollecitazioni, sia in esercizio che durante le fasi di infissione ed estrazione.

Salvo differenti indicazioni riportate nei disegni di progetto, l'acciaio delle palancole dovrà essere del tipo S275. I bordi di guida dovranno essere perfettamente allineati e puliti.

## **9.7. MODALITÀ ESECUTIVE**

---

### **9.6.3. DIAFRAMMI**

#### **9.6.3.1 POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera impiegando un tubo di convogliamento costituito da elementi non più lunghi di 2,50 m di un tubo in acciaio avente diametro interno di 20-25 cm.

L'interno dei tubi sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di 0,4-0,6 m<sup>3</sup>, mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

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

Per diaframmi eseguiti in presenza di fango bentonitico, il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30-60 cm dal fondo della perforazione.

Prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di 30 cm di spessore di vermiculite granulata o di palline di polistirolo galleggianti sul liquido, oppure ancora da un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo getto di almeno 3-4 m di diaframma.

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

Per diaframmi perforati a secco non occorre alcun tappo alla sommità del tubo-getto.

Nei casi in cui sia richiesta la impermeabilità del diaframma o la collaborazione statica tra gli elementi che lo compongono, i giunti tra gli elementi dovranno essere opportunamente conformati.

A tale scopo prima del getto degli elementi primari, si poseranno ai due estremi del pannello da gettare e per tutta la profondità due casseforme metalliche a sezione circolare (o di diversa sezione opportunamente sagomata ed approvata dalla Direzione Lavori).

A presa iniziata, si provvederà ad estrarre per 2 -3 cm le casseforme mediante un'opportuna attrezzatura oleodinamica, ripetendo l'operazione in tempi successivi qualora le dimensioni dell'elemento comportino



durate del getto notevoli e quindi tempi di presa scaglionati per le diverse fasce di profondità di ciascun elemento.

A presa ultimata per tutto il pannello si provvederà all'estrazione completa delle casseforme.

La superficie esterna delle casseforme dovrà essere continua, liscia, priva di incrostazioni ed all'occorrenza spalmata di un prodotto disarmante, in modo da permettere l'esecuzione agevole delle operazioni sopra indicate, senza danni per il getto.

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

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del diaframma sino alla quota di sottoplinto o alla quota testa diaframma di progetto.

Nel caso che, durante la eventuale scopertura del paramento in vista del diaframma, si riscontrassero difetti di esecuzione (quali soluzioni di continuità nel conglomerato, non perfetta tenuta dei giunti di collegamento, ecc.), sarà onere dell'Impresa adottare a sua cura e spese i provvedimenti che saranno necessari a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

#### **9.6.4. PALANCOLATI**

La realizzazione dei palancolati provvisori e definitivi richiede che vengano adottati tutti i provvedimenti necessari perchè l'opera abbia, senza eccezioni, i requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda la verticalità, la complanarità ed il mutuo incastro degli elementi costitutivi, la capacità di resistere ai carichi laterali.

L'attrezzatura d'infissione e di estrazione avrà caratteristiche conformi a quanto definito dall'Impresa allo scopo di assicurare il raggiungimento della profondità d'infissione richiesta nel contesto stratigrafico locale e la possibilità di estrazione degli elementi non definitivi.

L'infissione sarà realizzata a percussione, utilizzando un battipalo, o tramite vibrazione, con apposito vibratore. L'estrazione sarà preferibilmente eseguita mediante vibrazione.

Il battipalo sarà di tipo scorrevole su una torre con guide fisse e perfetto allineamento verticale, con caratteristiche in accordo alle prescrizioni di progetto, se esistenti.

Si potranno impiegare battipali a vapore o diesel, in ogni caso in grado di fornire l'energia sufficiente all'infissione entro i terreni presenti nel sito, adeguatamente alle condizioni della stratigrafia locale.

La massa battente del battipalo agirà su un cuffia o testa di battuta in grado di proteggere efficacemente la palancola da indesiderate deformazioni o danni.

Per ogni attrezzatura l'Impresa dovrà fornire le seguenti informazioni:

- marca e tipo del battipalo;
- principio di funzionamento;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;

- n. di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- caratteristiche della cuffia o testa di battuta;
- peso del battipalo.

Il vibratore sarà a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico.

Le caratteristiche dell'attrezzatura (momento di eccentricità, numero di vibrazioni al minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza ed accelerazione del minimo) saranno scelte dall'Impresa in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

Le palancole saranno di tipo metallico, con caratteristiche geometriche conformi alle prescrizioni di progetto. Tipo e qualità dei materiali costituenti saranno invece corrispondenti a quanto definito al punto 2.4.1.2 del presente Capitolato.

Le palancole saranno preferibilmente infisse con l'ausilio di uno scavo guida d'invito, di dimensioni adeguate. L'Impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori il programma cronologico di infissione per tutte le palancole, prima dell'inizio dell'infissione stessa.

L'infissione per battitura avverrà con l'uso di un battipalo perfettamente efficiente e proseguirà fino al raggiungimento della quota di progetto o fino al raggiungimento del rifiuto, che, se non diversamente indicato, sarà considerato raggiunto quando si misureranno, per 50 colpi di maglio, avanzamenti non superiori a 10 cm.

L'Impresa potrà, informandone la Direzione Lavori, ricorrere a delle iniezioni di acqua in pressione per facilitare il superamento di livelli granulari addensati, procurando la discesa della palancola per peso proprio con l'ausilio di una modesta battitura. Modalità, pressioni e portata del getto devono essere comunicate alla Direzione Lavori.

In caso di qualsiasi anomalia rilevata nel corso dell'infissione e comunque nel caso di mancato raggiungimento della prevista quota finale, sia nel caso di infissione per battitura che per vibrazione, l'Impresa dovrà immediatamente informare la Direzione Lavori.

Le palancole appartenenti ad opere provvisorie saranno estratte associando tiro e vibrazione.

A estrazione avvenuta, la palancola sarà esaminata ed il suo stato brevemente descritto, annotando la presenza di distorsioni, deformazioni o danni.

## **9.8. SPECIFICA DI CONTROLLO**

---

La seguente specifica si applica ai diaframmi e palancolati, precedentemente esaminate.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc.

Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia.

Le procedure delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla DL.

### **9.8.1. DIAFRAMMI**

#### 9.8.1.1 MATERIALI

Per le opere realizzate in conglomerato cementizio, si utilizzeranno le specifiche di controllo riportate della sezione “pali” del presente Capitolato.

In particolare per le armature, si dovrà verificare la loro congruità con i disegni di progetto, e che siano dotati di dei corrispondenti certificati forniti dal produttore, su ogni lotto di fornitura, corrispondenti alle specifiche del presente Capitolato.

In caso di assenza di tali certificazioni, il materiale non potrà essere posto in opera.

#### 9.8.1.2 CONTROLLI IN FASE ESECUTIVA

Durante l'esecuzione di ogni elemento di diaframma, si dovrà registrare su apposita scheda, compilata dall'Impresa in contraddittorio con la DL, per riportare il riscontro delle tolleranze ammissibili e per riportare i seguenti dati:

- identificazione del diaframma;
- successione stratigrafica dei terreni attraversati;
- data di inizio perforazione e di fine getto;
- valore degli “slump” del calcestruzzo, effettuato per ogni prelievo di cls e comunque alla prima autobetoniera;
- profondità prima del getto;
- il numero di campioni prelevati secondo le modalità e prescrizioni previste;
- i controlli su ogni lotto di fango bentonitico impiegato;
- caratteristiche geometriche costruttive degli eventuali giunti;
- le caratteristiche degli additivi utilizzati;
- la quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni elemento di diaframma, con una tecnica analoga a quella descritta nella sezione “pali” del presente Capitolato.

#### 9.8.1.3 PROVE DI CONTROLLO SUGLI ELEMENTI DI DIAFRAMMA

##### Prove di carico per i soli elementi di diaframma con funzione portante verticale

Il numero di elementi da sottoporre alla prova di carico deve essere stabilito sulla base di quanto definito nel DM 14/01/08.

La scelta degli elementi di prova è di competenza della Direzione Lavori che tra l'altro dovrà tener presente la necessità di interessare le diverse situazioni del sottosuolo, evitandone la concentrazione.

Il carico di prova sarà in genere pari a 1,5 volte il carico di esercizio.

Al momento della prova il conglomerato cementizio del diaframma dovrà avere almeno ventotto giorni di stagionatura.

Le modalità di applicazione e la durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e di scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori anche in funzione della natura dei terreni di fondazione.

Il carico sarà applicato mediante un martinetto che trova contrasto su un'adeguata zavorra o elementi di diaframma di reazione, il cui manometro (o cella di carico) dovrà essere corredato da un certificato di taratura di data non anteriore a trenta giorni.

Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante 4 micrometri centesimali, interposti tra la testa dell'elemento di diaframma e una struttura porta micrometri solidale al terreno in punti sufficientemente distanti dall'elemento di prova e dal sistema di contrasto, così da evitare l'influenza delle operazioni di carico e scarico.

I supporti di tale struttura devono distare non meno di 3,0 m dall'elemento di diaframma di prova e non meno di 3 volte lo spessore dell'elemento di prova, e non meno di 2,0 m dalla impronta della zavorra o da elementi di diaframma di reazione.

La struttura portamicrometri dovrà essere protetta da vibrazioni e urti accidentali e schermata dai raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica.

Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione di carico, entità del carico, le letture ai micrometri e il diagramma di carichi-cedimenti.

Al verbale verranno allegati i certificati di taratura del manometro (o cella di carico).

Ove previsto dal progetto esecutivo si dovranno effettuare delle prove di carico limite per accertare i carichi che producono il collasso del complesso pannello - terreno.

Questo tipo di prove dovrà essere effettuato su pannelli opportunamente predisposti, all'esterno del diaframma, ed in una situazione geotecnica analoga.

Il carico massimo da applicare nel corso della prova deve raggiungere il valore di 2,5 – 3 volte il valore del carico di esercizio scelto dal progettista.

Il numero minimo di prove sarà pari a 1 per ogni tipo di diaframma e per una situazione geotecnica equivalente.

#### PROVE DI CARICO LATERALE

Tali tipologie di prove saranno effettuate su quei pannelli indicati dal progettista e/o preventivamente concordati con la DL.

Essa sarà unicamente del tipo non distruttivo, e verranno eseguite con l'ausilio di pannelli di contrasto posti almeno a 3 m di distanza dal pannello di prova.

Per le prove di carico laterale valgono le indicazioni per le prove di carico assiale.

### CONTROLLI NON DISTRUTTIVI

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche degli elementi di diaframma non compromettendone l'integrità strutturale.

A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- prove geofisiche;
- carotaggio continuo meccanico;
- scavi attorno al fusto dell'elemento di diaframma.

Per tutti i controlli non distruttivi l'impresa provvederà a sottoporre alla Direzione Lavori per approvazione il programma e le specifiche tecniche di dettaglio.

### PROVE GEOFISICHE

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti, attraverso la posa in opera di almeno due tubi di diametro interno non inferiore a 1" ½.

Il numero e le frequenze dei controlli sui diaframmi da applicarsi per ogni opera saranno i medesimi previsti per i pali di fondazione.

Gli elementi di diaframma da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli su almeno il 5% del numero totale degli elementi di diaframma con un numero minimo di due.

Prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la profondità dell'elemento, entro cui possano scorrere le sondine di emissione e ricezione, dovranno essere predisposte per il 15% dello sviluppo totale dei diaframmi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.

Le prove dovranno essere eseguite non prima di 28 giorni dal termine delle operazioni di getto

Le misure dovranno essere eseguite ogni 10 cm di avanzamento della sonda nelle tubazioni predisposte.

L'esito della prova sarà registrato con apparecchiatura digitale.

Nel caso si identifichino anomalie, le misure saranno ripetute con le sonde a quote diverse tra loro, al fine di stabilire se l'anomalia riscontrata è dovuta ad un piano di discontinuità oppure è provocata da cavità o inclusioni nel getto di calcestruzzo.

I risultati di tali prove saranno riportati su apposita scheda in cui verrà indicato:

- i dati di identificazione del pannello, rispetto alla planimetria;
- la data di esecuzione della prova;
- le registrazioni effettuate ad ogni avanzamento della sonda e la tipologia della sonda;
- caratteristiche della centralina di registrazione.

### CAROTAGGIO CONTINUO MECCANICO

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo, allo stato indisturbato, del conglomerato e se richiesto del sedime di imposta. Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro.

Il numero e le frequenze dei controlli sui diaframmi da applicarsi per ogni opera saranno i medesimi previsti per i pali di fondazione.

### SCAVI ATTORNO AL FUSTO DEL DIAFRAMMA

Verranno richiesti dalla Direzione Lavori, ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4,0 - 5,0 metri di diaframma.

Il fusto del diaframma dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, in corrispondenza di quegli elementi del diaframma ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti Norme tecniche di appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

### PROVE SU PANNELLI STRUMENTATI

Per tali tipi di pannelli oltre alle prove di carico assiale e laterale, per cui valgono i controlli descritti ai precedenti punti.

Si dovrà procedere ai seguenti controlli:

- Subito dopo il getto del pannello strumentato si dovrà procedere alla verifica della funzionalità della strumentazione installata, al fine di accertarsi che non abbia subito alcun danno.
- Oltre al controllo di funzionalità precedente, si dovranno eseguire degli ulteriori controlli, ma con registrazione dei dati.

Tali controlli verranno effettuati con le seguenti cadenze a partire dalla data del getto:

- 1° controllo: a 7 giorni;
- 2° controllo: a 14 giorni;
- 3° controllo: a 28 giorni;
- 4° controllo: immediatamente prima della prova di carico;

I dati dovranno essere registrati su apposito modulo, riportante oltre all'identificazione del pannello anche la data (giornaliera e progressiva) dei controlli, saranno allegati, insieme alla documentazione della prova di carico. In particolare il controllo n. 4 costituirà la misura origine per le letture successive.

Per quanto riguarda la prova di carico laterale, questa avverrà con l'ausilio del tubo inclinometrico e con gli estensimetri elettrici già predisposti se ciò era già stato concordato con la Direzione Lavori:

#### CONTROLLO DELLE DEFORMAZIONI

Questo tipo di controllo si eseguirà con l'ausilio di tubi inclinometrici annegati nel getto di calcestruzzo.

Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro  $\phi$  81/76 mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tubo guida.

La frequenza delle misure sarà stabilita volta per volta in accordo con la D.L., in relazione ai programmi di scavo del pannello ed alla messa in trazione degli eventuali tiranti di ancoraggio.

L'esito delle prove sarà registrato in una apposita scheda in cui sarà indicato, per ogni pannello:

- i dati identificativi del pannello rispetto alla planimetria;
- la data di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- il tipo di sonda inclinometrica impiegata;
- i dati sulla torsione iniziale dei tubi guida;
- le registrazioni dei dati inclinometrici rilevati

### **9.8.2. PALANCOLE**

#### 9.8.2.1 MATERIALI

Si dovrà verificare che gli acciai impiegati siano conformi alle prescrizioni del presente Capitolato e siano dotati dei relativi certificati per ogni lotto di fornitura.

In assenza di questi non sarà possibile mettere in opera l'elemento.

#### 9.8.2.2 CONTROLLI IN FASE ESECUTIVA

Nel corso della infissione per battitura, verrà conteggiato il numero dei colpi per avanzamenti di 1 m. In corrispondenza degli ultimi metri, se richiesto dalla Direzione Lavori, si conteggerà il numero di colpi per l'infissione di tratte successive di 10 cm.

Al termine della infissione, l'Impresa dovrà controllare la posizione plano-altimetrica e l'effettivo incastro laterale reciproco degli elementi.

Per ciascun elemento definitivo infisso mediante battitura o vibrazione, l'Impresa oltre al controllo delle tolleranze, dovrà redigere una scheda indicante:

- n. progressivo della palancola, riportato sulla planimetria di progetto
- dati tecnici della attrezzatura
- tempo necessario per l'infissione
- informazioni relative alla locale stratigrafia
- tabella dei colpi per l'avanzamento (ove applicabile)
- note aggiuntive su eventuali anomalie o inconvenienti

Per gli elementi provvisionali, l'Impresa oltre al controllo delle tolleranze, dovrà redigere una scheda indicante la lunghezza delle palancole.

In presenza di anomalie o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, di mancato raggiungimento della quota di progetto e qualsiasi altra anomalia, l'Impresa a comunicare ciò alla Direzione Lavori, concordando l'eventuale riesame della progettazione o gli opportuni provvedimenti.



## **10. SEZ. 10 “PALI”**

---

### **10.1. CLASSIFICAZIONE**

---

#### **10.1.1. PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO**

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie:

- Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati);
- Pali trivellati;
- Pali trivellati ad elica continui.

#### **10.1.2. MICROPALI**

Con tale denominazione devono essere intesi, i pali trivellati aventi diametro  $\leq 250$  mm costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie, a seconda delle modalità di connessione al terreno:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

### **10.2. DEFINIZIONE**

---

#### **10.2.1. PALI TRIVELLATI**

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici o altri fluidi stabilizzanti, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

### **10.2.2. PALI TRIVELLATI AD ELICA CONTINUA**

Con tale denominazione si vengono ad identificare, i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

L'estrazione dell'elica avviene contemporaneamente alla immissione del calcestruzzo.

### **10.2.3. MICROPALI**

Con tale denominazione vengono identificati pali trivellati ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro ( $d \leq 250$  mm) con tubi metallici, che possono anche essere dotati di valvole di non ritorno (a seconda delle modalità di solidarizzazione con il terreno), che sono connessi al terreno mediante:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità di connessione con il terreno, sono da applicare rispettivamente:

- per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformabilità a breve termine sia superiore ai 200 MPa, utilizzeremo il primo tipo di connessione;
- per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 200 MPa, utilizzeremo il secondo ed il terzo tipo di connessione.

L'armatura metallica può essere costituita da:

- tubo senza saldature, eventualmente dotato di valvole di non ritorno;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armature costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata, e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirali continue in tondo ad aderenza migliorata o liscio.

## **10.3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

---

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti normative

- DM 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Altre norme UNI, ASTM, DIN, saranno specificate ove pertinenti.

## 10.4. PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO

---

L'Impresa dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

Per la realizzazione dei pali in alveo, in presenza di un battente di acqua fluente, l'Impresa predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

## 10.5. PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO

---

### 10.5.1. SOGGEZIONI GEOTECNICHE E AMBIENTALI

#### 10.5.1.1 PALI TRIVELLATI

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata ( $C_u$ ) che alla generica profondità di scavo  $H$  soddisfi la seguente condizione:  $c_u \geq \gamma H/3$   
dove:  
 $\gamma$  = peso di volume totale;  
Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro;
- la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ( $D_{10} > 4$  mm).

Durante le operazioni di perforazione si dovrà tenere conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo, si dovrà quindi minimizzare e/o evitare:

- rammollimento di strati coesivi, minimizzando e/o annullando l'intervallo di tempo tra la perforazione e il getto del palo;
- la diminuzione di densità relativa ( $D_r$ ) degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci, proprie dello stato naturale;
- la riduzione dell'aderenza palo-terreno, a causa dell'uso improprio dei fanghi.

Nel caso di attraversamento di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una sufficiente ammorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, del peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

Sulle attrezzature di manovra degli utensili di scavo, saranno disposte delle marcature regolari (1-2 m) che consentiranno il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide, dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

#### 10.5.1.2 PALI TRIVELLATI AD ELICA CONTINUA

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda.

Nel caso vengono ad interessare terreni compressibili, nelle fasi di getto, dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

#### 10.5.1.3 PALI TRIVELLATI TIPO TRELICON

Il palo Trelicon può avere un diametro variabile da 400 a 1.400mm. L'elica continua che costituisce l'utensile di scavo verrà inserita nel terreno a rotazione con continuità fino a raggiungerla massima profondità richiesta. L'estremità inferiore del nucleo centrale dell'elica sarà munita di punta a perdere. Completata la perforazione fino alla quota di progetto il calcestruzzo confezionato con inerte max 15 mm e additivi fluidificanti, verrà pompato attraverso l'elica mediante una pompa collegata con tubi alla testa di alimentazione della rotary. Man mano che il calcestruzzo riempirà lo spazio lasciato dall'elica, quest'ultima verrà estratta lentamente. Per assicurare l'integrità del palo verrà mantenuta costante la pressione del calcestruzzo pompato e la velocità di sollevamento dell'elica. La pressione di pompaggio verrà rilevata tramite un trasduttore di pressione montato sulla curva della testina di alimentazione; tale dispositivo sarà connesso ad un indicatore (digitale o analogico) sistemato nella cabina della perforatrice e controllato costantemente dall'operatore. A getto ultimato fino alla quota piano di lavoro verrà posta in opera l'armatura metallica della lunghezza massima m 33,00 impiegando qualora necessario vibratorii idraulici che ne facilitino la discesa.

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e gli associati dettagli esecutivi e di posa in opera del palo, dovranno essere comunicati preliminarmente all'esecuzione dei pali dall'Impresa alla DL.

Nell'eventualità di particolare complessità della situazione geotecnica e/o stratigrafica, o in relazione dell'importanza dell'opera, l'idoneità delle attrezzature sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

Tali verifiche dovranno essere condotte in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata in progetto e comunque tali da essere rappresentative dal punto di vista geotecnico ed idrogeologico.

Verrà altresì predisposto un palo prova per zona omogenea per la verifica delle caratteristiche progettuali

## **10.5.2. MATERIALI**

Le prescrizioni che seguono sono da intendersi integrative di quelle riguardanti le Opere in Conglomerato Cementizio, e che si intendono integralmente applicabili.

### **10.5.2.1 ARMATURE METALLICHE**

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

Le armature saranno preassemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con punti di saldatura elettrica.

I pali costruiti in zona sismica dovranno essere armati in funzione dei valori dell'azione sismica meglio correlati alla pericolosità sismica del sito, alla vita nominale e all'uso cui essa è destinata così come previsto dal DM 14/01/2008.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza poggiarla sul fondo del foro.

L'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7.5 cm con aggregati di diametro minimo non superiore ai 2 cm, e 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5 cm.

Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro, ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri.

La posa della gabbia all'interno del tubo forma, per i pali battuti, potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza di acqua e/o terreno all'interno dello stesso.

Qualora all'interno del tubo forma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazione di acqua, la costruzione del palo dovrà essere interrotta, previo riempimento con conglomerato cementizio magro.

Tale palo sarà successivamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa, da uno o due pali supplementari, sentito il progettista.

L'Impresa esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto.

A getto terminato, si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri d'armatura.

Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre d'armatura.

Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali, orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà prevedersi un cerchiante ogni 2.5 – 3 m.

Per i pali trivellati, al fine di eseguire le prove geofisiche l'Impresa dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale dei pali trivellati con un diametro  $d \geq 700$  mm, con un numero minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

#### 10.5.2.2 RIVESTIMENTI METALLICI

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso di pali battuti questi saranno in acciaio, di qualità, forma e spessori tali da sopportare tutte le sollecitazioni durante il trasporto, il sollevamento e l'infissione e senza che subiscano distorsioni o collassi conseguenti alla pressione del terreno od all'infissione dei pali vicini.

Il dimensionamento dei tubi di rivestimento, per pali battuti senza asportazione di terreno, potrà essere effettuato mediante il metodo dell'onda d'urto.

I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno avere la base piatta e saldata al fusto.

Questa sarà realizzata mediante una piastra di spessore non inferiore ai 3 mm, saldata per l'intera circonferenza del tubo di rivestimento. Dovrà essere priva di sporgenze rispetto al rivestimento, la saldatura dovrà impedire l'ingresso di acqua all'interno del tubo per l'intera durata della battitura ed oltre.

La piastra dovrà essere tale da resistere alle sollecitazioni di battitura e ribattitura.

I rivestimenti possono essere realizzati anche a sezione variabile, con l'impiego di raccordi flangiati.

Nel caso di pali battuti con rivestimento definitivo, da realizzare in ambienti aggressivi la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati, da concordare con la Direzione Lavori.

Nel caso di pali battuti gettati in opera con tubo forma estraibile, l'espulsione del fondello, occludente l'estremità inferiore del tubo-forma, può essere eseguito con un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo forma collegato, tramite un'asta rigida, alla base della testa di battuta.

Può essere impiegato, tubo-forma dotato di fondello incernierato recuperabile.

Nel caso dei pali trivellati, con tubazioni di rivestimento, questa dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi 2.0 – 2.5 m connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta, imprimendole un movimento rototraslatorio mediante morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza (essenzialmente in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi).

In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2.50 m o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

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

#### 10.5.2.3 CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nelle sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti. Le classi di aggregato da impiegare dovranno essere tali da soddisfare il criterio della massima densità (curva di Fuller) per la loro granulometria.

La dimensione massima degli inerti deve essere tale che  $D_{max}/2.5 \geq i_{min}$  dove  $i_{min}$  è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 40 mm.

Il cemento da impiegare dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno.

Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica ( $R_{ck}$ ) così come indicato in progetto.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il limite previsto dalle Norme UNI e riportato nella sezione calcestruzzi del presente Capitolato.

La lavorabilità in fase di getto, il calcestruzzo dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di Abrams nelle classi S4 o S5.

Per soddisfare entrambi questi requisiti, potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della DL.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a 15 m<sup>3</sup>/ora per pali di diametro d <800 mm e di 20 m<sup>3</sup>/ora per pali di diametro d ≥800 mm.

L'Impresa dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

#### 10.5.2.4 FANGHI BENTONITICI

I fanghi bentonitici da impiegare nella esecuzione di prefori per l'esecuzione di pali trivellati, saranno ottenuti miscelando fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua (chiara di cantiere);
- bentonite in polvere;
- eventuali additivi (disperdenti, sali tampone, etc.)

#### BENTONITE IN POLVERE

La bentonite che verrà impiegata per la realizzazione di fanghi dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

residui al setaccio 38 della serie UNI n° 2331-2332	< 1%
Tenore di umidità	< 15%
Limite di liquidità	> 400
Viscosità 1500-1000 Marsh della sospensione al 6% di acqua distillata	> 40 s
Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore	< 2%
Acqua "libera" separata per pressofiltrazione di 450 cm <sup>3</sup> della sospensione al 6% in 30 min alla pressione di 0.7 MPa	< 18 cm <sup>3</sup>
PH dell'acqua filtrata	7 < pH < 9
Spessore del pannello di fango "cake" sul filtro della filtro-presa	2,5 mm

La bentonite, certificata dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.



### PREPARAZIONE FANGHI BENTONITICI

Il dosaggio di bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare di norma compreso fra il 4,5 ed il 9%, salva la facoltà della DL di ordinare dosaggi diversi in sede esecutiva, in relazione ad eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione.

Gli additivi dovranno essere prescelti tenendo conto della natura e dell'entità degli elettroliti presenti nell'acqua di falda in modo da evitare che essa provochi la flocculazione del fango.

La miscelazione sarà eseguita in impianti automatici con pompe laminatrici o mescolatori ad alta turbolenza accoppiati a cicloni ed operanti a circuito chiuso e con dosatura a peso dei componenti.

In ogni caso dovranno essere installate apposite vasche di adeguata capacità (>20m<sup>3</sup>) per la "maturazione" del fango, nelle quali esso dovrà rimanere per almeno 24 ore dopo la preparazione, prima di essere impiegato.

Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:

- peso specifico : non superiore a 1.08 t/m<sup>3</sup>
- viscosità Marsh : compresa fra 38" e 55"

L'Impresa dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentono di contenere entro limiti ristretti la quantità di materiale trattenuto in sospensione.

Tali apparecchiature devono essere tali da mantenere le caratteristiche del fango presente nel foro entro i seguenti limiti:

- peso di volume nel corso dello scavo  $\leq 12.5 \text{ kN/m}^3$ ;
- contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango, prima dell'inizio delle operazioni di getto: <6%

La determinazione dei valori sopraindicati saranno condotte su campioni di fango prelevati a mezzo di campionatore per fluidi in prossimità del fondo dello scavo.

Per riportare il fango entro i limiti indicati esso deve essere fatto circolare per il tempo necessario, attraverso separatori a ciclone (o di pari efficacia), con una condotta dal fondo dello scavo, prima di reimmetterlo all'interno del cavo.

In alternativa, il fango nel cavo dovrà essere sostituito in tutto o in parte con fango fresco.

Il fango estratto sarà in tal caso depurato in un secondo tempo, oppure convogliato a rifiuto presso discariche autorizzate, nel rispetto delle vigenti Norme di Legge.

### 10.5.2.5 FANGHI BIODEGRADABILI

Per fango biodegradabile si intende un fluido di perforazione ad alta viscosità che muta spontaneamente le proprie caratteristiche nel tempo, riassumendo dopo pochi giorni le caratteristiche di viscosità proprie dell'acqua.

### CARATTERISTICHE E PREPARAZIONE DEI FANGHI BIODEGRADABILI

Per la produzione dei fanghi biodegradabili si utilizzeranno di norma prodotti a base di amidi.

La formulazione del fango deve essere preventivamente studiata con prove di laboratorio e comunicata preventivamente alla Direzione Lavori.

Nelle prove occorrerà tenere conto della effettiva temperatura di utilizzo del fango (temperatura dell'acqua disponibile in cantiere, e temperatura dell'acqua di falda).

Il decadimento spontaneo della viscosità deve avvenire di norma dopo un tempo sufficiente al completamento degli scavi.

In linea generale la perdita di viscosità deve iniziare dopo 20 ÷ 40 ore dalla preparazione.

Se necessario, i fanghi potranno essere additivati utilizzando correttivi idrolizzanti.

## **10.6. TIPOLOGIE ESECUTIVE**

### **10.6.1. PALI TRIVELLATI**

Si tratta di pali ottenuti mediante l'asportazione di terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato, con l'impiego di perforazione a rotazione o rotopercolazione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi muratura, calcestruzzi, trovanti, strati cementati e roccia dura), anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente.

Nel caso si vengono a riscontrare nel terreno trovanti lapidei o strati rocciosi, nonché per l'ammorsamento in strati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia a percussione, con opportune strumentazioni per la guida dell'utensile.

L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio spinto sino al tetto della formazione lapidea, questo per evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

Possono essere usati sempre per tale scopo altri utensili adatti (eliche per roccia, etc.).

#### **10.6.1.1 TOLLERANZE GEOMETRICHE**

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate con la frequenza riportata al punto 5.3.1, sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra "- 0,01 D" e "+ 0,1 D";
- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra "- 0,01 D" e "+ 0,1 D";
- lunghezza: pali aventi diametro  $D < 600 \text{ mm} \pm 15 \text{ cm}$ ;

pali aventi diametro  $D \geq 600 \text{ mm} \pm 25 \text{ cm}$ ;

- quota testa palo:  $\pm 5 \text{ cm}$ ;

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

#### 10.6.1.2 TRACCIAMENTO

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'impresa si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

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

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

Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione planaltimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro.

Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

#### 10.6.1.3 PALI TRIVELLATI CON FANGHI BENTONICI

La perforazione sarà eseguita mediante l'impiego dell'utensile di scavo ritenuto più idoneo allo scopo, e con le attrezzature della potenza adeguata, in relazione alle condizioni ambientali, litologiche ed idrogeologiche dei terreni da attraversare nonché alle dimensioni dei pali da eseguire.

Il fango bentonitico impiegato nella perforazione, dovrà avere le caratteristiche riportate nel punto 5.2.4.

Il livello del fango nel foro dovrà in ogni caso essere più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore ad 1.0 m, e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile nel foro.

La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue in corso appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri.

Se nella fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto.

Completata la perforazione, si procederà alla sostituzione del fango sino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, ed alla pulizia del fondo foro.

#### 10.6.1.4 FORMAZIONE DEL FUSTO DEL PALO

Al termine della perforazione, verrà calata all'interno del foro la gabbia di armatura.

In seguito si procederà al getto del conglomerato cementizio, mediante tubo di convogliamento.

In presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea contro camicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

Il tubo di convogliamento sarà costituito da un tubo di acciaio di 20 – 25 cm di diametro interno, e da spezzoni non più lunghi di 2,5 m.

L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature, ed all'estremità superiore essere provvisto di tramoggia di capacità 0,4 – 0,6 m<sup>3</sup>.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando la sua estremità inferiore a 30 – 60 cm dal fondo del foro.

Prima di installare tale tubo, è opportuna una nuova verifica della profondità del fondo foro e si dovrà accertare che lo spessore del deposito non superi i 20 cm, altrimenti si dovrà procedere alla pulizia previo sollevamento dell'armatura.

Le giunzioni dovranno essere del tipo filettato, senza manicotto, o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm, sono escluse le giunzioni a flangia.

Per la presenza di fango bentonitico (ma anche nel caso in cui fosse presente acqua di falda), in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, prima di iniziare il getto si predisporrà un tappo formato con una palla di malta plastica, oppure con uno strato di vermiculite di 30 cm di spessore o con palline di polistirolo galleggianti sul liquido o con un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà predisporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di 3.0 – 4.0 m di palo.

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

Il getto di calcestruzzo dovrà essere prolungato per almeno 0,5 – 1 m al di sopra della quota di progetto della testa del palo, per consentire di eliminare la parte superiore (scapitozzatura).

Tale operazione di scapitozzatura, si ritiene da eseguire sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondono a quelle previste.

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

#### 10.6.1.5 PALI TRIVELLATI CON FANGHI BIODEGRADABILI

Valgono le indicazioni già riportate nel caso dei pali trivellati con fanghi bentonitici.  
Il fango biodegradabile dovrà soddisfare le indicazioni riportate al punto 5.2.5.

#### 10.6.1.6 PALI TRIVELLATI CON RIVESTIMENTO PROVVISORIO

Per quanto riguarda le attrezzature di perforazione, queste dovranno soddisfare i requisiti riportati al punto 6.1.3.

La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento.  
In presenza di falda il foro dovrà essere tenuto costantemente pieno di acqua (o eventualmente di fango bentonitico o biodegradabile), con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.  
L'infissione sottoscarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare refluenti da fondo foro.  
La tubazione è costituita da tubi di acciaio di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio-femmina.  
L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante opportuna attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non-coesivi, applicando in sommità un vibratore di idonea potenza.  
In quest'ultimo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni, ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.  
E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.  
Per la formazione del fusto del palo valgono le indicazioni riportate al 6.1.3.1

#### 10.6.1.7 PALI TRIVELLATI AD ELICA CONTINUA ARMATI DOPO IL GETTO

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta.  
L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.  
La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.  
L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitemento. In ogni caso il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'Impresa, con l'accordo della Direzione Lavori potrà:

- eseguire prefiori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;
- ridurre la lunghezza di perforazione.

#### 10.6.1.8 FORMAZIONE DEL FUSTO DEL PALO

Il calcestruzzo verrà pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione.

La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato.

Pertanto l'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto.

In particolare il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

Durante l'operazione si dovrà verificare che la pressione sia mantenuta entro l'intervallo di 50÷150 kPa. Il getto dovrà essere prolungato fino a piano campagna, anche nei casi in cui la quota finita del palo sia prevista a quota inferiore.

La gabbia, verrà inserita a getto concluso mediante l'ausilio di un vibratore.

Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad assicurare il centramento della gabbia entro la colonna di calcestruzzo appena formata.

Se necessario, la gabbia dovrà essere adeguatamente irrigidita per consentirne la infissione.

L'operazione di infissione deve essere eseguita immediatamente dopo l'ultimazione del getto, prima che abbia inizio la presa del calcestruzzo.

#### 10.6.1.9 PALI TRIVELLATI AD ELICA CONTINUA ARMATI PRIMA DEL GETTO

Valgono le prescrizioni di cui al punto 6.1.5.

#### 10.6.1.10 FORMAZIONE DEL FUSTO DEL PALO

L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura.

All'interno della gabbia dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo. La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche riportate al punto 5.2.1.

Per il getto del calcestruzzo valgono le specifiche riportate nel punto 6.1.3.1.

#### 10.6.1.11 PALI TIPO FDP ARMATI DOPO IL GETTO

Trattasi di palo eseguito mediante la tecnica della rotoinfissione di apposito strumento di perforazione ("displacement body") costituito da corpo metallico a forma di vite, avente la funzione di penetrare nel terreno generandone uno spostamento, durante la sua discesa.

Raggiunta la profondità richiesta avviene l'iniezione del calcestruzzo e la conseguente risalita del "displacement body". Questo ruotando genera il fusto del palo.

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

#### 10.6.1.12 FORMAZIONE DEL FUSTO DEL PALO

Vale quanto indicato al punto 10.6.1.6.1

### **10.6.2. MICROPALI**

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

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi, nel caso di situazioni stratigrafiche particolari o per l'importanza dell'opera, dovranno essere messi a punto a cura e spese dell'Impresa, anche mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla DL prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

Dovranno essere adottate durante la perforazione tutte le tecniche per evitare il franamento del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Le perforazioni dovranno quindi essere eseguite con rivestimento, ed i detriti allontanati mediante opportuni fluidi di perforazione.

Questo potrà consistere in:

- acqua;
- fanghi;
- schiuma

- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla DL.

E' di facoltà della DL far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi.

La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla DL, solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata (Cu) che alla generica profondità di scavo H soddisfi la seguente condizione:

$$c_u \geq \gamma H/3$$

dove:

$\gamma$  = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro, ed è raccomandata nei terreni argillosi sovraconsolidati.

#### 10.6.2.1 TOLLERANZE GEOMETRICHE

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della DL;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto;
- quota testa micropalo:  $\pm 5$  cm;
- lunghezza:  $\pm 15$  cm.

#### 10.6.2.2 TRACCIAMENTO

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

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

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

#### 10.6.2.3 ARMATURA

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



#### 10.6.2.4 ARMATURA CON BARRE DI ACCIAIO PER C.A.

Si useranno barre longitudinali B450 C ad aderenza migliorata con spirale, aventi le caratteristiche di cui al punto 5.2.1.

Saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione, la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante doppia legatura, tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale.

In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 3 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

#### 10.6.2.5 ARMATURE TUBOLARI

Si useranno tubi di acciaio S275 - S355, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

Tali giunzioni dovranno consentire una trazione pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta (fori  $d = 8$  mm) allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo  $s = 3.5$  mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 3 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

#### 10.6.2.6 ARMATURE CON PROFILATI IN ACCIAIO

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati, dovranno essere conformi a quelle prescritte in progetto.

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici.

Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12 – 14 m).

Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle Norme vigenti.

#### 10.6.2.7 MALTE E MISCELE CEMENTIZIE

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno.

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione.

In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm.

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a :

$$R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$$

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$a/c \leq 0.5$$

La composizione della miscela cementizia dovrà essere conforme con quanto indicato dal progettista negli elaborati progettuali e secondo DM 14/01/2008.

#### 10.6.2.8 MICROPALI A INIEZIONI RIPETUTE AD ALTA PRESSIONE

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotoperussione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate.

#### 10.6.2.9 FORMAZIONE DEL FUSTO DEL MICROPALO

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato. Si utilizzerà una miscela cementizia conforme a quanto richiesto nel punto 6.2.3.4.

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia.

Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.

Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

#### 10.6.2.10 MICROPALI CON RIEMPIMENTO A GRAVITÀ O A BASSA PRESSIONE

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni di cui al punto 6.2.4.

##### 8.9.5.1 FORMAZIONE DEL FUSTO DEL MICROPALO

Completata la perforazione e rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni cui al punto 6.2.4.1, si provvederà ad inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

La cementazione potrà avvenire con riempimento a gravità o con riempimento a bassa pressione.

Nel primo caso il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno  $\geq 80$  mm.

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

Nel secondo caso, il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0.5÷0.6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

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

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

## **10.7. PROVE DI CARICO**

### **10.7.1. GENERALITÀ**

In seguito vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Si definiscono:

- prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova ( $P_{max}$ ) è in generale pari a 1.5 volte il carico di progetto utilizzato per le verifiche agli SLE;
- prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico

massimo da raggiungere nel corso della prova ( $P_{max}$ ) è in generale pari a 2.5÷3 volte il carico di esercizio ( $P_{es}$ );

Il numero dei pali e micropali da sottoporre a prova di carico verranno stabiliti sulla base di quanto definito al DM 14/01/2008 Cap. 6 .

## **10.7.2. PROVE SUI PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO**

### **10.7.2.1 PROVE DI CARICO ASSIALE**

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova  $P_{prova}$  sarà:

- $P_{prova} = 1.5 P_{di\ progetto\ SLE}$  per pali strumentati e non strumentati (secondo quanto definito nel DM 14/01/08).
- $P_{prova} = P_{lim}$

ove con  $P_{lim}$  si indica la portata limite dell'insieme palo-terreno.

### **10.7.2.2 ATTREZZATURA E DISPOSITIVI DI PROVA**

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa  $\geq 200$  mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo.

I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente ( $\approx 3$  mesi).

Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

- i martinetti siano uguali;
- l'alimentazione del circuito idraulico sia unica.

La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa  $M$  dovrà essere non inferiore a 1.2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova:

$$M \geq 1.2 \cdot P_{prova} / g = 0.12 P_{prova}$$

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidità sul cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia.

In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:

- pali di contrasto, dimensionati a trazione;
- tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto.

In questi casi si avrà cura di ubicare i pali o i bulbi di ancoraggio dei tiranti a sufficiente distanza dal palo di prova (minimo 3 diametri).

L'Impresa, nel caso di prove di carico con pali di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pali;

Qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richiesta, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate. Per misurare il carico applicato alla testa del palo si interporrà tra il martinetto di spinta ed il palo una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici di opportuno fondo scala.

Nel caso in cui, in ragione delle esigenze di cantiere, l'installazione di celle di carico risulti di difficile attuazione, il carico imposto al palo verrà controllato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro.

Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale.

Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore al 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico.

Se viene impiegato soltanto il manometro, il relativo quadrante dovrà avere una scala adeguata alla precisione richiesta.

E' raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante ( $\pm 20$  kN) il carico applicato sul palo, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del palo.

Per la misura dei cedimenti, saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a  $\approx 120^\circ$  intorno all'insieme palo-terreno.

Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo.

Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti. Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo.

Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenze di 2 ore circa.

### 10.7.2.3 PREPARAZIONE DELLA PROVA

I pali prescelti saranno preparati mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e messa a nudo del fusto per un tratto di  $\approx 50$  cm.

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite n.3 staffe metalliche, a  $120^\circ$ , per la successiva apposizione dei micrometri.

Sopra la testa regolarizzata si stenderà uno strato di sabbia di circa 3 cm di spessore, oppure una lastra di piombo.

Si provvederà quindi a poggiare una piastra metallica di ripartizione del carico di diametro adeguato, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 diametri dall'asse del palo.

L'altezza dei due appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento dei martinetti e dei relativi centratori e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti ( $h_{\min} = 1.5 \text{ m}$ ).

Tra i martinetti e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave o struttura di contrasto farà capo a pali o tiranti di ancoraggio.

#### 10.7.2.4 PROGRAMMA DI CARICO

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alla finalità della prova, dal Progettista della stessa.

##### **Risultati della prova**

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

- il n° del palo con riferimento ad una planimetria;
- l'orario di ogni singola operazione;
- la temperatura;
- il carico applicato;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misure di ogni comparatore;
- i relativi valori medi;
- le note ed osservazioni.

Le tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento costituiranno il verbale della prova.

Le date e il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati alla Direzione Lavori con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio.

La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento che le indicazioni singole dei comparatori e la loro media aritmetica; (Sono richieste anche le fotocopie chiaramente leggibili della documentazione originale di cantiere, "verbale").
- diagrammi carichi-cedimenti finali per ciascun comparatore e per il valore medio;
- diagrammi carichi-cedimenti (a carico costante) per ciascun comparatore e per il valore medio;
- numero di identificazione e caratteristiche nominali del palo (lunghezza, diametro);
- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione (pali trivellati);

- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, etc.);
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione;
- scheda tecnica del palo, preparata all'atto dell'esecuzione.
- relazione tecnica riportante l'elaborazione dei dati e l'interpretazione della prova medesima nonché l'individuazione del carico limite con il metodo dell'inverse pendenze.

#### 10.7.2.5 PROVE DI CARICO SU PALI STRUMENTATI

Quando richiesto, le prove di carico assiali, oltre che per definire la curva carico-cedimento alla testa del palo, avranno lo scopo di valutare l'entità e la distribuzione del carico assiale e della curva di mobilitazione dell'attrito lungo il palo. I pali strumentati verranno individuati dal Progettista nel Progetto Esecutivo o dalla DL e per le modalità di esecuzione della prova si fa riferimento alle specifiche del DM 14/01/2008 .

Per i pali strumentati, ad ultimazione del getto, verrà eseguito un controllo generale della strumentazione per verificare l'integrità a seguito delle operazioni di realizzazione del palo.

Ulteriori controlli con registrazione dei dati verranno eseguiti a 7, 14 e 28 giorni ed immediatamente prima della prova di carico. Quest'ultima costituirà la misura di origine per le successive letture.

#### 10.7.2.6 ATTREZZATURE E DISPOSITIVI DI PROVA

Lungo il fusto del palo saranno predisposte delle sezioni strumentate il cui numero e la cui ubicazione sarà stabilito di volta in volta in accordo con la Direzione Lavori. In ogni caso dovranno essere previste almeno 4 sezioni strumentate.

Indicativamente la sezione strumentata superiore sarà ubicata in prossimità della testa del palo, esternamente al terreno.

Qualora non fosse possibile realizzare la sezione strumentata di testa al di sopra del piano lavoro, dopo l'esecuzione del palo si procederà ad isolare il palo dal terreno circostante fino alla quota della sezione strumentata di testa; in questo caso la sezione strumentata di testa sarà posizionata il più vicino possibile al piano lavoro.

Le dimensioni geometriche di questa sezione strumentata dovranno essere accuratamente misurate prima delle prove.

Tale sezione consentirà di avere indicazioni sul modulo del calcestruzzo in corrispondenza dei vari gradini di carico e sarà di riferimento per il comportamento di tutte le altre.

Ogni sezione strumentata sarà costituita da almeno 3 estensimetri elettrici disposti su di una circonferenza, a circa 120° l'uno dall'altro.

Le celle estensimetriche saranno fissate all'armatura longitudinale e protette dal contatto diretto con il calcestruzzo.



Esse saranno corredate di rapporto di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale. Per ogni sezione strumentata si ammetteranno tolleranze non superiori a 10 cm rispetto alla quota teorica degli estensimetri elettrici.

La punta del palo verrà strumentata mediante una cella di carico costituita da estensimetri elettrici.

La sezione verrà ubicata alla distanza di circa 1 diametro dalla base del palo.

La misura degli spostamenti alla base del palo verrà realizzata con un estensimetro meccanico a base lunga. Esso misurerà le deformazioni relative tra la base e la testa del palo.

L'ancoraggio dello strumento sarà posizionato alla quota degli estensimetri elettrici e la misura sarà riportata in superficie mediante un'asta di acciaio rigida avente coefficiente di dilatazione termica comparabile con quello del calcestruzzo.

Sarà eliminato il contatto con il calcestruzzo circostante mediante una tubazione rigida di acciaio di circa 1" di diametro esterno.

Particolare cura sarà posta nel rendere minimo l'attrito tra asta interna e tubazione esterna utilizzando, ad esempio, distanziali di materiale antifrizione e altri sistemi analoghi, prestando attenzione ad usarne un numero sufficiente, ma non eccessivo.

Occorrerà garantire una perfetta tenuta tra l'ancoraggio ed il tubo esterno al fine di evitare intrusioni di calcestruzzo nell'intercapedine asta-tubo di protezione all'atto del getto.

Come per gli altri tipi di tubazione anche questa sarà portata sino in superficie a fuoriuscire dalla testa del palo a fianco della piastra di ripartizione.

In questo punto verranno installati dei trasduttori di spostamento lineari con fondo scala di circa 20÷30 mm e precisione dello 0.2% del fondo scala, per la misura in continuo degli spostamenti relativi fra il tubo di protezione (testa del palo) e l'ancoraggio solidale alla base del palo.

La testa di questo strumento andrà adeguatamente protetta contro avverse condizioni atmosferiche, contro urti meccanici accidentali e contro le variazioni di temperatura.

Gli estensimetri andranno fissati alle staffe dell'armatura e saranno dotati di barre di prolunga in acciaio da entrambi i lati non inferiori a 50 cm.

Gli strumenti saranno adeguatamente protetti da possibili urti del tubo getto con rinforzi e protezioni in acciaio da definirsi sul posto.

Tutti i cavi elettrici provenienti dagli estensimetri dovranno essere protetti dal diretto contatto meccanico con i ferri d'armatura.

Normalmente si farà in modo che le tubazioni da inserire nella gabbia siano simmetricamente disposte all'interno della sezione.

L'uscita dei cavi dalla testa del palo non dovrà costituire un ingombro alle operazioni successive.

Le modalità di installazione e protezione dei cavi saranno comunicate alla Direzione Lavori.

#### 10.7.2.7 PREPARAZIONE ED ESECUZIONE DELLA PROVA

Si applicano integralmente le specifiche di cui al punto 7.2.1.2 e seguenti.

#### 10.7.2.8 PROVE DI CARICO LATERALE

Queste prove dovranno essere effettuate nel caso in cui ai pali di fondazione sia affidato il compito di trasmettere al terreno carichi orizzontali di rilevante entità.

Il numero ed i pali da sottoporre a prova sarà definito dal progettista e/o concordato con la Direzione Lavori.

Nella esecuzione delle prove ci si atterrà alle prescrizioni già impartite per le prove di carico assiale (vedi punto 7.2.1), salvo quanto qui di seguito specificato.

Il contrasto sarà di norma ottenuto utilizzando un palo di caratteristiche geometriche analoghe, distante almeno 3 diametri.

Il martinetto sarà prolungato mediante una trave di opportuna rigidità.

Gli spostamenti saranno misurati su entrambi i pali. Si utilizzeranno per ciascun palo 2 coppie di comparatori centesimali fissati alla stessa quota; la prima coppia sarà disposta in posizione frontale rispetto alla direzione di carico; la seconda coppia sarà disposta in corrispondenza dell'asse trasversale alla direzione di carico.

Per la misura delle deformazioni durante la prova di carico, il progettista indicherà i pali nei quali posizionare, prima del getto, dei tubi inclinometrici.

Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro  $d = 81/76$  mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tubo-guida.

Se richiesto dalla Direzione Lavori anche i pali sottoposti a prove di carico laterale potranno avere sezioni strumentate con estensimetri elettrici a varie profondità.

### **10.7.3. PROVE DI CARICO SU MICROPALI**

#### 10.7.3.1 PROVE DI CARICO ASSIALE

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova  $P_{prova}$  sarà:

$$P_{prova} = 1.5 P_{PROGETTO SLE}$$

$$P_{prova} = P_{lim}$$

ove con  $P_{lim}$  si indica la portata limite dell'insieme micropalo-terreno.

#### 10.7.3.2 ATTREZZATURE E DISPOSITIVI DI PROVA

Le attrezzature ed i dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico, ed i dispositivi per la misura dei cedimenti saranno conformi alle specifiche di cui al punto 7.2.1.1.

E' ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:

le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;

la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.

Nel caso di micropali inclinati dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare l'insorgere di carichi orizzontali e/o momenti flettenti dovuti ad eccentricità, che potrebbero influenzare i risultati della prova.

I risultati forniti dai micropali di contrasto potranno essere utilizzati quali valori relativi a prove di carico a trazione, se i carichi effettivamente applicati sono significativi a norma di quanto definito nel punto 7.3.1.

I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di  $\approx 20$  cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, etc..

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a  $120^\circ$ , per il posizionamento dei micrometri.

Si provvederà quindi a fissare sulla testa del micropalo una piastra metallica di geometria adeguata ad ospitare il martinetto, ed a trasferire il carico sul micropalo.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.

L'altezza degli appoggi dovrà essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore, e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti.

Tra il martinetto e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.

#### 10.7.3.3 PROGRAMMA DI CARICO

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alla finalità della prova, dal Progettista della stessa.

#### 10.7.3.4 RISULTATI DELLE PROVE

Le misure dei cedimenti saranno registrate con le stesse modalità indicate al punto 7.2.1.3.

#### **10.7.4. PROVE NON DISTRUTTIVE**

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

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

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

##### **10.7.4.1 PROVE GEOFISICHE**

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti.

Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di diametro >800 mm.

Il numero dei controlli sarà quello stabilito dalla normativa vigente e potrà essere modificato anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

Con riferimento ai soli pali trivellati, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 5% del numero totale dei pali con un minimo di due.

Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dal Capitolato Speciale d'Appalto.

Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possono scorrere le sonde di emissione e ricezione degli impulsi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.

Gli stessi saranno almeno due per pali aventi diametro  $d \leq 1200$  mm ed almeno tre per diametri superiori.

Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmettente e ricevente.

##### **10.7.4.2 CAROTAGGIO CONTINUO MECCANICO**

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta.

Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa: dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà a cura dell'Impresa, quando ordinato della Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della medesima.

#### **10.7.5. SCAVI ATTORNO AL FUSTO DEL PALO**

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4.0 – 5.0 m di palo.

Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della Direzione Lavori.

### **10.8. SPECIFICA DI CONTROLLO**

---

#### **10.8.1. GENERALITÀ**

La seguente specifica si applica alle varie tipologie di pali di fondazione precedentemente descritte.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc..

Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia.

Le procedure delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative.

L'Impresa dovrà attrezzare con le predisposizioni necessarie per l'effettuazione di controlli non distruttivi di tipo sonico (per pali di medio e grande diametro) il numero di pali previsto dal DM 14.1.2008.

Questi infatti, sono prove da eseguirsi su pali prescelti prima della loro esecuzione, in quanto devono essere attrezzati con tubazioni (uno o più) da annegare nel getto di calcestruzzo, aventi diametro interno non inferiore a 1" ½.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla DL.

### **10.8.2. PALI TRIVELLATI**

Per i pali trivellati, si dovrà verificare che ogni lotto di armatura posto in opera, sia accompagnato dai relativi certificati del fornitore, e comunque essere conforme alle prescrizioni previste per tale materiale.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda il calcestruzzo, questo potrà provenire già preconfezionato da appositi fornitori, oppure essere prodotto in cantiere con opportune centrali di betonaggio.

In entrambi i casi il calcestruzzo dovrà soddisfare alle indicazioni previste in progetto e del punto 5.2.3 del presente Capitolato.

La DL avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle caratteristiche dei materiali.

Nel caso si venga ad impiegare un rivestimento di acciaio si dovrà verificare che questo presenti le caratteristiche così come indicato in progetto e nel presente Capitolato (punti 5.2.2).

Durante le operazioni di getto si dovrà verificare che queste vengano effettuate secondo le modalità riportate al punto 6.1.3.1.

Per ciascun palo l'Impresa dovrà redigere una scheda dove verranno riportati i risultati dei controlli delle tolleranze (punto 6.2.1), ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

- n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto;
- eventuali impieghi dello scalpello o altri utensili per il superamento di zone cementate o rocciose e corrispondente profondità di inizio e fine tratta;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione, e la stessa prima di calare il tubo getto;
- risultati dei controlli eseguiti sull'eventuale fango di perforazione e della presenza dell'eventuale controcamicia;
- additivi usati per il fango;
- caratteristiche dell'eventuale rivestimento metallico;

- il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo. Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di calcestruzzo e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta, su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi. In base a questo rilievo potrà essere ricostituito l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto);
- misura dello "slump" per ogni prelievo di cls;
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- geometria delle gabbie di armatura;
- risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla DL;
- caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso;
- i risultati dell'operazione di scapitozzatura e dell'eventuale ripristino del palo sino alla quota di sottopinto.

### **10.8.3. CONTROLLO DEL FANGO BENTONITICO**

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

- a) peso di volume;
- b) viscosità MARSH;
- c) contenuto in sabbia;

ripetendo le misure con la frequenza e le modalità di prelievo sotto indicate.

- Fanghi freschi maturati (determinazione delle caratteristiche a e b):
  - prelievo nella vasca di maturazione con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi.
- Fanghi in uso, nel corso della escavazione (determinazione della caratteristica A):
  - prelievo entro il cavo, mediante campionatore, alla profondità sovrastante di 50 cm quella raggiunta dall'escavazione al momento del prelievo, con frequenza di un prelievo per ogni elemento (palo o pannello di diaframma) al termine dell'attraversamento degli strati più sabbiosi o al termine delle operazioni di scavo.
- Fanghi prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio (determinazione delle caratteristiche a e c):
  - prelievo mediante campionatore, alla profondità di 80 cm sopra il fondo dello scavo con frequenza di prelievo per ogni elemento da eseguire dopo che le armature metalliche ed il tubo di convogliamento sono già stati posti in opera. La Direzione lavori potrà richiedere

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

L'Impresa dovrà disporre in cantiere di una adeguata attrezzatura di laboratorio per il controllo del peso specifico o di volume, della viscosità, del contenuto in sabbia, del pH, dell'acqua libera e dello spessore del "cake".

Per la constatazione delle seguenti caratteristiche:

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

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

#### 10.8.3.1 PROVE DI CONTROLLO

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

#### 10.8.3.2 MISURE DEL PESO SPECIFICO O DI VOLUME

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

Quest'ultimo una volta riempito di fango sarà chiuso con un coperchio forato.

Si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che del fango fuoriesca dal foro.

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

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

In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume del fango racchiuso nel contenitore.

Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a 1000 g/l; in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso.

L'approssimazione delle misure dovrà essere di  $\pm 5$  g/l.

#### 10.8.3.3 MISURA DELLA VISCOSITÀ

Si userà di regola l'imbuto di Marsh che consiste in un recipiente tronco - conico, avente la forma e le dimensioni seguenti: diametro della base superiore 152 mm (611), altezza del tronco di cono 305 mm (1211); base inferiore costituita da ugello cilindrico di diametro interno 4,76 mm (3/1611) e altezza 50,8 mm (211). Si riempirà l'imbuto tenendo manualmente otturato il tubicino.



Durante il riempimento si avrà cura di fare passare il fango attraverso la reticella che è posta sulla bocca del recipiente permettendo così il filtraggio delle eventuali impurità.

La viscosità del fango sarà determinata misurando il tempo di deflusso del contenuto del cono compreso tra il livello corrispondente ad un riempimento di 1500 cm<sup>3</sup> e il livello corrispondente 500 cm<sup>3</sup>.

#### 10.8.3.4 MISURA DEL PH

Questa misura si effettuerà usando delle speciali cartine reagenti dotate della capacità di assumere per ogni valore del pH un particolare colore.

Dopo avere immerso la cartina nel fango, si confronterà il colore chela cartina ha assunto con quelli di riscontro: il corrispondente colore indicherà il valore del pH del fango.

Si avrà cura di non toccare con le mani la cartina reagente per non falsare la misura.

#### 10.8.3.5 MISURA DEL CONTENUTO IN SABBIA

Si userà di regola un sabbimetro costituito da: una provetta conica graduata, un imbuto ed un filtro con rete a 200 MESH.

Si riempirà di fango la provetta fino al primo livello; poi si aggiungerà acqua fino al secondo livello indicato sulla provetta stessa.

Si otterrà con il pollice la bocca della provetta e si agiterà energicamente in modo da diluire il fango con l'acqua.

Si verserà il contenuto della provetta attraverso il filtro avendo cura di sciacquare la provetta con acqua pulita.

Si porrà quindi l'imbuto sulla provetta lavata e su di esso si disporrà il filtro rovesciato in modo che tutte le parti sabbiose trattenute cadano nella provetta.

Lavando il filtro con acqua pulita si farà scendere tutta la sabbia nella provetta e la si farà decantare.

Si leggerà direttamente sulla graduazione della provetta il contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango esaminato.

#### 10.8.3.6 MISURA DELL'ACQUA LIBERA E DELLO SPESSORE DEL "CAKE"

Si userà una filtropressa che è di regola costituita da un telaio sul quale viene alloggiato un contenitore cilindrico munito superiormente di una apposita vite di blocco ed inferiormente di un tubicino che lo collega ad un cilindretto graduato.

Il contenitore a sua volta è composto, dal basso verso l'alto, dai seguenti elementi: un basamento, nel quale è inserito il tubicino; una guarnizione di gomma; una reticella; un disco di carta filtro; un'altra guarnizione di

gomma; una cella; una terza guarnizione di gomma; un coperchio (predisposto per essere collegato ad una bomboletta di CO<sub>2</sub>).

Per l'uso si assemblerà la cella con il basamento avendo cura di usare ogni volta un disco di carta da filtro nuovo. Quindi si riempirà la cella con fango fino a 6 mm dal bordo superiore della cella. Poi si monterà il coperchio e si alloggerà la cella nel telaio bloccandola permanente con la vite di pressione. Poi si monterà la bomboletta di CO<sub>2</sub> e si darà pressione alla cella controllando che la pressione della cella sia di 7 bar. Nello stesso momento in cui si darà pressione si farà scattare il cronometro e si misurerà l'acqua che esce dal tubicino posto al fondo della base della cella.

L'acqua sarà raccolta nel cilindretto graduato. Le misure in cm<sup>3</sup> verranno effettuate dopo 30 minuti primi ed indicheranno il valore di acqua libera del fango esaminato.

Finita la prova si estrarrà la carta da filtro e si misurerà lo spessore in millimetri del pannello di fango (cake) formatosi sul filtro

#### 10.8.3.7 CONTROLLO DEL FANGO BIODEGRADABILE

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

- densità del fango biodegradabile fresco;
- densità del fango biodegradabile e viscosità del fango pronto per l'impiego;
- prova di decadimento.

I suddetti controlli verranno effettuati con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi, tranne che la prova di decadimento, che dovrà essere eseguita con frequenza settimanale, presso il laboratorio di cantiere.

La formula prevista e studiata dall'Impresa, potrà essere assoggettata ad ulteriori prove se richieste dalla Direzione Lavori.

#### 10.8.3.8 PALI TRIVELLATI AD ELICA

Per i materiali impiegati valgono le indicazioni riportate al punto 8.2.

Per ciascun palo l'Impresa dovrà redigere una scheda dove dovranno essere riportati i controlli delle tolleranze (punto 6.1.1) ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

- n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto;

- tempi di perforazione per tratte successive di 5 m, e di 1 m nel tratto finale;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo;
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- geometria delle gabbie di armatura;
- spinta del mandrino, misurata durante l'estrazione della trivella;
- risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla DL;
- caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso;
- misura dello slump ad ogni prelievo di cls.

Nel caso si vengano a riscontrare delle differenze stratigrafiche rispetto alla situazione nota, o di particolari anomalie riscontrate nei tempi di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'Impresa dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali provvedimenti (modifica del numero e profondità dei pali, esecuzione dei prefori, etc.) che dovranno essere concordati con la Direzione Lavori.

#### 10.8.3.9 MICROPALI

Per i micropali, si dovrà verificare che per ogni lotto posto in opera di armature metalliche, nonché di tubi e di profilati di acciaio, dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore ed essere conforme alle indicazioni di progetto.

In caso contrario il materiale non dovrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie, possono provenire da impianti di confezionamento, oppure essere prodotte in cantiere da apposite centrali di betonaggio.

In entrambi i casi è possibile realizzare gli stessi controlli riportati per le miscele di iniezione degli ancoraggi.

Nel caso si impieghino come fluidi di perforazione dei fanghi bentonitici, questi dovranno essere assoggettati ai medesimi controlli riportati al punto 8.3 e seguenti.

Nel caso di impiego di schiume queste dovranno essere accompagnate dai relativi certificati forniti dai produttori, per ogni lotto impiegato.

Le modalità di preparazione ed uso, dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

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

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

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

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

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni giornata di getto, sul quale si determinerà il peso specifico (vedi punto 8.3.1.1) e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata.

Il peso specifico dovrà risultare pari almeno al 90% del peso specifico teorico, calcolato assumendo  $3 \text{ g/cm}^3$  il peso specifico assoluto del cemento  $2.65 \text{ g/cm}^3$  quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata non dovrà superare il 2% in volume.

Con il campione di miscela dovranno essere altresì confezionati dei provini da sottoporre a prove di compressione monoassiale, nella misura di almeno una prova a micropalo.

L'esecuzione del singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i controlli delle tolleranze e i dati seguenti:

- rilievi stratigrafici del terreno;
- identificazione del micropalo;
- dati tecnici dell'attrezzatura di perforazione;
- data di inizio perforazione e termine getto (o iniezione);
- fluido di perforazione impiegato;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del foro all'atto della posa in opera dell'armatura;
- geometria e tipologia dell'armatura;
- volumi di miscele per la formazione della guaina (per micropali ad iniezioni multiple selettive);
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- risultati delle prove di controllo sulla miscela di iniezione (peso di volume, essudazione, etc.), numero di campioni prelevati e loro resistenza a compressione monoassiale.
- risultati di ulteriori prove condotte o ordinate dalla Direzione Lavori.

## **11. SEZ. 11 “PONTI – VIADOTTI - SOTTOVIA”**

---

### **11.1. GENERALITÀ**

---

L'oggetto della presente sezione riguarda le diverse tipologie strutturali di realizzazione dei ponti, dei viadotti e dei sottovia, e l'insieme degli elementi costruttivi che li compongono.

L'argomento della sezione viene suddiviso, nel seguito, nelle sottoelencate voci:

- ponti e viadotti in conglomerato cementizio
- ponti e viadotti in ferro
- sottovia.

Sarà cura dell'Impresa procedere, in fase di progetto, allo studio del piano di sollevamento/varo delle strutture costituenti ponti e viadotti.

### **11.2. PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI**

---

Il calcolo delle strutture dovrà tener conto anche delle sollecitazioni transitorie gravanti sui manufatti durante le diverse fasi di montaggio.

Lo studio di sollevamento/varo, ferma restando l'esclusiva e totale responsabilità dell'Impresa, dovrà essere preventivamente trasmesso alla Direzione Lavori.

Tutti i macchinari, le attrezzature e le procedure lavorative dovranno rispondere alle prescrizioni indicate dalla vigente normativa in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro.

Le prove di carico prescritte dalle specifiche contrattuali, dai documenti di progetto ed eventualmente richieste dalla Direzione Lavori in base a motivate esigenze tecniche, così come quelle previste dalle leggi vigenti, saranno eseguite a cura e spese dell'Impresa.

Nella esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà fornire la manodopera, le attrezzature, le opere provvisorie, i ponteggi in quantità e tipologia adeguate sia alla esecuzione dei lavori che alla effettuazione di controlli ed ispezioni.

Sarà cura dell'Impresa eseguire o far eseguire tutte le prove ed i controlli previsti, così come quelli aggiuntivi che la Direzione Lavori ritenesse necessari ad assicurare la rispondenza del lavoro eseguito alle specifiche ed agli standards qualitativi prefissati.

Per consentire la effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere alla installazione in cantiere di uno o più laboratori attrezzati per la esecuzione delle prove previste.

Il laboratorio di cantiere dovrà avvalersi di personale qualificato e numericamente adeguato al quantitativo di prove da eseguire.

Le prove da eseguire ai sensi della legge 5 novembre 1971 N° 1086 dovranno essere effettuate presso laboratori ufficiali/autorizzati.

Nel caso di lavori da eseguire in presenza d'acqua sarà cura dell'Impresa provvedere con i mezzi più adeguati all'aggottamento ed al contenimento della stessa o, in alternativa, sarà sua cura adottare gli accorgimenti necessari, previa informazione alla Direzione Lavori, per l'esecuzione dei lavori in presenza d'acqua.

I materiali costituenti le opere in ferro dovranno avere caratteristiche non inferiori a quelle previste dalle Specifiche di Approvvigionamento e dovranno essere sottoposti ai controlli di qualità previsti dalle Specifiche.

Il materiale dovrà pervenire in cantiere corredato dalla certificazione di qualifica richiesta.

Le strutture, sia in calcestruzzo che in carpenteria metallica, prefabbricate in stabilimenti esterni, prima dell'inoltro in cantiere dovranno essere sottoposte alle prove di controllo qualità e, ove richiesto, alle prove di preassemblaggio.

### **11.3. PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI**

---

#### **11.3.1. PONTI VIADOTTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

##### **11.3.1.1 INTONACI ESEGUITI A MANO**

Le opere in conglomerato cementizio armato dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni" ed alle prescrizioni di cui alle sezioni "calcestruzzi" ed "acciaio" del presente Capitolato.

##### **11.3.1.2 POSA IN OPERA MANUFATTI PREFABBRICATI**

###### **a) Posa in opera travi d'impalcato**

Le travi in c.a.p. saranno varate nella loro posizione definitiva mediante sollevamento longitudinale o trasversale a mezzo di carroponete, carrelli, gru, derrick, blondin, ecc. o con combinazioni varie di questi sistemi e mezzi.

Il piano di sollevamento/varo, definito ed approvato in sede di progetto dell'impalcato, ferma restando l'esclusiva e totale responsabilità dell'Impresa, dovrà essere trasmesso al Coordinatore per l'Esecuzione ed alla Direzione Lavori con congruo anticipo sull'attività di montaggio.

Il piano dovrà essere corredato con l'elenco e le caratteristiche delle attrezzature e dei mezzi d'opera che l'Impresa prevede di utilizzare.

L'eventuale impiego di elementi strutturali metallici o in conglomerato cementizio, semplice od armato, normale o precompresso, con funzione di cassaforma persa per il getto delle solette, sbalzi e traversi di impalcato, dovrà essere previsto in sede di progetto costruttivo, in assenza di quanto sopra sarà cura dell'Impresa fare eseguire, al progettista, le opportune verifiche dandone evidenza alla Direzione Lavori.

**b) Iniezione guaine per cavi scorrevoli**

Per quanto riguarda gli accorgimenti da adottare ai fini di una corretta esecuzione della iniezione dei cavi, si rimanda alle prescrizioni di cui al relativo paragrafo della Sezione "Calcestruzzi".

### **11.3.2. PONTI E VIADOTTI IN FERRO**

**a) Strutture portanti in acciaio**

Il funzionamento statico o le sollecitazioni agenti sulle singole strutture in dipendenza delle modalità e delle diverse fasi di montaggio dovranno essere state considerate dall'Impresa all'atto della progettazione dell'opera.

Nella relazione di calcolo dovranno quindi essere indicate le modalità di montaggio ed il funzionamento statico nelle diverse condizioni.

**b) Approvvigionamento materiali**

I materiali impiegati per la costruzione delle strutture dovranno rispondere alle prescrizioni contenute nella sezione "Acciaio" del presente Capitolato.

In ogni caso i materiali dovranno, come minimo, corrispondere ed essere qualificati e/o controllati in conformità alle disposizioni di cui alle "Norme Tecniche per le costruzioni" (D.M. 14/01/2008).

**c) Saldature, bullonature, chiodature**

Per quanto concerne le differenti tipologie di giunzioni, dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

***Saldatura***

Le specifiche dei procedimenti di saldatura dovranno essere preparate dall'Impresa sottoposte all'approvazione e qualifica da parte di un Istituto specializzato (quali ad es. Istituto Italiano della Saldatura, R.I.NA.).

Congiuntamente alla Specifica sarà sottoposta all'approvazione del predetto Istituto il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire.

Ovviamente le modalità di saldatura e l'estensione dei controlli dovranno comunque soddisfare le prescrizioni della normativa vigente.

***Bullonatura***

L'accoppiamento foro-bullone dovrà essere di precisione.

Il massimo gioco complessivo tra foro e diametro del bullone sarà pari a 0,3 mm, per bulloni aventi diametro massimo 20 mm, e pari a 0,5 mm, per bulloni aventi diametro maggiore di 20 mm.

Il serraggio dei bulloni dovrà essere eseguito rispettando i valori della coppia di serraggio indicati nel DM 14/1/2008.

La forza di trazione (Ns) nel gambo della vite dovrà essere pari a:

$N_s = 0.8 \cdot f_{kn} \cdot A_{res}$  (per bulloni non soggetti a taglio)

$N_s = 0.7 \cdot f_{kn} \cdot A_{res}$  (i bulloni soggetti a taglio) dove  $A_{res}$  è l'area della sezione resistente della vite ed  $f_{kn}$  la tensione di snervamento su provetta.

I bulloni dovranno essere montati in opera con una rosetta posta sotto la testa della vite (smusso verso testa) e una rosetta posta sotto il dado (smusso verso il dado).

Per il serraggio dei bulloni si dovranno usare chiavi dinamometriche a mano o chiavi, pneumatiche, ambedue i dispositivi dovranno possedere un meccanismo limitatore della coppia applicata.

Tali meccanismi dovranno garantire una precisione non minore del  $\pm 5\%$ .

I giunti da serrare dovranno essere montati nella posizione definitiva mediante un numero opportuno di "spine" in grado di irrigidire convenientemente il giunto e consentire la perfetta corrispondenza dei fori.

Si procederà quindi a serrare i bulloni di un estremo dell'elemento da collegare, con una coppia pari a circa il 60% di quella prescritta, il serraggio dovrà iniziare dal centro del giunto procedendo gradualmente verso l'esterno.

Si provvederà quindi al serraggio dell'altra estremità dell'elemento con modalità analoghe a quelle su esposte. Si provvederà infine al serraggio di tutti i bulloni con una coppia pari al 100% di quella prevista.

### **Chiodatura**

Dovrà essere realizzata in conformità alle prescrizioni del D.M. 14/01/2008.

#### d) Montaggio

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo e nel piano di montaggio che, ferma restando la totale ed esclusiva responsabilità dell'Impresa, con congruo anticipo sull'inizio dei montaggi, dovrà essere trasmesso alla Direzione Lavori.

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

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

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto. In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfrecchia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

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



Nei collegamenti con bulloni, ove necessario, si potrà procedere alla alesatura (assolutamente vietato l'uso della fiamma) di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco (delle superfici di contatto) non più di due ore prima dell'unione.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, 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 particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi e sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

#### e) Verniciature e/o Impermeabilizzazione

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione in accordo alle prescrizioni e specifiche di cui alla Sezione "Verniciature" del presente Capitolato.

Nel caso di impiego di acciaio autopassivante per la costruzione di cassoni di impalcato, si dovranno eseguire dei fori per lo scarico delle acque di infiltrazione.

Le modalità di controllo (delle vernici e della loro applicazione) saranno le medesime di quelle riportate nel punto precedentemente richiamato.

Il colore di finitura sarà definito dai documenti di progetto, in mancanza di indicazioni specifiche l'Impresa dovrà chiedere istruzioni alla Direzione Lavori.

Per l'impermeabilizzazione vale quanto riportato nella Sezione "Impermeabilizzazione di manufatti in cls" del presente Capitolato.

## **11.4. APPARECCHI D'APPOGGIO**

---

### **11.4.1. GENERALITÀ**

Il D.M. 14 gennaio 2008 recita al par.11.1: "Gli appoggi strutturali sono dispositivi di vincolo utilizzati nelle strutture, nei ponti e negli edifici, allo scopo di trasmettere puntualmente carichi e vincolare determinati gradi di libertà di spostamento."

Tra i vari tipi di appoggio, quelli in acciaio-PTFE possono essere del tipo fisso, mobile, unidirezionale e mobile multidirezionale per la realizzazione, rispettivamente, dei vincoli di "cerniera" (il fisso) e di "carrello –

cerniera”(gli altri 2 tipi). Dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le Costruzioni”che al par. 11.6 rimanda integralmente alle Norme europee Armonizzate UNI EN 1337.

Sono da considerarsi apparecchi di appoggio anche gli isolatori sismici, che oltre a quanto previsto per gli appoggi, devono soddisfare anche le verifiche sismiche. Vanno dimensionati, verificati e testati come da Norma Europea Armonizzata UNI EN 15129.

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione dei Lavori il progetto esecutivo degli apparecchi di appoggio e degli isolatori sismicocorrispondente ai tipi stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

Di seguito con la voce “dispositivi” si indicheranno gli appoggi e gli isolatori sismici.

Il progetto esecutivo dovrà contenere:

- a)** il calcolo delle escursioni e delle rotazioni previste per dispositivi nelle singole fasi di funzionamento. Dovranno essere esposti separatamente i contributi dovuti ai carichi permanenti ed accidentali, alle variazioni termiche, delle deformazioni viscosse ed al ritiro del calcestruzzo;
- b)** l'indicazione delle caratteristiche di mobilità richieste per i dispositivi, in funzione dei dati di cui al punto a) e di un congruo franco di sicurezza, che dovrà essere espressamente indicato;
- c)** l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità ed il parallelismo dei piani di posa degli dei dispositivi;
- d)** l'indicazione della eventuale prerogolazione degli apparecchi di appoggio da effettuarsi in officina, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo al momento della posa;
- e)** la verifica statica dei singoli elementi componenti il dispositivo;
- f)** l'indicazione dei materiali componenti il dispositivo, con riferimento, ove possibile, alle norme UNI EN;
- g)** l'indicazione ;
- h)** delle modalità di collegamento del dispositivo alla sovra e sottostrutturae degli eventuali accorgimenti da adottare per il montaggio provvisorio.

In ogni caso l'Impresa dovrà presentare un apposito certificato, rilasciato da un Laboratorio Ufficiale o Autorizzato, comprovante le caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati.

Prima della posa in opera dei dispositivi l'Impresa dovrà provvedere per ogni singolo dispositivo al tracciamento degli assi di riferimento ed alla livellazione dei piani di appoggio, i quali dovranno essere rettificati con malta di cemento additivata con resina epossidica per lo spessore massimo di normativa.

Procederà, successivamente, al posizionamento del dispositivo ed al suo collegamento alle strutturesecondo le prescrizioni di progetto.

Inoltre dovranno risultare agevoli: la periodica ispezione, la manutenzione e l'eventuale sostituzione dei dispositivi.

#### **11.4.2. PRINCIPI GENERALI**

Gli appoggi, accoppiati o meno con elementi scorrevoli, sono dispositivi che consentono la rotazione tra due membri di una struttura, impedendo gli spostamenti e di conseguenza trasmettendo le forze nelle tre direzioni (appoggi fissi), consentendo lo spostamento in una direzione del piano orizzontale (appoggi unidirezionali) o in ogni direzione del piano orizzontale (appoggi multidirezionali).

Caso particolare è costituito dagli apparecchi elastomerici che permettono limitati spostamenti in ogni direzione del piano orizzontale, generando forze proporzionali alle corrispondenti deformazioni orizzontali. Il comportamento degli isolatori sismici è analogo, solo che gli spostamenti ottenuti sono molto maggiori. .

I dispositivi devono essere disposti in modo che sia possibile, in caso di necessità, effettuare ispezioni, operazioni di manutenzione e sostituzione degli stessi o parti di questi, allo scopo di garantirne la funzionalità per l'intera durata prevista della struttura.

Gli appoggi in acciaio-PTFE devono essere realizzati in modo da permettere il movimento specificato con la minor forza di reazione possibile.

Per gli appoggi, se possibile, si deve evitare la prerogolazione. Se necessaria, la prerogolazione richiesta deve essere eseguita presso l'impianto di fabbricazione. Se non è possibile evitare una nuova regolazione in sito, questa deve essere eseguita solo dal fabbricante dell'appoggio o sotto la sua supervisione. Gli isolatori sismici elastomerici non sono prerogolati, gli isolatori a scorrimento a superficie curva ed a doppia superficie curva (pendoli) possono essere prerogolati solamente se dotati di un'ulteriore superficie di scorrimento piana e di shock transmitters.

Tutti i dispositivi devono essere marcati con il nome del fabbricante e il luogo di fabbricazione, l'anno di fabbricazione e un numero di serie che deve essere un numero individuale e univoco per ogni tipo di dispositivo. Inoltre tutti i diversi dagli appoggi elastomerici devono essere marcati con le informazioni seguenti:

- tipo di dispositivo;
- numero d'ordine del fabbricante;
- carichi nominali massimi per forze verticali e orizzontali;
- spostamenti nominali massimi;
- marcatura CE (ove possibile);
- posizione nella struttura;

- direzione di installazione.

Con l'eccezione delle ultime due voci, queste marcature devono essere visibili e comprensibili per tutta la vita utile dell' dispositivo.

### **11.4.3. ELEMENTI DI SCORRIMENTO DEGLI APPARECCHI DI APPOGGIO IN ACCIAIO-PTFE**

#### 11.4.3.1 GENERALITÀ

Gli elementi di scorrimento e le guide sono dispositivi composti da piastre di supporto con finitura curva o piana e superfici di scorrimento a bassissimo coefficiente di attrito che, in combinazione con gli appoggi strutturali fissi descritti nel presente articolo, consentono e regolano i movimenti nel piano orizzontale.

La deformazione dei materiali di scorrimento non va presa in conto per ottenere rotazioni.

#### 11.4.3.2 REQUISITI FUNZIONALI

I requisiti funzionali, espressi in termini di massimi coefficienti di attrito a breve e lungo termine delle superfici di contatto, in funzione della composizione delle superfici stesse, sono riportati dalle Tabelle 1-2-3-4 della UNI EN 1337-2

#### 11.4.3.3 PROPRIETÀ DEI MATERIALI

In assenza di standard specifici, le prove sui materiali saranno conformi alle procedure indicate nelle Appendici D-E-F-G-H della UNI EN 1337 – 2

**Superfici di scorrimento di PTFE** : il politetrafluoroetilene è un materiale termoplastico che presenta, a contatto con una superficie metallica lucidata, un coefficiente d'attrito molto basso, tendente a diminuire con l'aumento della pressione di contatto e con la diminuzione della velocità di scorrimento. Il materiale grezzo dei fogli di PTFE costituenti le superfici di scorrimento su cui si esercitano reazioni di lunga durata è politetrafluoroetilene vergine, senza aggiunta di materiali rigeneranti o di cariche, in conformità alle caratteristiche meccaniche, fisiche e geometriche del Paragrafo 5.2 della UNI EN 1337-2. I fogli di PTFE per superfici di scorrimento piane o curve su cui si esercitano reazioni di lunga durata (sono escluse le superfici delle guide) saranno dotati di tasche di lubrificazione ('PTFE puntinato' – 'dimpled PTFE').

**Materiali compositi (CM1 e CM2)** : per le superfici di scorrimento impegnate da reazioni di breve durata, come ad esempio le superfici delle guide, è ammesso l'impiego di materiali compositi di due tipi: il primo (CM1) formato da una lastra di supporto e uno strato intermedio di bronzo con uno strato superficiale costituito da una miscela di PTFE e piombo, il secondo (CM2) formato da una matrice metallica flessibile sinterizzata in un composto di PTFE (PTFE + filler). Le caratteristiche meccaniche e fisiche dei materiali compositi costituenti le superfici di scorrimento sono riportate della Tabella 6 e 7 della UNI EN 1337-2.

**Superfici di scorrimento di acciaio austenitico** : lamiere di acciaio austenitico possono essere utilizzate per la realizzazione di superfici di scorrimento piane o curve. Le superfici a contatto con il PTFE saranno lucidate. Materiale e caratteristiche superficiali saranno conformi ai Par. 5.4.1 e 5.4.2 della UNI EN 1337-2.

**Superfici laminate in cromo** : per superfici di scorrimento curve possono essere usate superfici cromate. La laminazione dovrà interessare l'intera superficie curva della piastra di supporto; il processo di laminazione, le specifiche dei materiali e le caratteristiche superficiali saranno conformi al Par. 5 della UNI EN 1337-2

**Materiali per piastre di supporto** : i materiali previsti per la realizzazione delle piastre di supporto sono metalli a base ferrosa, in particolare ghisa, acciaio fuso e acciaio inossidabile; l'elemento convesso di superfici sferiche o cilindriche può essere costituito da lega d'alluminio. Materiali e trattamenti superficiali saranno conformi ai Par. 5.5.6 e 5.5.7 della UNI EN 1337-2.

**Lubrificanti** : Le superfici di scorrimento dovranno essere lubrificate per ridurre la resistenza d'attrito e l'usura delle superfici di PTFE. Il lubrificante, in conformità alle caratteristiche fisico-chimiche della Tabella 8 della UNI EN 1337-2, dovrà mantenere le sue proprietà nel 'range' di temperatura specificato e non dovrà resinificare, né risultare aggressivo per i materiali a contatto.

#### **11.4.4. REQUISITI DI PROGETTO DEGLI APPARECCHI DI APPOGGIO IN ACCIAIO-PTFE**

##### 11.4.4.1 COMBINAZIONI DI MATERIALI PER SUPERFICI DI SCORRIMENTO

I materiali per le superfici di scorrimento saranno accoppiati come definito nella Tabella 1. Solo una combinazione potrà essere usata nella stessa superficie di scorrimento

Tabella 1 – Combinazioni materiali per superfici di scorrimento

Superfici piane		Superfici curve		Guide		
PTFE puntinato	Acciaio austenitico	PTFE puntinato	Acciaio austenitico	PTFE semplice	Acciaio austenitico	
			cromo			CM1
			alluminio			CM2

##### 11.4.4.2 FOGLI DI PTFE

I fogli di PTFE saranno disposti in uno specifico alloggiamento, ricavato nella piastra di supporto. Dopo l'installazione il foglio di PTFE dovrà sporgere dall'estradosso dell'alloggiamento di una quantità h, per facilitare le misurazioni di controllo.

Lo spessore dei fogli di PTFE  $t_p$  e della sporgenza  $h$ , in assenza di carico e in presenza della protezione anticorrosiva, dovrà rispettare i seguenti limiti:

$$h = 1.75 + L/200 \text{ (mm)} \quad \text{e comunque } \geq 2.2 \text{ mm}$$

$$2.2 h < t_p < 8.0 \text{ mm}$$

dove  $L$  è il diametro del foglio circolare o la lunghezza del foglio rettangolare di PTFE, come definiti nelle fig. 3-4-5 della UNI EN 1337-2.

I fogli di PTFE pianiper superfici di scorrimento planari saranno circolari o rettangolari e potranno essere suddivisi in un massimo di quattro parti uguali, la cui dimensione minima non potrà essere inferiore a 50 mm e la cui distanza reciproca non potrà superare il doppio dello spessore della piastra di supporto o del foglio di PTFE (quale sia il minore).

I fogli di PTFE curvi per superfici di scorrimento cilindriche saranno rettangolari e potranno essere suddivisi in un massimo di due parti uguali.

I fogli di PTFE curvi per superfici di scorrimento sferiche saranno circolari e potranno essere suddivisi in un disco interno e un anello esterno concentrici, suddivisi da un anello della piastra di supporto, la cui larghezza non supererà 10 mm.

I fogli di PTFE per guide avranno uno spessore minimo di 5.5 mm e una sporgenza di 2.3 mm +/- 0.2 mm

#### 11.4.4.3 MATERIALI COMPOSITI

I materiali compositi saranno usati solo quando è possibile un auto-allineamento tra le parti accoppiate dell'appoggio. La dimensione minima 'a' della lamina deve essere maggiore o uguale a 10 mm.

#### 11.4.4.4 GUIDE

Le guide possono essere usate per sopportare azioni laterali dovute a carichi permanenti e variabili. Le guide possono essere disposte centralmente o esternamente alla superficie di scorrimento. I materiali di scorrimento saranno disposti sulle pareti contigue delle guide; il gioco  $c$  tra i componenti scorrevoli in condizioni di riposo deve essere:

$$c \leq 1.0 \text{ mm} + L(\text{mm})/1000$$

con  $L$  definito ai punti precedenti.

#### 11.4.4.5 LAMIERE DI ACCIAIO AUSTENITICO

Le lamiere di acciaio austenitico devono essere dimensionate in modo tale da ricoprire completamente i fogli di PTFE o di materiale composito sotto il massimo spostamento di progetto. Il loro spessore, in funzione del metodo di collegamento alla piastra di supporto, sarà in accordo alla Tabella 13 della UNI EN 1337-2.

#### 11.4.4.6 RESISTENZE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DI SCORRIMENTO

Le resistenze caratteristiche a compressione dei materiali di scorrimento sono riportate nella Tabella 2. I valori dati sono validi per temperature effettive inferiori a 30°. Per temperature comprese tra i 30° e i 48°, i valori riportati saranno ridotti del 2% per grado al di sopra dei 30°, allo scopo di ridurre gli effetti viscosi del PTFE.

Tabella 2 – Resistenze car. a compressione dei materiali di scorrimento

Materiale	Azione	f <sub>k</sub> (MPa)
PTFE (sup.principali)	Carichi permanenti e variabili	90
PTFE (guide)	Carichi variabili	90
	Temperatura, ritiro e viscosità	30
	Carichi permanenti	10
CM1	Carichi permanenti e variabili orizzontali	200
CM2	Carichi permanenti e variabili orizzontali	120

#### 11.4.4.7 COEFFICIENTI DI ATTRITO

I coefficienti di attrito da utilizzare per verificare l'apparecchio di appoggio e la struttura a cui esso è collegata sono riportati nella Tabella 3. Tali valori non saranno applicati in presenza di consistenti azioni dinamiche, come sono ad esempio le azioni sismiche. I valori riportati sono validi solo per PTFE puntinato e lubrificato.

Tabella 3 – Coefficienti di attrito  $\mu_{max}$

Pressione di contatto $\sigma_p$ (MPa)	$\leq 5$	10	20	$\geq 30$
PTFE – Acciaio austenitico o cromo	0.08	0.06	0.04	0.030 (0.025)*
PTFE - alluminio	0.12	0.09	0.06	0.045 (0.038)*
* per superfici di scorrimento curve				

Per le guide, i valori del coefficiente di attrito, considerati indipendenti dalla pressione di contatto, sono i seguenti:

PTFE :  $\mu_{max} = 0.08$

Materiali compositi :  $\mu_{max} = 0.20$

### 11.4.5. VERIFICHE LOCALI DELLE SUPERFICI DI SCORRIMENTO DEGLI APPARECCHI DI APPOGGIO IN ACCIAIO-PTFE

#### 11.4.5.1 GENERALITÀ

Le superfici di scorrimento saranno dimensionate e verificate tenendo conto di tutte le azioni attive trasmesse dalla struttura e di quelle antagoniste generate in corrispondenza delle libertà consentite.

#### 11.4.5.2 SEPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI SCORRIMENTO

La separazione delle superfici di scorrimento può condurre alla perdita di lubrificante, all'usura da contaminazione e all'incremento di deformazione dovuto alla mancanza di confinamento del PTFE. Per questo motivo si richiede che la tensione normale minima di contatto  $\sigma_p$  sia al più nulla, condizione considerata come stato limite di servizio.

#### 11.4.5.3 VERIFICHE A COMPRESSIONE

Pressioni eccessive possono causare perdita di efficienza dello scorrimento. Si richiede pertanto la verifica a compressione allo stato limite ultimo delle superfici a contatto in conformità al Par. 6.8.3 della UNI EN 1337-2

#### 11.4.5.4 VERIFICHE LOCALI DELLE PIASTRE DI SUPPORTO

##### GENERALITÀ

Il PTFE e i materiali di scorrimento ad esso accoppiati devono essere sostenuti da piastre metalliche (piastre di supporto) con superfici piane o curve. Il progetto di queste deve tener conto del controllo delle deformazioni, della esatta valutazione delle sezioni resistenti, della adeguata rigidità per il trasporto e l'installazione secondo il Par. 6.9.3 della UNI EN 1337-2 e della distribuzione dei carichi alle strutture adiacenti secondo il Par. 6.9.4 della UNI EN 1337-2.

##### VERIFICA DELLA DEFORMAZIONE

Una deformazione eccessiva delle piastre di supporto comporterebbe usura elevata del PTFE e decadimento a lungo termine delle caratteristiche del dispositivo di scorrimento. Si richiede per questo la verifica della deformazione secondo il Par. 6.9.2 della UNI EN 1337-2.

#### **11.4.6. MANIFATTURA, ASSEMBLAGGIO E TOLLERANZE DEGLI APPARECCHI DI APPOGGIO IN ACCIAIO-PTFE**

##### 11.4.6.1 PIASTRA DI SUPPORTO

I bordi dell'incasso destinato a contenere i fogli di PTFE devono essere a spigolo vivo e retto per limitare il rifluimento del PTFE. Il raggio alla base dell'incasso non deve superare 1 mm.

In linea teorica, il PTFE deve aderire all'incasso senza giochi. Tolleranze discontinue saranno ammesse in conformità alla Tabella 12 della UNI EN 1337-2.

I requisiti di planarità delle superfici saranno in accordo ai Par. 7.1.2 e 7.1.3 della UNI EN 1337-2



#### 11.4.6.2 COLLEGAMENTO DEI MATERIALI DI SCORRIMENTO

**Lamiera di acciaio austenitico** :le lamiere devono essere collegate alle relative piastre di supporto mediante una delle modalità riportate dalla Tabella 13 della UNI EN 1337-2.

**Fogli di PTFE** : nel caso di piastre di supporto piane i fogli vanno confinati negli appositi alloggiamenti secondo le prescrizioni viste al punto precedente. I fogli di PTFE usati per le guide saranno incollati allo scopo di facilitare le operazioni di assemblaggio.

**Materiali compositi** : I materiali compositi saranno collegati mediante incollaggio, accompagnato da un collegamento meccanico da realizzare al di fuori della superficie di scorrimento.

#### 11.4.6.3 PROTEZIONE CONTRO LA CONTAMINAZIONE E LA CORROSIONE

Prima delle operazioni di assemblaggio, tutte le superfici di scorrimento devono essere pulite. Durante l'assemblaggio, saranno prese precauzioni per impedire la contaminazione delle superfici lubrificate. Devono essere previsti dispositivi specifici per prevenire la contaminazione degli elementi di scorrimento; tali dispositivi devono essere rimovibili per facilitare l'ispezione.

I requisiti generali relativi alla protezione contro la corrosione sono dati nella EN 1337-9. Ulteriori requisiti relativi al caso particolare delle superfici di scorrimento sono forniti nel Par. 7.3 della UNI EN 1337-2

#### 11.4.6.4 LUBRIFICAZIONE

Dopo la pulitura e prima dell'assemblaggio, i fogli di PTFE dotati di tasche di lubrificazione devono essere lubrificati in modo che tutte le tasche risultino colme. Le superfici di scorrimento delle guide saranno trattate stendendo un sottile strato di lubrificante sulla superficie e rimuovendo le eccedenze.

#### 11.4.6.5 SUPERFICI DI RIFERIMENTO PER L'INSTALLAZIONE

Allo scopo di assicurare l'allineamento dell'appoggio in accordo alla UNI EN 1337-11, deve essere prevista sull'elemento scorrevole una superficie di riferimento o un opportuno dispositivo avente la stessa funzione.

#### 11.4.6.6 VALUTAZIONE DI CONFORMITÀ

La valutazione di conformità del prodotto e della sua manifattura alla Normativa Europea, comprendente controllo di materiali e lavorazioni, esecuzione di prove e ispezioni con eventuali 'audit-testing' effettuati da parti terze, redazione di documentazione e certificati attestanti la qualità dei materiali costituenti e del prodotto finale, etc., sarà in accordo al Par. 8 della UNI EN 1337-2; le procedure di controllo di produzione saranno conformi all'Appendice K della UNI EN 1337-2.

Il controllo delle materie prime e dei componenti degli elementi di scorrimento sarà conforme alla Tabella 16 della UNI EN 1337-2.

Il controllo del prodotto finito, comprendente test iniziali di tipo ed eventuali 'audit testing', sarà conforme alla Tabella 15 della UNI EN 1337-2.

#### 11.4.6.7 INSTALLAZIONE

Dopo l'installazione e il completamento della sovrastruttura, la deviazione dell'elemento di scorrimento dalla configurazione specificata non dovrà eccedere il 3%.

#### 11.4.6.8 CRITERI PER ISPEZIONI IN SERVIZIO

Durante le ispezioni di servizio, da condurre in accordo alla UNI EN 1337-10, sarà controllato in particolare il valore della sporgenza  $h$ , come definita in precedenza, verificando che risulti:

$h > 1 \text{ mm}$

Se risulta  $0 < h < 1 \text{ mm}$ , l'elemento di scorrimento è considerato ancora idoneo, ma sono richieste ispezioni più frequenti. Se risulta  $h = 0$  l'elemento di scorrimento non sarà più considerato idoneo.

### **11.4.7. APPOGGI ELASTOMERICI**

#### 11.4.7.1 GENERALITÀ

Gli appoggi elastomerici (armati) sono elementi di forma rettangolare o circolare, costituiti da strati di gomma combinati con lamierini d'acciaio vulcanizzati alla gomma. La vulcanizzazione ha il duplice scopo di proteggere l'acciaio dalla corrosione e di trasmettere le azioni tangenziali dalla gomma al lamierino. Tali appoggi devono essere ottenuti mediante lavorazione in appositi stampi a pianta circolare o rettangolare previa approvazione della Direzione Lavori; non sono ammessi appoggi ricavati per taglio d'elementi di dimensioni superiori.

Sono sconsigliati appoggi elastomerici non armati.

Non sono ammessi appoggi elastomerici con elementi di PTFE vulcanizzati direttamente alla gomma, disposti superiormente od inferiormente.

Gli appoggi elastomerici possono essere combinati con dispositivi che possono estenderne il campo di utilizzo, come dispositivi di scorrimento in accordo alla UNI EN 1337-2, sia temporanei che permanenti, o sistemi di vincolo in qualsiasi direzione.

Il presente documento, in riferimento alla UNI EN 1337-3, tratta appoggi elastomerici con dimensioni massime in pianta pari a 1200x1200 mm, destinati all'utilizzo con temperature operative comprese tra -25° e +50° (+70° per brevi periodi). In caso di temperature operative molto basse (-40°) sono richiesti requisiti particolari del modulo di taglio della gomma.

#### 11.4.7.2 CARATTERISTICHE E REQUISITI FUNZIONALI

##### PREMESSA

Gli appoggi elastomerici consentono spostamenti in una qualsiasi direzione del piano e rotazioni attorno a un qualsiasi asse per mezzo di deformazioni elastiche. In tal modo è possibile sia trasmettere le sollecitazioni sia consentire gli spostamenti, in accordo alle risultanze progettuali.

Benché gli appoggi elastomerici siano progettati per assorbire il taglio, essi non saranno impiegati per opporre resistenza a una azione esterna di taglio applicata permanentemente.

Nei punti successivi sono definite le caratteristiche quantificabili degli appoggi elastomerici riferite al prodotto finito, determinabili attraverso specifiche prove.

##### MODULO DI ELASTICITÀ TANGENZIALE G<sub>g</sub>

Il modulo di elasticità tangenziale G<sub>g</sub> è determinato sulla base di prove a diverse temperature o dopo invecchiamento, in accordo alle procedure specificate dall'Appendice F della UNI EN 1337-3.

**Modulo di elasticità tangenziale a temperatura ordinaria:** il modulo G<sub>g</sub> a temperatura nominale (23°±2°) dell'appoggio dovrà essere conforme ai valori seguenti:

$$G_g = 0.9 \text{ MPa}$$

$$G_g = 0.7 \text{ MPa} *$$

$$G_g = 1.15 \text{ MPa} *$$

I valori ottenuti dai test dovranno essere conformi alle tolleranze seguenti

$$G_g = 0.9 \text{ MPa} \pm 0.15 \text{ MPa}$$

$$G_g = 0.7 \text{ MPa} \pm 0.10 \text{ MPa} *$$

$$G_g = 1.15 \text{ MPa} \pm 0.20 \text{ MPa} *$$

(\*) solo se espressamente richiesto dal progettista

**Modulo di elasticità tangenziale a basse e bassissime temperature:** il modulo di taglio dovrà essere conforme ai Par.4.3.1.2 e 4.3.1.3 della UNI EN 1337-3.

**Modulo di elasticità tangenziale dopo invecchiamento:** il modulo di taglio ad invecchiamento indotto (3 giorni a 70°) dovrà essere conforme al Par.4.3.1.4 della UNI EN 1337-3.

#### 11.4.7.3 RESISTENZA DI ADESIONE

Scopo del test è il controllo della adesione tra la gomma e i lamierini d'acciaio interposti. La resistenza di adesione tra gomma e lamiera d'acciaio è determinata in accordo al Par. 4.3.2 e alle procedure specificate dall'Appendice G della UNI EN 1337-3.

#### 11.4.7.4 MODULO DI ELASTICITÀ A COMPRESSIONE

Il modulo di elasticità a compressione è determinato in accordo al Par. 4.3.3 e alle procedure specificate dall'Appendice H della UNI EN 1337-3.

#### 11.4.7.5 RESISTENZA A CARICO RIPETUTO DI COMPRESSIONE

La resistenza a carico ripetuto di compressione è determinata in accordo al Par. 4.3.4 e alle procedure specificate dall'Appendice I della UNI EN 1337-3.

#### 11.4.7.6 CAPACITÀ DI ROTAZIONE STATICA

Scopo del test è la determinazione del comportamento dell'appoggio in condizioni di rotazione da carico statico nei casi in cui la prestazione richiesta in termini di rotazione sia critica. Si possono determinare due grandezze relative alla capacità rotazionale dell'appoggio, il massimo angolo di rotazione e il momento antagonista trasmesso dall'appoggio alla struttura. La capacità di rotazione statica è determinata in accordo al Par. 4.3.5 e alle procedure specificate dalle Appendici J e K della UNI EN 1337-3.

#### 11.4.7.7 RESISTENZA ALL'OZONO

La resistenza all'ozono è determinata in accordo al Par. 4.3.6 e alle procedure specificate dall'Appendice L della UNI EN 1337-3.

#### 11.4.7.8 PROPRIETÀ DEI MATERIALI

##### 11.4.7.9 ELASTOMERO

L'elastomero utilizzato come materiale grezzo negli apparecchi elastomerici è costituito da gomma naturale (NR – natural rubber) o gomma al cloroprene (CR – chloroprene rubber). Si ammette la miscelazione con altro polimero come coadiuvante di processo fino a percentuali pari al 5%.

Le proprietà fisiche e meccaniche dell'elastomero saranno conformi alla Tabella 1 della UNI EN 1337-3

##### 11.4.7.10 LAMIERINI D'ACCIAIO

I lamierini interni ed esterni saranno in acciaio di grado S235 secondo la EN 10025 o in acciaio con equivalente allungamento a rottura. Gli spessori minimi saranno in accordo al Par. 4.4.3 della UNI EN 1337-3

##### 11.4.7.11 SUPERFICI DI SCORRIMENTO

Elementi di scorrimento in PTFE, accoppiati a lamine in acciaio austenitico, possono essere inseriti in una piastra metallica vulcanizzata all'elastomero, secondo quanto specificato al Par. 4.4.3 della UNI EN 1337-3

#### 11.4.7.12 REGOLE DI PROGETTO

Per le regole di progetto si rimanda integralmente al Par. 5 della UNI EN 1337-3

#### 11.4.7.13 TOLLERANZE DI MANIFATTURA

Le tolleranze relative alle dimensioni in pianta e agli spessori degli strati di elastomero interni ed esterni, dei lamierini d'acciaio e degli spessori totali dell'appoggio saranno in accordo al Par. 6 della UNI EN 1337-3

#### 11.4.7.14 VALUTAZIONE DI CONFORMITÀ

La valutazione di conformità del prodotto e della sua manifattura alla Normativa Europea, comprendente controllo di materiali e lavorazioni, esecuzione di prove e ispezioni con eventuali 'audit-testing' effettuati da parti terze, redazione di documentazione e certificati attestanti la qualità dei materiali costituenti e del prodotto finale, etc., sarà in accordo al Par. 8 della UNI EN 1337-3; le procedure di controllo di produzione saranno conformi all'Appendice N della UNI EN 1337-3

Il controllo delle materie prime degli appoggi elastomerici sarà conforme alla Tabella 8 della UNI EN 1337-3.

Il controllo del prodotto finito, comprendente test iniziali di tipo, test di routine ed eventuali 'audit testing', sarà conforme alle Tabelle 6-7-8 della UNI EN 1337-3.

#### 11.4.7.15 INSTALLAZIONE

Gli appoggi elastomerici andranno alloggiati preferibilmente su baggioli, le cui superfici di posa devono essere asciutte, pulite e integre. Tali superfici saranno piane e orizzontali, ammettendo una tolleranza massima di planarità pari a:

0.3% per appoggi di strutture in c.a. prefabbricate o metalliche

1% per appoggi di strutture in c.a. gettate in opera

Se l'impalcato è costruito in opera direttamente sugli apparecchi d'appoggio, è opportuno interporre tra appoggio e struttura delle coppelle prefabbricate in c.a., immorsate nel getto della sovrastruttura.

È inoltre conveniente posizionare gli eventuali appoggi rettangolari con il lato minore parallelo all'asse della trave in modo da permettere una maggiore rotazione.

Non è consentito l'incollaggio degli appoggi elastomerici alle strutture.

#### 11.4.7.16 CRITERI PER ISPEZIONI IN SERVIZIO

Durante le ispezioni di servizio, da condurre in accordo alla UNI EN 1337-10, sarà controllato in particolare quanto segue.

Le superfici superiore ed inferiore dell'appoggio saranno in contatto integrale con le parti strutturali collegate.

Si effettuerà una ispezione visiva delle facce accessibili dell'appoggio per l'individuazione di eventuali fessure, distacchi, rigonfiamenti e irregolarità dell'appoggio stesso.

Si effettuerà una ispezione visiva delle parti strutturali a contatto dell'appoggio per l'individuazione di eventuali scostamenti dell'appoggio dalla sua posizione originale.

#### **11.4.8. APPOGGI A RULLO**

##### 11.4.8.1 GENERALITÀ

Gli appoggi a rullo hanno un funzionamento basato sul rotolamento di due piastre metalliche, una superiore ed una inferiore, su uno o più componenti, dotati di superfici cilindriche ed interposti tra le piastre stesse. Allo scopo di consentire spostamenti paralleli all'asse di rotazione gli apparecchi a rullo possono essere accoppiati con elementi di scorrimento in accordo alla UNI EN 1337-2.

##### 11.4.8.2 CARATTERISTICHE E REQUISITI FUNZIONALI

Gli appoggi a rullo trasmettono forze normali al piano di appoggio, consentendo traslazioni ortogonali all'asse di rotolamento e rotazioni attorno a tale asse (gli apparecchi a rullo singolo permettono rotazioni attorno alla linea di contatto, gli apparecchi a rullo multiplo necessitano di un elemento addizionale a bilanciare per consentire la rotazione). La capacità di rotazione dell'appoggio a rullo è una caratteristica intrinseca del sistema, basata sulla sua geometria, e deve essere dichiarata dal produttore. Il valore massimo di tale rotazione è fissato a 0.05 rad.

Le superfici a contatto avranno la stessa resistenza e durezza; le superfici curve dell'apparecchio saranno di forma cilindrica.

Il rullo avrà una lunghezza compresa tra il doppio e sei volte il suo diametro.

Sarà previsto un sistema di guida per impedire disassamenti del rullo in esercizio.

I componenti dell'appoggio saranno dimensionati in modo da distribuire correttamente il carico agli elementi contigui. L'angolo massimo di diffusione del carico sarà assunto pari a 45° (angoli maggiori potranno essere giustificati da un calcolo specifico); in nessun caso sarà assunto un angolo di diffusione, misurato a partire dall'asse verticale, superiore a 60°.

##### 11.4.8.3 MATERIALI

Gli appoggi a rullo saranno realizzati in materiali ferrosi, in conformità a quanto specificato al Par. 5 e nell'Appendice A della UNI EN 1337-4.

I componenti degli appoggi (rulli e piastre di contatto) saranno sottoposti a prove (rilievo di eventuali cricche, determinazione di durezza e resilienza) secondo i metodi esposti al Par. 5.1 della UNI EN 1337-4.

#### 11.4.8.4 REGOLE DI PROGETTO

Per le regole di progetto si rimanda integralmente al Par. 6 della UNI EN 1337-4.

#### 11.4.8.5 TOLLERANZE

Le tolleranze relative a planarità delle piastre, profilo e parallelismo delle superfici, rugosità superficiale, diametro dei rulli multipli, saranno in accordo al Par. 7 della UNI EN 1337-4.

#### 11.4.8.6 VALUTAZIONE DI CONFORMITÀ

La valutazione di conformità del prodotto e della sua manifattura alla Normativa Europea, comprendente controllo di materiali e lavorazioni, esecuzione di prove e ispezioni con eventuali 'audit-testing' effettuati da parti terze, redazione di documentazione e certificati attestanti la qualità dei materiali costituenti e del prodotto finale, etc., sarà in accordo al Par. 8 della UNI EN 1337-4; le procedure di controllo di produzione saranno conformi all'Appendice B della UNI EN 1337-4

Il controllo delle materie prime degli appoggi a rullo sarà conforme alla Tabella 5 della UNI EN 1337-4.

Il controllo del prodotto finito, comprendente test iniziali di tipo, test di routine ed eventuali 'audit testing', sarà conforme alla Tabella 4 della UNI EN 1337-4.

#### 11.4.8.7 INSTALLAZIONE

Gli appoggi a rullo saranno installati con una tolleranza massima di +/- 0.003 rad rispetto alla inclinazione di progetto delle superfici di contatto.

#### 11.4.8.8 CRITERI PER ISPEZIONI IN SERVIZIO

Durante le ispezioni di servizio, da condurre in accordo alla UNI EN 1337-10, saranno verificati in particolare l'assenza di cricche nei componenti dell'appoggio, il corretto allineamento dei rulli, la presenza di contatto continuo tra piastra e rullo.

### **11.4.9. APPOGGI A DISCO ELASTOMERICO CONFINATO**

#### 11.4.9.1 GENERALITÀ

Gli appoggi a disco elastomerico confinato sono costituiti da un disco di gomma non armata confinato entro un basamento inferiore e un pistone superiore, entrambi metallici. L'apparecchio è completato da una guarnizione interna disposta sul bordo superiore della superficie di gomma per impedire la fuoriuscita di materiale elastomerico e da una guarnizione esterna disposta tra basamento e pistone, per proteggere il corpo interno da umidità e detriti.

Per ridurre l'attrito tra cuscinetto e componenti metallici, e di conseguenza limitare l'usura e l'entità del momento parassita alla rotazione, è previsto l'uso di un lubrificante.

Allo scopo di consentire traslazioni nel piano orizzontale, gli appoggi a disco elastomerico possono essere accoppiati con elementi di scorrimento in accordo alla UNI EN 1337-2.

#### 11.4.9.2 CARATTERISTICHE E REQUISITI FUNZIONALI

Gli appoggi a disco elastomerico trasmettono forze verticali e orizzontali, consentendo, grazie alla deformazione del cuscinetto di gomma, rotazioni attorno a un asse qualsiasi (cerniera sferica).

#### 11.4.9.3 MATERIALI

Il basamento e il pistone saranno realizzati in materiali ferrosi; il materiale elastomerico usato per il cuscinetto deve essere gomma naturale o policloroprene. Il lubrificante non deve essere dannoso per l'elastomero e gli altri componenti dell'appoggio e non deve causare rigonfiamenti eccessivi dell'elastomero (variazioni di peso > 8%). Tutti i materiali saranno conformi a quanto specificato al Par. 5 e nell'Appendice A (guarnizioni interne) della UNI EN 1337-5.

#### 11.4.9.4 REGOLE DI PROGETTO

Per le regole di progetto si rimanda integralmente al Par. 6 della UNI EN 1337-5.

#### 11.4.9.5 TOLLERANZE

Le tolleranze relative a spessore del cuscinetto, parallelismo delle superfici esterne, accoppiamento dei componenti e rugosità superficiale, saranno in accordo al Par. 7 della UNI EN 1337-5.

#### 11.4.9.6 VALUTAZIONE DI CONFORMITÀ

La valutazione di conformità del prodotto e della sua manifattura alla Normativa Europea, comprendente controllo di materiali e lavorazioni, esecuzione di prove e ispezioni con eventuali 'audit-testing' effettuati da parti terze, redazione di documentazione e certificati attestanti la qualità dei materiali costituenti e del prodotto finale, etc., sarà in accordo al Par. 8 della UNI EN 1337-5; le procedure di controllo di produzione saranno conformi all'Appendice C della UNI EN 1337-5.

Il controllo delle materie prime degli appoggi a disco elastomerico confinato sarà conforme al Prospetto 1 della UNI EN 1337-5.

Il controllo del prodotto finito, comprendente test iniziali di tipo, test di routine ed eventuali 'audit testing', sarà conforme Prospetto 2 della UNI EN 1337-5.



#### 11.4.9.7 INSTALLAZIONE

Gli appoggi a disco elastomerico saranno installati con una tolleranza massima di +/- 0.003 rad rispetto alla inclinazione di progetto delle superfici di contatto.

#### 11.4.9.8 CRITERI PER ISPEZIONI IN SERVIZIO

Durante le ispezioni di servizio, da condurre in accordo alla UNI EN 1337-10, saranno verificati in particolare aspetti quali l'eventuale estrusione dell'elastomero, la presenza di detriti da usura, la posizione anomala del pistone di chiusura.

### **11.4.10. APPOGGI A CONTATTO LINEARE O PUNTUALE**

#### 11.4.10.1 GENERALITÀ

Gli appoggi a contatto lineare o puntuale sono costituiti da due piastre metalliche variamente sagomate a contatto e libere di ruotare reciprocamente. Se una delle piastre è sagomata a calotta cilindrica e l'altra è piana, il contatto e la rotazione avvengono lungo una generatrice del cilindro (contatto lineare); se una delle superfici è sagomata a calotta sferica (concava) o è piana e l'altra è sagomata a calotta sferica (convessa) di raggio inferiore alla prima, il contatto e la rotazione avvengono in un punto (contatto puntuale). Allo scopo di consentire traslazioni nel piano orizzontale, gli appoggi a contatto possono essere accoppiati con elementi di scorrimento in accordo alla UNI EN 1337-2

#### 11.4.10.2 CARATTERISTICHE E REQUISITI FUNZIONALI

Gli appoggi a contatto lineare permettono rotazioni attorno alla linea di contatto, realizzando una cerniera cilindrica, gli appoggi a contatto puntuale rotazioni attorno a un asse qualsiasi, realizzando una cerniera sferica. Gli appoggi a contatto trasmettono forze verticali e orizzontali; per la trasmissione delle forze orizzontali gli apparecchi a contatto lineare sono dotati di perni sollecitati a taglio, calettati su una delle due piastre, mentre, nel caso di apparecchi a contatto lineare, le azioni orizzontali sono trasmesse generalmente per contatto tra le due piastre.

La capacità di rotazione dell'appoggio a contatto è una caratteristica intrinseca del sistema, basata sulla sua geometria, e deve essere dichiarata dal produttore. Il valore massimo di tale rotazione è fissato a 0.05 rad.

Le superfici a contatto avranno la stessa resistenza e durezza; le superfici curve dell'apparecchio saranno di forma cilindrica (contatto lineare) o sferica (contatto puntuale).

Saranno previsti dispositivi meccanici per impedire lo scivolamento reciproco delle superfici a contatto.

I componenti dell'appoggio saranno dimensionati in modo da distribuire correttamente il carico agli elementi contigui. L'angolo massimo di diffusione del carico sarà assunto pari a 45° (angoli maggiori potranno essere

giustificati da un calcolo specifico); in nessun caso sarà assunto un angolo di diffusione, misurato a partire dall'asse verticale, superiore a 60°.

#### 11.4.10.3 MATERIALI

Gli appoggi a contatto saranno realizzati in materiali ferrosi, in conformità a quanto specificato al Par. 5 e nell'Appendice A della UNI EN 1337-6.

I componenti degli appoggi (piastre di contatto) saranno sottoposti a prove (rilievo di eventuali cricche, determinazione di durezza e resilienza) secondo i metodi esposti al Par. 5.1 della UNI EN 1337-6.

#### 11.4.10.4 REGOLE DI PROGETTO

Per le regole di progetto si rimanda integralmente al Par. 6 della UNI EN 1337-6.

#### 11.4.10.5 TOLLERANZE

Le tolleranze relative a planarità delle piastre, profilo e parallelismo delle superfici, rugosità superficiale, saranno in accordo al Par. 7 della UNI EN 1337-6.

#### 11.4.10.6 VALUTAZIONE DI CONFORMITÀ

La valutazione di conformità del prodotto e della sua manifattura alla Normativa Europea, comprendente controllo di materiali e lavorazioni, esecuzione di prove e ispezioni con eventuali 'audit-testing' effettuati da parti terze, redazione di documentazione e certificati attestanti la qualità dei materiali costituenti e del prodotto finale, etc., sarà in accordo al Par. 8 della UNI EN 1337-4; le procedure di controllo di produzione saranno conformi all'Appendice B della UNI EN 1337-6

Il controllo delle materie prime degli appoggi a rullo sarà conforme alla Tabella 5 della UNI EN 1337-6.

Il controllo del prodotto finito, comprendente test iniziali di tipo, test di routine ed eventuali 'audit testing', sarà conforme alla Tabella 4 della UNI EN 1337-6.

#### 11.4.10.7 INSTALLAZIONE

Gli appoggi a contatto saranno installati con una tolleranza massima di +/- 0.003 rad rispetto alla inclinazione di progetto delle superfici di contatto.

#### 11.4.10.8 CRITERI PER ISPEZIONI IN SERVIZIO

Durante le ispezioni di servizio, da condurre in accordo alla UNI EN 1337-10, saranno verificati in particolare l'assenza di cricche nei componenti dell'appoggio, il corretto allineamento delle piastre a contatto, la verifica del contatto previsto tra le piastre.

#### **11.4.11. APPOGGI SFERICI E CILINDRICI CON PTFE**

##### 11.4.11.1 GENERALITÀ

Gli apparecchi d'appoggio sferici e cilindrici aventi superfici di scorrimento in politetrafluoroetilene (PTFE) hanno un funzionamento basato sullo strisciamento di una superficie di PTFE ed una di metallo, l'una concava e l'altra convessa, disposte su opportune piastre di supporto. Le superfici di scorrimento possono essere cilindriche o sferiche.

Allo scopo di consentire traslazioni nel piano orizzontale, gli appoggi a contatto possono essere accoppiati con elementi di scorrimento in accordo alla UNI EN 1337-2.

##### 11.4.11.2 CARATTERISTICHE E REQUISITI FUNZIONALI

Gli apparecchi d'appoggio con superfici di scorrimento in PTFE cilindrici permettono rotazioni attorno a un asse, realizzando una cerniera cilindrica, gli appoggi sferici rotazioni attorno a un asse qualsiasi, realizzando una cerniera sferica. Gli appoggi con superfici di scorrimento in PTFE trasmettono forze verticali e orizzontali; le azioni orizzontali sono trasmesse per contatto tra le superfici di scorrimento, dimensionandone adeguatamente la curvatura, oppure prevedendo opportuni dispositivi meccanici.

La superficie metallica a contatto con il PTFE deve essere dimensionata in modo tale da coprire completamente, anche sotto carico, il foglio di PTFE. Non deve inoltre esserci alcun contatto tra gli elementi metallici di supporto superiori ed inferiori.

##### 11.4.11.3 MATERIALI

I materiali e gli accoppiamenti di materiali relativi alle superfici di scorrimento, essendo gli stessi i principi di funzionamento, sono quelli specificati nel Par.5 della UNI EN 1337-2 (Superfici di scorrimento).

##### 11.4.11.4 REGOLE DI PROGETTO

Per le regole di progetto si rimanda integralmente al Par. 6 della UNI EN 1337-7.

##### 11.4.11.5 MANIFATTURA, ASSEMBLAGGIO E TOLLERANZE

Valgono le considerazioni svolte al Par. 7 della UNI EN 1337-7.

##### 11.4.11.6 VALUTAZIONE DI CONFORMITÀ

La valutazione di conformità del prodotto e della sua manifattura alla Normativa Europea, comprendente controllo di materiali e lavorazioni, esecuzione di prove e ispezioni con eventuali 'audit-testing' effettuati da parti terze, redazione di documentazione e certificati attestanti la qualità dei materiali costituenti e del prodotto finale, etc., sarà in accordo al Par. 8 della UNI EN 1337-7.

## **11.4.12. PROTEZIONE**

### **11.4.12.1 GENERALITÀ**

Devono essere adottate misure di protezione dei dispositivi strutturali dagli effetti degli agenti aggressivi dell'ambiente e di altre cause esterne che potrebbero ridurre la vita utile prevista. I riferimenti normativi in merito sono contenuti nel Par. 2 della UNI EN 1337-9. Lo stesso vale anche per gli isolatori sismici in quanto appoggi.

Andranno raccolte informazioni sulle caratteristiche dell'ambiente di destinazione, in particolar modo se atteso più aggressivo dell'ambiente marino, per poter attuare interventi protettivi adeguati. In linea generale, le misure di protezione contro la corrosione si attuano o selezionando materiali per i quali l'ambiente a cui sono destinati non risulti aggressivo o dotando le parti esposte dell'apparecchio di un rivestimento protettivo o mediante altre soluzioni (es. bagno d'olio) per isolare il dispositivo dall'ambiente circostante.

Misure protettive speciali possono essere richieste in particolari circostanze (ad es. dove siano previste infiltrazioni di polvere e sabbia, nidificazioni di animali, etc.)

La vigente normativa europea EN 1337-1 richiede che la struttura e gli appoggi siano progettati in modo tale da permetterne la manutenzione. Alla luce di questo, va sottolineato che, qualora si rendessero necessarie misure protettive speciali, queste devono essere rimovibili o comunque non costituire ostacolo alle operazioni di ispezione e manutenzione del dispositivo.

### **11.4.12.2 REQUISITI**

#### **PROTEZIONE CONTRO GLI EFFETTI AMBIENTALI**

Le parti metalliche dei dispositivi devono essere protette contro la corrosione. Sono escluse le superfici soggette a scorrimento, rotazione, aderenza per attrito o carico concentrato.

Il sistema di protezione anticorrosiva, qualificato secondo la EN 1337-9, deve garantire che per un periodo di dieci anni dopo la consegna, gli appoggi siano conformi ai requisiti dettagliati di seguito.

- Densità di bolle non superiore al grado 1 della ISO 4628-2;
- Ossidazione non superiore al grado Ri: 1 della ISO 4628-3;
- Distacco del rivestimento non superiore alla classe 1 della ISO 4628-4;
- Desquamazione non superiore alla classe 1 della ISO 4628-5.

Se il dispositivo deve essere installato in un ambiente più aggressivo di quello marino, si devono concordare requisiti particolari della protezione anticorrosiva.

Per definire il sistema di protezione anticorrosiva, si deve fornire la documentazione seguente:

- Procedura seguita per la protezione anticorrosiva dei dispositivi;

- Specifiche dei fornitori del materiale;
- Prove.

Quanto sopra deve includere come minimo quanto segue:

- Grado di preparazione della superficie (per esempio Sa 21/2 secondo ISO 8501 Sa);
- Tipo di rivestimento protettivo (per esempio zincatura a spruzzo, due strati di vernice epossidica-acrilica);
- Numero degli strati;

Per i sistemi di verniciatura:

- Numero dell'articolo e colore;
- Marchio di fabbrica e numero di riferimento del produttore;
- Numero della scheda tecnica;
- Luogo di applicazione;
- Modo di applicazione;
- Spessore minimo della pellicola secca;

Spessore locale massimo della pellicola secca;

Procedure per il trattamento di danni locali ai rivestimenti protettivi;

Risultati delle prove come da prospetto 1.

Prospetto 1

Prova	Norma	Criteri di accettazione
Nebbia salina	ISO 7253	Dopo: 720 h;
		Bolle non superiori al grado 1 della ISO 4628-2;
		Ossidazione non superiore al grado Ri: 1 della ISO 4628-3;
		Distacco non superiore alla classe 1 della ISO 4628-4;
		Designazione non superiore alla classe 1 della ISO 4628-5.
Spessore minimo della pellicola secca	ISO 2808	Come specificato dal produttore della vernice.
Adesione dopo quadrettatura	ISO 2409	0 o 1.
Caduta di una massa	ISO 6272	Nessun danno visibile con peso di 1 kg e un'altezza di caduta di 10 cm.

Queste prove devono essere ripetute ogni cinque anni o quando è apportato un cambiamento al sistema di protezione anticorrosiva.

#### CORROSIONE ELETTROLITICA

Qualora nello stesso apparecchio siano usati metalli diversi, occorre prevedere misure atte ad evitare la corrosione elettrolitica.

#### **11.4.13. MANUTENZIONE**

Tenendo conto che i dispositivi hanno generalmente una vita utile inferiore a quella delle strutture servite, è necessario effettuare controlli e garantire una costante manutenzione degli stessi durante la fase di esercizio.

Le operazioni di ispezione, controllo e manutenzione, che non sono oggetto specifico del presente documento, andranno condotte in accordo alla UNI EN 1337-10.

Ogni dispositivo o, se sufficiente, ogni famiglia di dispositivi, dovrà essere dotato di un manuale di manutenzione, controfirmato dal Fornitore, in cui il Costruttore indicherà modalità, tempistica e frequenza degli interventi di controllo e manutenzione (ordinaria e straordinaria). Tale documentazione andrà allegata a partire dalla fase di presentazione del progetto del dispositivo.

#### **11.4.14. TRASPORTO,IMMAGAZZINAMENTO ED INSTALLAZIONE**

##### 11.4.14.1 GENERALITÀ

Le operazioni di trasporto, immagazzinamento e installazione dei dispositivi saranno in accordo alla UNI EN 1337-11.

L'imballaggio dei dispositivi deve essere accurato, in modo tale da evitare qualsiasi danno durante il trasporto. La movimentazione e l'installazione dei dispositivi devono essere eseguite solo da personale qualificato, le cui competenze e qualifiche devono essere documentate.

I dispositivi devono essere movimentati con cura e protetti da danni e contaminazioni. Se non è possibile movimentarli a mano, si provvederanno attacchi permanenti o temporanei che facilitino il sollevamento con mezzi meccanici.

Se i dispositivi non sono installati nella struttura subito dopo la consegna, devono essere immagazzinati dall'utilizzatore su un apposito supporto, per esempio su assi, coperti da un telo protettivo e ventilati dal basso. L'immagazzinamento temporaneo deve garantire la protezione dei dispositivi da inquinamento, da agenti atmosferici avversi (calore, pioggia, neve o grandine) e da contaminazioni o altri effetti negativi dovuti alle lavorazioni e al traffico di cantiere.

#### 11.4.14.2 DISEGNI DI INSTALLAZIONE

La posa in opera dei dispositivi deve essere effettuata sulla base di disegni di installazione redatti dall'Impresa. Tali elaborati, da sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori almeno un mese prima delle operazioni di posa, dovranno riportare tutti i dati richiesti per l'installazione (dimensioni, quote, inclinazioni, posizionamento planimetrico, tolleranze, qualità del materiale di sigillatura, eventuale preregolazione dell'appoggio in funzione della temperatura della struttura).

Gli elaborati dovranno anche riportare le tolleranze di fabbricazione e di montaggio, che dovranno in ogni caso comprendere le informazioni seguenti

Planarità dei piani di posa;

Parallelismo dei piani di interfaccia;

Dimensioni delle sedi e predisposizioni;

Posizione degli ancoraggi.

#### 11.4.14.3 ISPEZIONE DOPO LA CONSEGNA

In cantiere, dopo la consegna e prima della posa, occorre controllare e registrare la condizione dei dispositivi. Particolare attenzione deve essere data ai punti seguenti:

a) danni visibili, con particolare riferimento alla protezione anticorrosiva.

b) pulizia;

c) sicurezza dei dispositivi di bloccaggio temporanei;

d) conformità ai disegni costruttivi e di installazione;

e) marcature sulla superficie superiore del dispositivo, marcatura degli assi x e y e, se necessario, marcatura della preregolazione sui lati delle piastre superiore ed inferiore dell'appoggio, inoltre identificazione dei punti di misurazione della rotazione e dello scorrimento;

f) posizione di tutti i riferimenti che servono ad assicurare l'esatto posizionamento ed installazione dei dispositivi;

g) indicatori di spostamento per gli appoggi mobili in direzione longitudinale, se richiesti;

h) entità e direzione della preregolazione, se richiesta;

i) possibilità di aggiustamento della preregolazione, se prevista;

j) immagazzinamento temporaneo in cantiere.

Installazione

#### 11.4.14.4 GENERALITÀ

I dispositivi devono essere installati in conformità a tutti i dettagli riportati sui disegni d'installazione e in accordo con le marcature sulla loro superficie superiore (tipo, assi e direzioni dei movimenti consentiti, etc.).

Non è consentito l'uso dei dispositivi definitivi per operazioni (movimenti, trasmissione di forze, ecc.) anche se transitorie, legate alla tecnologia di realizzazione dell'opera, salvo specifica procedura approvata dal Progettista, da eseguire sotto la supervisione del Fornitore.

Le superfici sulle quali devono essere posizionati i dispositivi devono essere piane e parallele.

I dispositivi devono essere posti in opera tra due superfici orizzontali anche in presenza di impalcati in pendenza. È consentita la ripresa di tale pendenza da parte dei dispositivi mediante idonea lavorazione di piastre a contatto con l'impalcato.

Gli appoggi devono avere punti di riferimento per consentire la misurazione dei movimenti orizzontali (appoggi mobili) e della rotazione. Gli indicatori di movimento devono avere i limiti estremi di movimento marcati.

All'atto della posa in opera, la corsa disponibile degli appoggi mobili può essere preregolata rispetto alla temperatura media di posa in opera, in modo che l'asse di appoggio risulti, a deformazioni lente esaurite, centrato in condizione di temperatura media. La temperatura approssimativa prevalente nella struttura e, in casi particolari, le variazioni di temperatura in punti diversi nella struttura stessa, sono valutate in accordo alla Appendice A della UNI EN 1337-11.

#### 11.4.14.5 POSIZIONAMENTO DEI DISPOSITIVI

Di regola, gli appoggi sono installati su uno strato intermedio di malta di sigillatura. Solo gli appoggi di gomma senza piastre d'acciaio esterne possono essere posati direttamente sulla superficie di appoggio che deve essere pulita, asciutta, liscia e piana.

L'ancoraggio può essere affidato, superiormente e inferiormente, a dispositivi di tipo meccanico, in funzione della entità delle forze orizzontali da trasmettere.

Se specificato, devono essere usate viti di regolazione per regolare il posizionamento dell'appoggio. In alternativa possono essere usati cunei o altri strumenti adatti.

In nessun caso si inseriranno elementi rigidi sotto l'appoggio. Ciò può essere evitato togliendo i supporti temporanei quando la malta ha raggiunto la resistenza richiesta.

L'appoggio può:

a) essere posato su uno strato bombato di malta plastica consistente in modo tale che l'eccesso di malta possa essere premuto fuori da tutti i lati; oppure



b) essere sigillato mediante colata o iniezione di malta fluida, assicurando un'adeguata ventilazione. Gli appoggi ancorati con pioli sono generalmente installati con tecniche di colata o iniezione; oppure

c) essere posato costipando la malta al di sotto di esso. Questo metodo è raccomandato solo quando la lunghezza del lato più corto è minore di 500 mm.

La malta deve essere del tipo a basso ritiro. Se si usano altri materiali, la loro idoneità deve essere provata. Per i tirafondi e la bulloneria di ancoraggio sarà impiegato acciaio ad alta resistenza.

Indipendentemente dal metodo usato, l'appoggio deve poggiare su tutta la sua superficie.

#### 11.4.14.6 MONTAGGIO DELLA SOVRASTRUTTURA SUL DISPOSITIVO

I componenti strutturali gettati in opera sono generalmente gettati direttamente sui dispositivi successivamente alla loro installazione. Si deve fare attenzione che l'appoggio sia pulito, che siano evitati danni provocati dal calcestruzzo umido e che l'appoggio possa essere sostituito senza difficoltà.

Nel caso di elementi di calcestruzzo prefabbricato o di acciaio si prenderanno opportune misure per assicurarne il contatto uniforme con l'appoggio.

Le dimensioni in pianta delle eventuali contropiastre devono essere maggiori o uguali a quelle dell'elemento a contatto. Nel caso di strutture in c.a. ordinario, realizzate in opera, dopo il posizionamento dei dispositivi, è ammesso omettere le contropiastre predisponendo opportuni tirafondi e garantendo, comunque, la sostituibilità dei dispositivi.

La solidarizzazione alle strutture metalliche deve avvenire di regola esclusivamente mediante unioni di tipo meccanico.

Il fissaggio mediante saldatura è permesso solo in casi eccezionali e deve essere eseguito solo da personale qualificato. Devono essere prese misure per evitare danni provocati dal calore alle parti sensibili, come quelle di plastica.

Il sistema di protezione anticorrosiva deve essere ripristinato dopo la saldatura, se necessario.

#### 11.4.14.7 CORREZIONE DELLA QUOTA

Nel caso in cui occorra correggere la quota, l'operazione deve essere effettuata tramite colata o riempimento con malta fine o materiale simile.

La correzione di quota con l'aiuto di piastre metalliche aggiuntive è permessa solo se le superfici metalliche a contatto sono lavorate meccanicamente e se c'è garanzia che esse rimangano piane fino al completamento dell'installazione. La protezione anticorrosiva va estesa a tali piastre.

La correzione della quota deve essere eseguita solamente da personale qualificato.

#### 11.4.14.8 TOLLERANZE DI INSTALLAZIONE

Se una qualsiasi tolleranza d'installazione data nelle varie parti della UNI EN 1337 non è rispettata, occorre valutarne le implicazioni strutturali e concordare adeguati provvedimenti.

#### 11.4.14.9 MALTA DI SIGILLATURA

Lo spessore della malta di sigillatura non armata tra l'appoggio e l'infrastruttura non supererà il minore dei seguenti valori:

- 50 mm oppure
- $0.1 \times \text{area superficie di contatto/perimetro superficie di contatto} + 1.5 \text{ mm}$

Inoltre lo spessore non deve essere minore di tre volte la dimensione massima dell'inerte.

L'idoneità della malta usata e il metodo di posa devono essere verificati con prove secondo le specifiche di riferimento.

Nel caso di malta cementizia, la superficie di calcestruzzo dell'infrastruttura deve essere saturata con acqua prima dell'installazione per prevenire la disidratazione. Immediatamente prima di colare la malta, qualsiasi residuo di acqua sulla superficie deve essere eliminato.

Quando si usa la malta di resina, le caratteristiche chimiche della resina e il rapporto resina inerti assicurerà una consistenza soddisfacente e un tempo di lavorabilità tale da consentire una corretta installazione con le condizioni del cantiere. Deve essere tenuta in considerazione la durabilità del prodotto in termini di resistenza, indurimento finale e forma.

Se la malta di resina è a diretto contatto con le superfici dell'appoggio, la compatibilità chimica ed il coefficiente di attrito devono essere verificati con prove a meno che non si possano dimostrare precedenti utilizzazioni soddisfacenti in condizioni simili.

#### 11.4.14.10 CASSERI PER MALTA DI SIGILLATURA

I casseri non devono essere rimossi fino a che la malta non si sia sufficientemente indurita, ma devono essere rimossi completamente prima che l'appoggio diventi operativo. Non è permessa la rimozione tramite combustione.

#### 11.4.14.11 BLOCCAGGI TEMPORANEI

Deve essere assicurato che al momento del collegamento alle strutture, i dispositivi abbiano la configurazione geometrica prevista in progetto. Ogni appoggio che non sia intrinsecamente idoneo a mantenere la configurazione prevista deve essere dotato di un adeguato sistema di bloccaggio temporaneo. Questi sistemi non possono essere utilizzati per la trasmissione di sollecitazioni legate a fenomeni transitori dovuti alla tecnologia utilizzata per la realizzazione dell'opera.

I sistemi di bloccaggio temporaneo devono essere posizionati in modo che sia possibile identificarli e rimuoverli facilmente al termine della loro funzione. Pertanto, tutti gli elementi che li compongono devono essere chiaramente identificabili e distinguibili dall'appoggio e devono essere colorati in modo diverso. I bloccaggi temporanei devono garantire il mantenimento della eventuale preregolazione del dispositivo.

#### 11.4.14.12 BLOCCAGGI DI FORZA

Quando sia richiesto dal progetto dell'opera, possono essere utilizzati sistemi di bloccaggio provvisorio di forza allo scopo di assicurare un collegamento di tipo rigido durante la fase di costruzione dell'opera stessa.

Di norma questi sistemi devono essere distinti dall'apparecchio d'appoggio e progettati in base ai dati indicati dal Progettista dell'opera. Nel caso essi debbano essere montati sull'appoggio, solo al momento della rimozione di detti accessori lo stesso acquisterà la sua piena funzionalità.

I bloccaggi di forza devono essere realizzati in modo che possano essere facilmente rimossi o disattivati quando l'appoggio cui sono applicati è posto in opera. A tal fine, tutti gli elementi che li compongono devono essere chiaramente identificabili e distinguibili dall'appoggio e devono essere colorati in modo diverso.

In considerazione del previsto comportamento globale dell'opera durante il periodo di utilizzazione dei bloccaggi provvisori di forza, possono essere richiesti a quest'ultimo requisiti prestazionali particolari, quali per esempio:

- possibilità di essere disattivati sotto carico;
- possibilità di essere installati in stato di presollecitazione.

#### 11.4.14.13 RILASCIO DELLA STRUTTURA SUI DISPOSITIVI

Il rilascio della struttura sui dispositivi deve essere fatto conformemente al progetto.

Le travi dovranno essere varate su calaggi e su idonei dispositivi che evitino il contatto accidentale con i dispositivi e ne permettano un graduale abbassamento.

Qualsiasi vite di regolazione rimarrà in opera fino a che la malta di qualsiasi strato intermedio sia sufficientemente indurita. Successivamente tutti i sostegni provvisori rigidi, i dispositivi di regolazione e di bloccaggio devono essere rimossi prima che l'appoggio diventi pienamente operativo, a meno che le viti di livellamento siano progettate per risultare inattive quando il carico finale viene applicato.

#### 11.4.14.14 REGISTRAZIONI

Devono essere fatte le registrazioni delle ispezioni eseguite in accordo con il Par. 7 della UNI EN 1337-11 e dei risultati delle stesse sulla traccia del modulo campione riportato nell'Appendice B della UNI EN 1337-11. Deve essere redatta documentazione specifica sugli esiti delle ispezioni effettuate.

Se non concordato altrimenti, si deve tenere una registrazione di:

- a) data e ora dell'installazione;
- b) temperatura della struttura;
- c) regolazione del dispositivo;
- d) posizione dell'appoggio relativa alla sovrastruttura, infrastruttura ed assi;
- e) condizioni dell'appoggio, inclusa la protezione anticorrosiva;
- f) qualsiasi modifica fatta alla regolazione;
- g) stato dei dispositivi di bloccaggio provvisori;
- h) condizione del piano di appoggio;
- i) prova di idoneità della malta di sigillatura.

La data e l'ora del rilascio della struttura sul dispositivo devono essere registrate e deve essere confermato che le viti dei dispositivi di bloccaggio provvisori sono state allentate o rimosse.

Ad avvenuto indurimento della malta di sigillatura si controllerà che il dispositivo sia nella posizione di progetto, che i dispositivi di bloccaggio provvisorio siano stati rimossi e che i valori dei franchi di scorrimento e di rotazione siano corretti.

Se appoggi mobili sono stati installati inizialmente come appoggi fissi (punti fissi provvisori), devono essere fatte e registrate ulteriori misure, dopo che i dispositivi di fissaggio sono stati rimossi.

#### 11.4.14.15 RIFINITURA FINALE

Il dispositivo non deve essere ostacolato nel suo funzionamento da qualsiasi rifinitura da effettuarsi in relazione alla protezione anticorrosiva. Esempi da evitare includono la sabbatura delle superfici scorrevoli esposte e l'inzeppamento delle parti mobili per eccesso di vernice.

#### **11.4.15. SOLLEVAMENTO IMPALCATI PER SOSTITUZIONE DISPOSITIVI**

Devono essere previste disposizioni per consentire una facile sostituzione dei dispositivi o di parti di questi mediante sollevamento dell'impalcato, per il quale si prevede un innalzamento massimo di 40 mm.

In relazione alle previsioni di progetto od alle prescrizioni della Direzione Lavori, si procederà al sollevamento dell'impalcato in corrispondenza dell'asse appoggi, mediante idonea apparecchiatura idraulica posta sotto le travi e/o i traversi.

L'apparecchiatura idraulica dovrà essere comandata da una centrale operante a pressioni differenziate e rapporto volumetrico costante per assicurare un sollevamento rigido di ogni testata, senza indurre nella struttura sollecitazioni torsionali; il controllo delle operazioni dovrà essere effettuato a distanza mediante idonea strumentazione.

Dopo che ogni testata sarà stata sollevata e prima di intervenire sui dispositivi, l'Impresa dovrà bloccare la struttura nella posizione raggiunta mediante appoggi provvisori o attrezzature equivalenti, che siano in grado di assicurare la stabilità dell'insieme e garantire la massima sicurezza agli operatori.

Di norma non si dovrà sollevare più di una campata per volta; eventuali deroghe dovranno essere concordate con la Direzione Lavori; in questi casi dovranno essere rinforzate le strutture provvisorie di blocco e si dovranno adottare adeguati sistemi di controventatura per contrastare possibili sollecitazioni longitudinali e trasversali.

A tale riguardo dovranno essere adottate adeguate cautele nei casi in cui la pendenza longitudinale dell'opera possa fare prevedere fenomeni di scorrimento.

Successivamente l'Impresa procederà alla rimozione, alla raccolta e al trasporto alla destinazione richiesta degli apparecchi di appoggio esistenti.

Prima della posa in opera dei dispositivi si provvederà alla ravvittura e rettifica dei baggioli e dell'intradosso delle travi in corrispondenza dei dispositivi.

La rettifica sarà effettuata mediante malta di resina epossidica per il conguaglio delle superfici di appoggio, nelle quantità necessarie per ottenere il parallelismo fra i piani di appoggio dei baggioli e l'intradosso delle travi, previa mano di attacco a base di resina pura.

Ad avvenuto completamento degli interventi sotto l'impalcato, si dovrà procedere al suo abbassamento adottando le stesse cautele della fase precedente.

## **11.5. GIUNTI DI DILATAZIONE**

---

I giunti di dilatazione sono elementi strutturali di collegamento fra impalcato o fra impalcato e spalla, con capacità di sostenere azioni sia verticali che orizzontali consentendo liberi movimenti senza apprezzabili resistenze e assicurando sicurezza al passaggio del traffico.

I giunti devono portare il carico veicolare e consentire gli spostamenti longitudinali e le rotazioni delle parti contrapposte senza opporre significativa resistenza. Eventuali spostamenti trasversali (ponti in curva, ponti obliqui, ponti su isolatori, etc.) dovranno essere esplicitamente tenuti in conto e dichiarati dal Progettista.

In corrispondenza dei giunti, devono essere impediti spostamenti verticali discontinui a livello del piano viabile, che possono pregiudicare la sicurezza del traffico e la durabilità del giunto stesso.

I giunti devono assolvere la funzione di proteggere adeguatamente il bordo della pavimentazione, garantire adeguate caratteristiche di regolarità di percorrenza e di aderenza e non costituire azzardo per qualsiasi categoria di utenza stradale.

I giunti non dovranno generare elevati livelli di rumorosità e di vibrazioni sotto traffico.

E' prevista la possibilità di utilizzo di giunti modulari a lamelle del tipo a binario.

L'impermeabilizzazione del giunto è di fondamentale importanza, tenendo conto che la perdita di impermeabilità è la causa più comune di deterioramento del giunto e di danni alle strutture sottostanti, con i costi diretti e indiretti che ne conseguono. Il giunto deve essere impermeabile a tutte le acque di superficie del piano viabile; se è previsto il passaggio di acqua attraverso il giunto, questa deve essere raccolta nel varco strutturale al di sotto di esso da opportuni dispositivi (scossaline, gronde, canalette, etc.), allontanata dalle strutture adiacenti e scaricata nel sistema di drenaggio dell'impalcato.

Dovrà anche essere previsto un sistema di raccolta delle acque di sottopavimentazione, che, se accumulate in prossimità del giunto, possono esercitare, sotto l'azione della pressione veicolare, sollecitazioni anomale sul giunto e sulle sue parti (sigillature). Il sistema dovrà essere collegato senza soluzione di continuità al sistema di impermeabilizzazione della soletta. Lo scarico delle acque di sottopavimentazione assume importanza critica in presenza di pavimentazioni drenanti fonoassorbenti.

I dispositivi previsti non devono interferire con le strutture principali dell'opera e devono consentire agevolmente le operazioni di ispezione e manutenzione.

L'Impresa sarà tenuta a fornire, insieme col progetto esecutivo dell'opera d'arte all'esame della Direzione Lavori, i dati tecnici occorrenti per determinare le caratteristiche del giunto.

I giunti dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero Infrastrutture in data 14 gennaio 2008.

Tali dati dovranno risultare tenendo conto del calcolo delle deformazioni previste per la struttura, delle deformazioni viscosi, del ritiro dei calcestruzzi, delle variazioni termiche, degli spostamenti sismici, ecc.

Laddove prevista l'installazione dei giunti (su opere nuove) dopo la stesa della pavimentazione, si seguiranno le seguenti fasi esecutive:

1. Taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore lungo le linee delimitanti la fascia da asportare.
2. Demolizione della pavimentazione e dell'eventuale strato di impermeabilizzazione.
3. Asportazione di eventuali strutture di giunto provvisorio.
4. Ravvivatura dell'estradosso soletta mediante fresatura, sabbiatura o bocciardatura.
5. Eventuale getto di malta e/o betoncino cementizi reoplastici, a ritiro compensato, fibrorinforzati, predosati, opportunamente armati, collegati alla testata, per portare in quota il piano di appoggio dell'apparecchio di giunto.
6. Posizionamento del giunto, da effettuare con appositi apparecchi di livellazione in funzione delle quote della pavimentazione adiacente. La differenza di quota tra il piano della pavimentazione ed il piano del giunto sarà compresa tra +5 mm e 0 mm.
7. Eventuale pre-regolazione, da eseguire a cura di tecnici qualificati e con specifiche attrezzature, secondo le caratteristiche del giunto, nonché della stagione e delle caratteristiche dell'opera.

8. Completamento del massetto di raccordo tra giunto e pavimentazione.

Il raccordo con la pavimentazione, salvo diverse prescrizioni progettuali, sarà di larghezza minima di 100 mm se eseguito con betoncino e di 50 mm se eseguito con altro prodotto specifico (asfalto colato, resina a basso modulo elastico, ecc.) con caratteristiche indicate dall'Impresa e accettate dalla Direzione Lavori.

Ogni giunto di dilatazione, o se sufficiente ogni tipologia, dovrà essere dotato di un manuale di manutenzione fornito dall'Impresa e controfirmato dal Fornitore, in cui sono indicati modalità, tempistica e frequenza degli interventi di manutenzione ordinaria da eseguirsi sul dispositivo.

In tale manuale dovranno essere riportate anche le procedure da attuare nel caso che si rendessero necessari interventi di manutenzione straordinaria.

Qualora la Direzione dei Lavori ritenga, a suo insindacabile giudizio, di consentire il traffico di cantiere o di esercizio, sugli impalcati prima del completamento dei giunti, l'Impresa dovrà provvedere alla sistemazione provvisoria degli stessi, con getti di malta bastarda, con piastre di protezione e quant'altro ordinato dalla Direzione Lavori.

Tutte le suddette predisposizioni dovranno essere verificate dalla Direzione dei Lavori, che avrà facoltà di prescrivere la rettifica e l'adattamento.

## **11.6. DISPOSITIVI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE DAGLI IMPALCATI DELLE OPERE D'ARTE**

---

Tali dispositivi verranno eseguiti dall'Impresa in conformità alle indicazioni di progetto esecutivo ed alle disposizioni della Direzione Lavori.

Detti dispositivi dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero Infrastrutture in data 14 gennaio 2008.

## **11.7. SOTTOVIA**

---

I sottovia da realizzare al di sotto del tracciato stradale in progetto dovranno essere realizzati in c.a. e come tali rispondere ai requisiti già esposti nella Sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato.

---

## **11.8. SPECIFICA DI CONTROLLO**

---

### **11.8.1. DISPOSIZIONI GENERALI**

La seguente specifica si applica ai vari tipi di ponti viadotti e sottovia ricadenti all'interno dell'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 è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

Le opere in oggetto sono costituite da:

- manufatti realizzati in conglomerato cementizio, posti in opera in particolari condizioni e con accorgimenti peculiari;
- opere finite accessorie (pali, pozzi di fondazione; etc.);
- manufatti realizzati in strutture metalliche particolare e/o specifici di questo tipo di realizzazioni.

Per i controlli di alcune classi di lavoro, si farà riferimento alle corrispondenti sezioni del presente Capitolato, per le lavorazioni, i materiali, le parti d'impianto, la posa in opera, non compresi nelle specifiche di cui sopra si farà riferimento ad integrazione delle citate specifiche, alle prescrizioni contenute nei successivi paragrafi.

---

## **11.9. SPALLE, PILE, IMPALCATI.**

---

Per quanto riguarda i controlli per la loro realizzazione, in opera e fuori opera si dovrà fare riferimento alla specifica "Calcestruzzi" del presente Capitolato.

---

## **11.10. IMPALCATI E OPERE ACCESSORIE E COMPLEMENTARI IN ACCIAIO**

---

Questa tipologia di opere comprende sia le strutture portanti che i bulloni e i chiodi necessari per l'accoppiamento delle varie parti.



## 11.11. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

---

Per le opere in oggetto si utilizzeranno tutti i materiali Indicati nelle specifiche di progetto, e nel Capitolato di Costruzione.

Questi materiali debbono soddisfare i requisiti richiesti nella "Norme tecniche per le costruzioni" D.M. 14/01/08, nonché quanto indicato nei corrispondenti punti della presente sezione.

L'Impresa deve quindi provvedere all'approvvigionamento dei suddetti materiali presso fornitori qualificati ed in grado di fornire glistessi in accordo alle norme e specifiche sopra citate.

I materiali forniti debbono essere corredati dalla apposita certificazione richiesta nelle norme citate, o da certificati di prove di laboratorio sui lotti di materiale fornito, in alternativa ai precedenti, come di seguito dettagliato.

## 11.12. CONTROLLI SUI MATERIALI

---

Il controllo della rispondenza dei materiali alle prescrizioni del contratto è demandato al fornitore.

All'atto della ricezione dei materiali in cantiere, si dovrà verificare che siano corredati di tutta la certificazione richiesta dal presente Capitolato e dalla normativa di legge.

I materiali debbono infatti pervenire dal fornitore accompagnati dalla loro certificazione di qualità in accordo alle prescrizioni del D.M. 14/01/08 ed alle norme UNI qui di seguito citate:

a) profilati, piatti, larghi piatti e lamiere: per questi materiali, destinati alla costruzione di pezzi saldati, ogni lotto di fornitura deve essere corredato da certificazione della composizione chimica e delle prove meccaniche richieste nel Capitolato e nelle norme:

UNI EN 10025-1:2005- per le caratteristiche meccaniche e di disossidazione;

UNI EN 10160:2001 per il controllo ultrasonoro.

b) materiali vari per elementi non saldati: lamiere strigliate; grigliati.

La certificazione accompagnatoria di ogni lotto deve essere conforme alla Norma UNI EN 10025-1:2005

c) bulloneria: ogni lotto deve essere accompagnato da certificazione in accordo alle norme:

UNI 3740-1 e UNI EN 10083, per le prove di controllo dimensionale, durezza (HRC), carico di rottura, snervamento;

UNI 3740-1 per la resilienza, che, calcolata in accordo alla suddetta norma dovrà essere superiore a 30 J a 20 °C.

Le prove non distruttive saranno eseguite su un campione pari al 5% del lotto sottoposto a collaudo.

Le prove distruttive saranno effettuate su un campione pari al 1 % del lotto.

La frequenza delle prove per i materiali in acciaio sarà la seguente:

prodotti qualificati secondo D.M. 14/01/08, 3 serie di prove ogni 60 t, provenienti da una stessa colata;

prodotti non qualificati: prove ultrasoniche lungo la superficie dei pezzi oltre alle prove meccaniche e chimiche in accordo alle norme, da eseguire in ragione di 3 serie per ogni 20 t, provenienti dalla stessa colata.

Per tutti gli altri materiali il numero di prove da seguire è quello fissato dalle norme citate.

La certificazione dei controlli sui materiali farà parte della documentazione da consegnare alla DL.

### **11.12.1. CONTROLLI IN COSTRUZIONE PER IMPALCATI**

#### **11.12.1.1 CONTROLLI PRELIMINARI ALL'INIZIO DELLE LAVORAZIONI**

L'Impresa deve, sulla base del progetto e delle prescrizioni tecniche sulla lavorazione ed il montaggio:

- redigere un piano di lavorazione sulla base del progetto esecutivo e del Capitolato di Costruzione,
- definire, per le travate a maglie triangolari, le modalità di assemblaggio del cassone;
- definire, per le stesse travate, le modalità di protezione del fondo del cassone.

Il tutto verrà inviato alla D.L. per approvazione, allegando la suddetta documentazione.

Dopo le suddette positive verifiche la D.L. darà il suo benestare all'inizio delle lavorazioni.

#### **11.12.1.2 CONTROLLI IN FASE DI COSTRUZIONE**

I controlli in fase di costruzione sono dei tipi seguenti:

##### **Controlli dimensionali e disposizione**

Questo tipo di controllo deve essere eseguito prima di ogni fase di lavoro che preveda lavorazioni o messa in opera di profilati, lamiera e ogni altro tipo di componente come specificato nei disegni di progetto.

##### **Controlli sulle saldature**

L'esecuzione delle saldature dovrà essere progettata, programmata ed effettuata in accordo alla seguente normativa:

- Norme tecniche del D.M. 14/01/2008;
- Legge 1086 del 5/11/1971.

Il piano di controllo delle saldature dovrà rispettare le specifiche del presente Capitolato e del progettista, e potrà seguire le seguenti indicazioni:

- piena per travi principali di altezza ridotta, le saldature di testa dovranno essere verificate al 100 %;
- longitudinali di testa nella lamiera di fondo del cassone;
- trasversali di testa nella lamiera di fondo del cassone e nelle relative nervature longitudinali, se realizzate in corrispondenza delle travi trasversali sottostanti;
- conci terminali di travi a parete piena a via inferiore, qualora sia prevista una riduzione di altezza delle stesse in prossimità degli appoggi;

### **Controllo sul serraggio dei bulloni**

Il controllo dei nodi imbullonati avverrà con le seguenti modalità:

- Si marcherà dado e vite del bullone serrato per identificare la loro posizione rispetto al coprigiunto;
- Si allenterà il dado con una rotazione di almeno 60°;
- Si rinserrerà il dado verificando che l'applicazione della coppia prescritta lo riporti nella posizione originaria.

Si verificherà con la procedura sopra descritta che la coppia di serraggio di almeno il 10 % dei bulloni del giunto sia corretta (con un minimo di quattro bulloni per unione bullonata), scegliendo i bulloni da verificare in modo da interessare in maniera regolare tutta l'estensione del giunto stesso.

Nel caso in cui anche un solo bullone del giunto fosse mal serrato, si dovrà procedere a ricontrollare tutti i bulloni.

Prima delle prove di carico si dovrà procedere, dopo preventiva comunicazione alla D.L., alla ripresa delle coppie di serraggio per tutti i bulloni della struttura.

### **Controlli sulle chiodature**

Si effettueranno i controlli prescritti dalla normativa vigente, con la stessa frequenza e modalità indicate per il serraggio dei bulloni.

#### Controllo delle frecce d'inflessione e corretta posa in opera dei manufatti.

Alcuni tipi di travatura potranno essere costruite con contrefrecce di montaggio.

Le frecce in oggetto dovranno essere controllate per ogni trave posta in opera e registrate su apposito registro.

#### Controllo sui rivestimenti e verniciature

Il controllore dovrà verificare visivamente lo stato generale delle verniciature e prendere di conseguenza le opportune azioni per il ripristino delle stesse.

### **11.12.1.3 CONTROLLI IN FASE DI ASSEMBLAGGIO E POSA IN OPERA**

#### **IMPALCATI IN C.A.P.**

L'Impresa deve preparare il "Piano di sollevamento/varo" dell'impalcato, con l'elencazione delle caratteristiche e tipologia delle attrezzature da impiegare.

Questo Piano operativo sarà presentato alla D.L. per approvazione.

Dopo l'approvazione e prima della fase di montaggio dell'impalcato, l'Impresa dovrà dare comunicazione alla D.L. della data di inizio dei lavori.

## PILE PER VIADOTTI

Per quanto riguarda i controlli per la loro realizzazione, in opera e fuori opera si dovrà fare riferimento alla specifica "Calcestruzzi" del presente Capitolato.

## **11.13. APPARECCHI DI APPOGGIO**

---

Premesso che gli apparecchi di appoggio ed i coprigiunti dovranno essere del tipo omologato ed approvato dalla committente, la presente procedura di controllo fa' riferimento alla documentazione di tipo contrattuale nonché a tutta la documentazione di progetto quale disegni, specifiche tecniche ecc.

### **11.13.1. CONTROLLI SULLE FORNITURE E SUI MATERIALI**

#### 11.13.1.1 CONTROLLI DEGLI APPARECCHI D'APPOGGIO

Di controllare, in sede di posa in opera, che ogni apparecchio fornito sia dotato della documentazione di verifica e controllo del produttore.

#### 11.13.1.2 CONTROLLI DELLA POSA IN OPERA DEGLI APPARECCHI D'APPOGGIO

La posa in opera avverrà secondo le indicazioni riportate al punto 4.6 della presente Sezione.

Le verifiche di posa in opera, saranno effettuate dall'Impresa, in contraddittorio con la DL, per ogni lotto di appoggi relativi ad una singola opera d'arte.

I controlli riguarderanno, oltre a quanto riportato nel predetto punto:

- verifica dell'esistenza del disegno di posa in opera;
- verifica del posizionamento dell'apparecchio, in conformità al disegno di posa;
- planarità delle superfici di appoggio, in modo che i piani di scorrimento degli appoggi siano orizzontali;
- parallelismo dei piani di scorrimento, nel caso in cui sullo stesso asse di appoggio vi siano più apparecchi mobili;
- verifica della pre-regolazione della corsa.

## **12. SEZ. 12 “IMPERMEABILIZZAZIONE DI MANUFATTI IN CLS”**

### **12.1. GENERALITA'**

Ove i disegni di progetto lo prevedano si provvederà alla impermeabilizzazione dell'estradosso di manufatti in conglomerato cementizio, interrati e non, quali le volte delle gallerie artificiali, ponti e viadotti, sottovia ecc.

Tale impermeabilizzazione verrà effettuata mediante:

- membrane elastiche continue in materiale sintetico;
- guaine bituminose;
- membrane elastiche;
- cappa di mastice di asfalto sintetico;
- guaine bituminose preformate ed armate;
- bitume modificato con elastomeri ed armato;
- vernici bicomponenti in catrame e resine epossidiche.

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 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.

Tutti i materiali per impermeabilizzazioni dovranno rispondere ai requisiti prescritti dalle rispettive Norme di accettazione.

Strutture sovrastanti strati impermeabili dovranno essere eseguite dopo il perfetto consolidamento degli strati stessi.

L'esecuzione delle impermeabilizzazioni di qualsiasi genere dovrà essere eseguita con la massima accuratezza, specialmente in prossimità di fori, passaggi, canne, ecc.; il convogliamento di acque meteoriche ai pluviali sarà assicurato mediante idonei pezzi speciali fissati a livello della soletta in calcestruzzo mediante l'impiego di stucchi epossidici al manto impermeabile e muniti di griglia parafoglie. L'impermeabilizzazione dovrà interessare anche le zone dei bocchettoni di scarico delle acque superficiali, ricoprendoli nell'area dei risvolti.

Eventuali perdite che si manifestassero, sino a collaudo eseguito, dovranno essere sanate ed eliminate dal Contraente Generale, a suo totale carico, compreso ogni lavoro di ripristino delle eventuali sovrastrutture.

Particolare cura dovrà essere posta nella preparazione delle superfici da impermeabilizzare; dovranno avere adeguate pendenze per un regolare sgrondo delle acque e presentarsi asciutte, sane, regolari, perfettamente pulite, esenti da olii, grassi, polveri e prive di residui di boiaccia o di malta cementizia per assicurare una buona adesione del manto impermeabilizzante. La pulizia sarà ottenuta mediante lavaggio con getti d'acqua in pressione per l'adeguato asporto delle parti incoerenti seguito da una energica soffiatura con aria compressa.

La posa in opera di tutte le impermeabilizzazioni dovrà essere preceduta dalla preparazione della superficie, affinché il supporto sia libero da detriti ed altre irregolarità che possano arrecare danni per punzonamento al manto impermeabile, e comprenderà:

- eliminazione di eventuali asperità, dislivelli, grumi ed imperfezioni in genere mediante bocciardatura, spinta anche a fondo;
- stuccatura di eventuali lesioni o vespai;
- pulizia mediante lavaggio con acqua in pressione.

Per la posa della guaina in corrispondenza degli spigoli dei manufatti dovranno essere realizzate opportune "sgusce" in modo da raccordare le superfici ed evitare possibili fenomeni di punzonamento e lesioni.

## **12.2. MANTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE REALIZZATO CON MEMBRANA ELASTICA CONTINUA IN MATERIALE SINTETICO EPOSSIPOLIURETANICO SPRUZZATA IN OPERA**

La superficie in calcestruzzo da trattare dovrà risultare priva di prodotti disarmanti, come residui di boiaccia, di eventuali residui di impermeabilizzazione preesistente ed altro. A questo fine la superficie dovrà essere

sabbiata e/o bocciardata, come pure quando siano stati eseguiti precedenti interventi di ripristino con l'impiego di betoncini o calcestruzzi reoplastici a ritiro compensato. A questi interventi preparatori dovrà seguire una accurata pulizia delle superfici interessate anche mediante idro lavaggi (preferibilmente in periodi caldi o asciutti) e conseguente energica soffiatura con aria compressa.

#### **12.2.1. PRIMER DI ADESIONE**

Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliaminoalifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.

#### **12.2.2. MEMBRANA IMPERMEABILIZZANTE SINTETICA ELASTICA CONTINUA SPRUZZATA IN OPERA**

La membrana impermeabilizzante elastica continua dovrà essere costituita da un copolimero epossipoliuretano con presenza attiva di un terzo polimero elastomerico. Il prodotto deve polimerizzare entro le 24 h dal termine della stesa alle condizioni di temperatura  $T \geq 278$  K.

Il materiale applicato dovrà, a polimerizzazione avvenuta, avere le seguenti caratteristiche chimicofisiche:

- Densità relativa (riferita al prodotto A + B polimerizzato):  $1,15 \pm 0,05$  kg/dm<sup>2</sup> (UNI 89-1970).
- Durezza superficiale:  $90 \pm 5$  Shore "A" (UNI EN ISO 868:2005).
- Resistenza a sollecitazione per trazione: minimo 6 Mpa (UNI EN 12311-1:2002)
- Allungamento percentuale a trazione: minimo 80% (UNI EN 12311-1:2002)
- Elasticità: massimo 15% (verificata come deformazione residua a trazione) (UNI EN 12311-1:2002)
- Resistenza alle basse temperature: integrità per avvolgimento su mandrino cilindrico fino a  $T = 253$  K (UNI EN 1109:2002)

Adesione al supporto cementizio: m.mmo 3 Mpa e per valori inferiori purché risulti una rottura coesiva del supporto (riferito alla superficie di prova) almeno pari al 60% della superficie (ASTM 2197-68).

#### **12.2.3. MANO D'ATTACCO PER IL COLLEGAMENTO DELLA MEMBRANA CON LA PAVIMENTAZIONE**

La mano d'attacco tra membrana e pavimentazione dovrà essere costituita da un bitume modificato con polimeri SBS-R da spruzzare a caldo ( $T \geq 180$  °C) in ragione di circa 0,8 kg/m<sup>2</sup>.

#### **12.2.4. MODALITA' DI APPLICAZIONE**

Si provvederà al fine di garantire una perfetta adesione tra membrana e supporto alla stesa del "primer" applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura, in quantità comprese tra 0,20 e 0,25 kg/m<sup>2</sup>.

Tale stesa si dovrà estendere a tutta la superficie interna dei cordoli ed anche sulla superficie orizzontale degli stessi, qualora essi non siano già stati protetti con guaine bituminose per effettuare il montaggio dei parapetti New Jersey prima dell'impermeabilizzazione dell'impalcato.

Sulla superficie così pretrattata si dovrà procedere all'applicazione della membrana epossipoliuretana elastomerica mediante idonee apparecchiature automontate ed automatiche che garantiscano, oltre che potenzialità di lavoro adeguata, il controllo dei quantitativi di stesa.

La realizzazione della membrana dovrà essere fatta mediante l'applicazione di un quantitativo di prodotto medio di  $2,9 + 3,1 \text{ kg/m}^2$  (spessore secco 2,5 mm) tale da garantire una elevata protezione all'azione delle acque meteoriche e degli agenti aggressivi in soluzione (sali fondenti antigelo). La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

La posa in opera dell'intero ciclo impermeabilizzante non verrà effettuata quando, le condizioni meteorologiche saranno tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a  $5^\circ\text{C}$ .

Non prima di 12 h dal termine della stesa della membrana impermeabile, nel caso di temperature  $\geq 5^\circ\text{C}$ , dovrà seguire l'accurata ed uniforme applicazione della mano di attacco e di collegamento alla pavimentazione nella quantità di  $0,8 \text{ kg/m}^2$ .

Detto materiale dovrà essere spruzzato anche sulla parte verticale interna dei cordoli che sarà coperta dalla pavimentazione.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato) e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 Mpa in permeometro, a 333 K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

### **12.3. GUAINA BITUMINOSE**

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

- pulizia delle superfici: sarà sufficiente una buona pulizia con aria compressa e l'esportazione delle asperità più grosse eventualmente presenti, sigillature e riprese dei calcestruzzi non saranno necessarie; le superfici dovranno essere asciutte;
- Il primer di adesione alle superfici in conglomerato cementizio sarà costituito da soluzioni in opportuni solventi selettivi di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P.A. 358-363 K).

Il primer dovrà essere steso mediante spazzoloni e potrà essere dato anche a spruzzo, su superfici asciutte, prive di residui di lavorazione, oli grassi e polveri, o rese tali. La quantità del primer messo in opera sarà compresa tra  $350-500 \text{ g/m}^2$ .

La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.



- tipo di guaina: sarà preformata, di spessore complessivo pari a 4 mm, l'armatura dovrà avere peso non inferiore a 250 g/m<sup>2</sup> e resistenza non inferiore a 1000-1200 N/5cm, ed una flessibilità a freddo a -10 °C, i giunti tra le guaine dovranno avere sovrapposizioni di almeno 5 cm e dovranno essere accuratamente sigillati con la fiamma e spatola meccanica;
- resistenza a punzonamento della guaina o dell'armatura (modalità A<sub>1</sub> o G<sub>2</sub>): non inferiore a 10 Kg;
- resistenza a trazione (modalità G<sub>2</sub>L e G<sub>2</sub>T): 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.

### **12.3.1. PROVE DI ACCETTAZIONE**

Le prove da eseguire sulle guaine impermeabili riguarderanno sia il prodotto in fornitura che il prodotto applicato. Le prove sul prodotto in fornitura consistiranno in una serie di prove di caratterizzazione del prodotto stesso, mentre le prove sul prodotto applicato consistiranno in una prova di adesione al supporto, preventivamente trattato con primer.

### **12.3.2. PROVE TECNOLOGICHE DI CARATTERIZZAZIONE**

Le prove di caratterizzazione da effettuare e le relative norme di riferimento saranno le seguenti:

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| - resistenza a trazione longitudinale e trasversale | UNI EN 12311-1:2002/12311-2:2010    |
| - allungamento a rottura                            | UNI EN 12311-1:2002/12311-2:2010    |
| - stabilità di forma a caldo                        | UNI EN 1110:2011                    |
| - flessibilità a freddo                             | UNI EN 1109:2002, UNI EN 495-5:2002 |
| - impermeabilità all'acqua                          | UNI EN 1928:2002                    |
| - massa aerica                                      | UNI EN 1849-1:2002/1849-2:2010      |
| - stabilità dimensionale a caldo                    | UNI EN 1107-1:2002/1107-2:2002      |
| - lunghezza   | UNI EN 1848-1:2002/1848-2:2002      |
| - larghezza   | UNI EN 1848-1:2002/1848-2:2002      |
| - spessore  | UNI EN 1849-1:2002/1849-2:2010      |
| - resistenza alla lacerazione                       | UNI EN 12310-2:2002                 |
| - resistenza al punzonamento statico                | UNI EN 12730:2002                   |
| - temperatura di rammollimento                      | ASTM D36                            |

Le prove verranno eseguite sotto il controllo della DL che provvederà, a sua discrezione, ai prelievi in corso d'opera dei campioni da inviare in laboratorio.

### **12.3.3. PROVE FUNZIONALI**

Le prove funzionali da eseguire consisteranno in prove di strappo delle guaine bituminose già poste in opera.

Dette prove dovranno essere condotte in presenza del personale della D.L. e consisteranno nell'incollaggio sulle guaine bituminose di alcuni piastrini metallici circolari, di diametro 100/150mm e nel tiro di detti piastrini con apposita apparecchiatura in grado di fornire la tensione di tiro.

Il numero di piastrini da applicare è il seguente:

- 4 piastrini ogni 5000 metri quadri di guaina posta in opera e comunque uno ogni wbs

Le prove dovranno svilupparsi conducendo le seguenti operazioni:

- Sabbiatura dei piastrini a metallo bianco;
- Incollaggio dei piastrini sulle guaine con apposito collante in grado di sopportare le tensioni di tiro richieste;
- Taglio delle guaine intorno alla circonferenza dei piastrini dopo la completa essiccazione del collante;
- Tiro dei piastrini con azione perpendicolare alla superficie incollata.

Il valore medio della tensione ricavata per ogni opera dovrà essere superiore a 0.1 MPa, con valori minimi su ogni singolo provino non inferiori a 0.08 MPa.

Qualora il distacco dei piastrini dovesse avvenire per cedimento del collante, la prova dovrà essere ripetuta a meno che il valore, al momento del cedimento, sia superiore a 0.08 MPa.

Al termine della prova le zone dove è avvenuto il distacco della guaina incollata ai piastrini dovranno essere opportunamente ripristinate.

### **12.4. MEMBRANE ELASTICHE**

---

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

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

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

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

Steso l'adesivo si srotoleranno le membrane esercitandosi 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 minimo  $1 \text{ Kg/m}^2$  ;
- resistenza alla trazione (ASTM - D 412) a temperatura ambiente,  $70 \text{ Kg/cm}^2$  ;

Per proteggere la guaina in PVC, questa viene interposta tra 2 strati protettivi in tessuto non tessuto, formando un'impermeabilizzazione posizionata all'estradosso della struttura.

Le caratteristiche del TNT dovranno essere le seguenti:

**Tabella 1**

- tessuto non tessuto a fibra lunga ( $\geq 60 \text{ mm}$ ) di polipropilene puro coesionato per agugliatura olegamento doppio
- massa volumica unitaria  $\geq 300 \text{ g/m}^2$  (UNI EN ISO 9864)
- spessore: a 2 kPa  $\geq 2,6 \text{ mm}$  (UNI EN ISO 9863-1)
- a 200 kPa  $\geq 0,9 \text{ mm}$  (UNI EN ISO 9863-1)
- resistenza a trazione media  $\geq 20 \text{ KN/m}$  (UNI EN ISO 10319)
- allungamento percentuale medio alla rottura  $\geq 60\%$  (UNI EN ISO 10319)
- resistenza alla lacerazione  $\geq 0,5 \text{ kN/m}$  (UNI 8279/9)
- resistenza al punzonamento statico  $\geq 3,5 \text{ KN}$  (UNI EN ISO 12236)
- permeabilità normale al piano ( $h=50 \text{ mm}$ )  $\geq 70 \text{ l/(m}^2\text{sec)}$  (UNI EN ISO 11058)

#### **12.4.1. PROVE DI ACCETTAZIONE**

Le guaine impermeabili ed il TNT dovranno essere qualificati verificando la corrispondenza delle caratteristiche con quelle riportate al paragrafo precedente. In corso d'opera verranno riverificate le medesime caratteristiche di guaine e TNT con frequenza minima di esecuzione delle prove a discrezione DL.

#### **12.4.2. PROVE TECNOLOGICHE DI CARATTERIZZAZIONE**

Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sui campioni inviati in laboratorio o sui materiali in cantiere.

Qualora anche una sola delle prove dia esito negativo la guaina sarà rifiutata e la partita dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Le prove elencate necessarie alla qualificazione delle guaine, potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali effettivamente messi in opera. Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sul campione inviato o ricostituito in laboratorio, o sui materiali in cantiere.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI EN 13416-

Dalle prove dovranno risultare soddisfatte le caratteristiche prestazionali riportate nei punti precedenti.

Qualora anche da una sola delle prove risultassero requisiti inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'Impresa dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.

Nel caso di materiali già posti in opera, l'Impresa dovrà sospendere la lavorazione e procedere a sua cura e spese, alla loro rimozione ed alla sostituzione con materiali idonei.

#### **12.4.3. PROVE FUNZIONALI**

La guaina dovrà presentarsi ben distesa, senza pieghe e parti in tensione.

La tenuta dei giunti dovrà essere verificata con aria alla pressione di 2,0 bar: l'eventuale perdita di pressione dopo 15÷20 min non dovrà superare 0,2 bar (10%).

Le prove di tenuta dei giunti dovranno essere effettuate in ragione di almeno una prova ogni dieci giunti o frazione di dieci e ciascuna prova dovrà essere verbalizzata.

Nel caso che qualche prova dia esito negativo, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al rifacimento delle saldature difettose, eventualmente anche con sostituzione delle guaine compromesse, mentre la Direzione Lavori potrà ordinare che vengano sottoposti a prove tutti i giunti senza che per questo l'Impresa stessa possa reclamare alcun compenso.

## 12.5. CAPPA DI MASTICE DI ASFALTO SINTETICO

### 12.5.1. MATERIALI

L'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte verrà realizzata mediante applicazione per colata di cappa di mastice di asfalto sintetico di spessore finito non inferiore a 10 mm.

Il mastice d'asfalto dovrà avere la seguente composizione:

#### **Legante:**

dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40/50 e Trinidad Epureè o tipo similare, in rapporto di 5 a 2 in peso.

In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali (quali il Selenitza) o gomme termoplastiche, del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione.

Il legante sarà dosato in ragione del 15% - 19% in peso sulla miscela degli aggregati (corrispondenti al 13% - 16% in peso sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel filler asfaltico.

Il bitume 40/50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra  $-0,1 < IP < +0,1$  calcolato secondo la formula:

$$IP = \frac{20u - 500v}{u + 50v}$$

in cui:

$v = \log 800 - \log$  penetrazione a 298 K;

$u =$  temperatura di P. e A. in K detratti 298 K;

#### **Filler:**

dovrà essere passante totalmente al setaccio 0,18 UNI (ASTM n 80) e per il 90% al setaccio UNI 0,075 (ASTM n 200 granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30-35% in peso sulla miscela degli aggregati.

Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela di bitume 40/50 e filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, dovrà avere un punto di rammollimento P. e A. di almeno 15 K superiore a quello del bitume puro;

#### **Sabbia:**

dovrà essere totalmente passante al setaccio 2,5 UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da 0,075 a 2,5 mm (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0,075 UNI) , contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela degli aggregati;

#### **Miscela finale:**

la parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (V) compresa tra il 18 ed il 23%.

Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre una eccedenza compresa tra il 5% ed il 7% ( $V_b - V = 5 - 7$  in cui  $V_b$ , è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale).

Il mastice completo, confezionato nel rispetto delle Norme sopra esposte, dovrà avere nelle prove di laboratorio un punto di rammollimento alla prova WILHELMI (Norma DIN 1966) compreso tra 373 e 388 K.

Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa dovrà presentare valori compresi tra 373 e 403 K.

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del rapporto finito e dei materiali componenti compresi i primer di attacco, in modo che su di essi possano essere effettuate preventivamente tutte le prove previste nelle presenti Norme.

Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo e uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10 mm.

Dovrà avere una resistenza meccanica tale che, se sottoposta al transito temporaneo degli automezzi gommati di cantiere, non si verifichino schiacciamenti, fessurazioni o abrasioni sul manto.

### **12.5.2. MODALITA' DI APPLICAZIONE**

Le superfici di conglomerato cementizio da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane e asciutte, esenti da oli, grassi e polvere, prive di residui di boiaccia (o di malta cementizia): prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere pertanto ad una accurata pulizia dell'impalcato, mediante spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.

Eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici.

Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito, da emulsione bituminosa al 50-55% o da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P.e A. 358-363 K), in opportuni solventi selettivi additivati di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Le quantità da stendere saranno di 0,5-0,7 Kg/m<sup>2</sup> nel primo caso e di 0,35-0,50 Kg/m<sup>2</sup> nel secondo.

Sul primer verrà posto in opera, dopo evaporizzazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto sintetico, mediante colamento del materiale a temperatura di 473 K ( $\pm 10$  K); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con frattazzi di legno.

Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrici particolarmente studiate ed attrezzate, sottoposte a preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La posa in opera del mastice non verrà effettuata quando le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 275 K.

Il mastice asfaltico dovrà essere steso, per quanto possibile, in uno strato regolare e di spessore costante.

Sulla parete interna dei cordoli dovrà essere applicata a caldo, previa mano di primer di ancoraggio, una guaina bituminosa preformata dello spessore di 4-5 mm, avente i requisiti di cui al paragrafo dedicato alle guaine bituminose preformate armate, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso non inferiore a 250 g/m<sup>2</sup>

La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla cappa di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo. In corrispondenza al punto d'incontro soletta-coronamento sarà curata la sede di appoggio della guaina come da dettagli indicati nel punto successivo.

In alternativa al sistema con le guaine potrà essere usato un cordone preformato in mastice bituminoso del tipo TOK-BAND a sezione rettangolare, da far aderire con fiamma in corrispondenza al punto d'incontro soletta-coronamento e che si sciogla con il calore stesso dell'impermeabilizzazione.

I bocchettoni in corrispondenza dei fori di scarico per i pluviali dovranno essere fissati a livello della soletta in conglomerato cementizio con degli stucchi epossidici ed il mastice di asfalto dovrà giungere fino al bordo del foro, coprendo così i risvolti del bocchettone stesso.

Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei conglomerati cementizi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso.

In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato bituminoso, a contatto del manto impermeabile, all'atto della stesa, sia almeno di 413K in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.

### **12.5.3. MODALITA' DI PREPARAZIONE DEL MASTICE DI ASFALTO SINTETICO**

La confezione del mastice di asfalto colato verrà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla Direzione Lavori, di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire.

Tassativamente si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie deve essere fatto a peso.

Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere eseguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione:

#### **Procedura I:**

- a) premiscelazione degli aggregati, compreso il filler, a temperatura di 483-503 K;
- b) aggiunta del bitume nella corretta percentuale, anche esso preventivamente portato alla temperatura di 423-433 K;
- c) mescolazione dell'impasto per almeno 5 min;

- d) scarico dell'impasto in una apposita caldaia (cooker) coibentata, munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore;
- e) mescolazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30 min, alla temperatura di 473-483 K onde ottenere l'intima miscela del bitume col filler.

**Procedura 2:**

- a) introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso, e mescolazione alla temperatura di 473 K per almeno 30 min, fino ad ottenere l'intima miscelazione del bitume col filler;
- b) aggiunta delle sabbie preventivamente asciugate e riscaldate e mescolamento a temperatura di 473-483 K, fino ad ottenere un impasto perfettamente omogeneo ed uniforme.

La procedura da adottare sarà scelta subordinatamente alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori, in ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiature di riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.

Qualora la confezione non venga fatta sul luogo della messa in opera, il trasporto del mastice verrà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anch'esse di agitatore meccanico e apposito impianto di riscaldamento.

## **12.6. MANTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE CONTINUO REALIZZATO IN OPERA CON BITUME MODIFICATO CON ELASTOMERI ED ARMATO CON TESSUTO NON TESSUTO**

---

### **12.6.1. MATERIALI**

Il manto impermeabile continuo sarà costituito dai seguenti materiali:

-Primer, dovrà essere impiegato bitume con modifica tipo "soft" spruzzato a caldo a temperature non inferiori a 453K ( $\pm 10$  K), le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso).

-Legante, sarà costituito da doppio strato di bitume modificato con polimeri di tipo C, le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso). Il primo strato sarà sottoposto all'armatura e dovrà avere spessore non inferiore a 2,00mm in alcun punto. Il secondo strato sarà sovrapposto all'armatura e dovrà avere spessore non inferiore a 1,00mm in alcun punto.

-Armatura, sarà costituita da tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene coesionato mediante agugliatura meccanica, calandrato e stabilizzato ai raggi uv. Non è ammesso in nessun caso tessuto non tessuto realizzato da cascami o da fiocco.

Le caratteristiche del geotessile dovranno essere:



- Peso del tessuto non tessuto;  $\geq 200 \text{ g/m}^2$ ;
- Resistenza alla rottura per trazione e allungamento a rottura, a 293 K non inferiore a 400 N (ASTM-D 1682);
- Perfetta adesione ed impregnabilità con le masse bituminose descritte in precedenza.
- I sormonti dell'armatura saranno non inferiori a 15,00cm.

### **12.6.2. MODALITA' ESECUTIVE**

Si provvederà al fine di garantire una perfetta adesione tra manto impermeabile e supporto, alla stesadel primer applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura.

Sulla superficie così pretrattata verrà realizzato il manto impermeabile costituito da una armatura ditessuto non tessuto applicato sulla mano di legante steso in precedenza, nella quantità minima di  $1,0 \div 1,5 \text{ kg/m}^2$ , curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) dicostruzione.

Successivamente, dopo la stesa del tessuto non tessuto, verrà applicata una seconda mano dilegante. La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere(escluso quello cingolato) e dovrà risultare impermeabile dopo la stesa e la compattazione su di essodei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 MPa in permeometro, a 333 K, per 5 h, anchenelle eventuali zone di giunto.

## **12.7. VERNICI BICOMPONENTI IN CATRAME E RESINE EPOSSIDICHE**

Sistema protettivo a base di vernici reattive bicomponenti a base di una combinazione di catrame,carbon fossile, resine epossidiche e sostanze minerali di impalcati in acciaio a piastra ortotropa.

### **12.7.1. PIANIFICAZIONE**

Prima di iniziare i lavori sul campo, l'Impresa è tenuta a redigere una serie di documentiche costituiranno il supporto tecnico per l'esecuzione del lavoro.

Tali documenti avranno i seguenti contenuti:

#### **MATERIALI**

Verrà prodotta una lista dei materiali da impiegare per l'esecuzione delle varie lavorazioni. Tale listasarà integrata dalle relative schede tecniche per materiali da acquistare confezionati e sottoposti adapprovazione da parte del direttore dei lavori.

### ATTREZZATURE

Verrà prodotta una lista delle attrezzature che l'Impresa intenderà introdurre ed utilizzare nel cantiere per la realizzazione del lavoro per ogni sua fase, ne verranno indicate le marche, la condizione, ed i tempi di reperibilità dei pezzi di ricambio.

### ORGANIZZAZIONE

Verrà presentato un dettagliato modus operandi per l'esecuzione del lavoro nelle sue varie fasi, conferimento alla composizione delle squadre, alla produttività delle macchine, alle condizioni di lavoro in relazione alle caratteristiche climatiche ed ambientali, ed ai tempi di produzione, trasporto, lavorazione o messa in opera dei materiali.

### CONTROLLO QUALITÀ

Verrà instaurato un sistema di controllo qualità che fornirà elementi in merito a:

Procedure di qualificazione materiali.

Procedure operative

Procedure d'ispezione

Procedure di rintracciabilità

Al termine di tutti questi adempimenti verrà redatto un programma lavori che tenga presente le condizioni di installazione e funzionalità del cantiere, modus operandi, rate di produzione, avanzamenti.

### **12.7.2. ELEMENTI PROTETTIVI DALLA CORROSIONE DELL'IMPALCATO**

Sistema protettivo a base di vernici reattive bicomponenti a base di una combinazione di catrame, carbon fossile, resine epossidiche e sostanze minerali di impalcati in acciaio a piastra ortotropa previa preparazione della superficie dell'impalcato.

Il sistema protettivo deve garantire:

Impermeabilità all'acqua sotto tutte le condizioni, tanto per la piastra, quanto per tutti i suoi angoli, i suoi bordi, gli elementi che lo delimitano ed i particolari che lo compongono.

Stabilità meccanica sotto lo sforzo dei carichi del traffico sia per azioni di compressione, che taglianti, tanto in curva che in condizioni di arresto o di accelerazione dei veicoli.

Resistenza alla formazione di fessure o di stratificazioni e distacchi in generale dovuti tanto all'azione del traffico quanto al movimento degli strati sottostanti o dal supporto.

Mantenimento delle proprietà di impermeabilità e meccaniche in condizioni di carico di esercizio del traffico, delle azioni degli agenti atmosferici, di agenti chimici ed in particolare delle sostanze anticongelanti ed altri fattori deleteri in generale.

Compatibilità tra i vari costituenti e con i materiali con i quali gli elementi dell'impermeabilizzazione della pavimentazione vengono a contatto.

Resistenza a carichi teorici o meccanici di ogni strato durante l'applicazione dello strato successivo.

Le specifiche che seguono vanno dunque considerate come requisiti minimi da soddisfare, mal'accettazione finale contrattuale del lavoro dipenderà dall'aver conseguito o meno i requisiti sopramenzionati.

### **12.7.3. MATERIALI**

#### **GRANIGLIA METALLICA**

Verrà impiegata per la granigliatura della superficie. Sarà di tipo spigoloso la granulometria verrà stabilita mediante prove sul campo in maniera tale da conseguire il profilo di rugosità prescritto per l'applicazione dei primers.

#### **ABRASIVO MINERALE**

Verrà impiegato per le eventuali operazioni di sabbiatura di quei particolari non eseguibili con granigliatrici meccaniche, avrà granulometria da stabilire mediante prove sul campo in maniera tale da conseguire il profilo di rugosità prescritto per l'applicazione dei primers. Sarà del tipo consentito dalle vigenti normative ed indicazioni tecniche di sicurezza contro il rischio da silicosi.

#### **IMPERMEABILIZZANTE**

Vernice epossidica in solvente per protezione anticorrosiva di superfici in acciaio resistente all'acqua dolce e salata, agli acidi ed alcali diluiti, ai sali neutri, agli oli minerali e combustibili, agli oli grassi, ai detersivi ecc. e resistente alle seguenti temperature: fino a 100° di calore secco e fino a 60° di calore umido (anche acqua calda).

### **12.7.4. ESECUZIONE DEL LAVORO**

#### **a) PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE**

La tecnica da prediligere è la granigliatura mediante macchine granigliatrici a turbina con aspirazione e filtraggio automatico delle polveri.

Il grado di sabbiatura dovrà essere Sa 2,5 secondo ISO 8501 e DIN 55928 sul 100% della superficie. Aree minori (meno di 100 cm<sup>2</sup>) potranno essere accettate solamente se ammontano complessivamente a meno del 5% della superficie totale lavorata per ogni rata di produzione.

Particolare attenzione verrà dedicata alla granigliatura dei cordoni di saldatura tra le lamiere.

La sabbiatura mediante sabbiatrici ad aria compressa deve avvenire su aree contenute.

La superficie trattata deve presentarsi rugosa.

Prima della granigliatura si dovrà procedere alle operazioni di pulizia e sgrassaggio della superficie.

Le condizioni ambientali saranno tali da mantenere la temperatura del supporto superiore a 0° C e comunque conforme al criterio del dew-point con scarto di 3° C. L'umidità relativa non potrà superare l'80% altrimenti le operazioni di granigliatura non potranno avere inizio. In presenza di condizioni ambientali avverse sarà possibile il ricorso a strutture di riparo mobili, (capannoni mobili), che permettano di ricostituire i parametri ambientali ideali alla esecuzione dei lavori. Il ricorso a tali strutture di riparo non costituirà onere aggiuntivo per la committenza. I tempi di mantenimento del supporto sabbiato saranno dettati dalle schede tecniche del produttore. Particolari procedure verranno sviluppate dall'Impresa in merito all'accettazione della superficie ed a una risabbiatura di superfici già sabbiate.

#### b) APPLICAZIONE DI IMPERMEABILIZZANTE

L'impermeabilizzante deve essere applicato a spruzzo airless praticabile con spruzzatori con una pressione di 150 bar, ugelli con foro di 0.66 mm, angolo di spruzzo di 80°. Si applicheranno due mani di vernice secondo le prescrizioni della casa fornitrice per quanto riguarda preparazione del prodotto, miscelazione dei componenti, temperature e tempi di applicazione, tempo di attesa tra le mani.

Particolari procedure verranno redatte per stabilire le modalità delle riparazioni e della accettazione della superficie.

L'impermeabilizzante steso non deve venire danneggiato dal traffico o da qualsiasi fattore prima di essere ricoperto da sabbia e dallo strato di pavimentazione bituminosa particolare attenzione dovrà essere rivolta ad evitare perdite di olio o di qualsiasi altro possibile solvente del bitume.

## **12.8. SPECIFICHE DI CONTROLLO**

---

Prima di procedere alle operazioni di posa in opera delle impermeabilizzazioni, l'Impresa dovrà presentare alla D.L. la documentazione relativa alle certificazioni delle prove di prequalifica, in accordo a quanto indicato nel presente articolo.

La documentazione dovrà essere trasmessa alla D.L. prima della messa in opera dell'impermeabilizzazione.

## **12.9. PROVE DI ACCETTAZIONE**

---

Tali prove saranno effettuate in sede di prequalifica, e durante la posa in opera per ogni 5000 m<sup>2</sup> di manto realizzato. Tali prove potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvigionati in cantiere.

## 12.10. CONTROLLI SULLA POSA IN OPERA

---

Durante le fasi di posa in opera, che avverrà secondo le indicazioni riportate nel presente articolo, dovranno essere effettuati i controlli indicati nei precedenti paragrafi, nonché dei controlli di seguito riportati.

### **A) Manti realizzati in opera**

- verifica delle condizioni ambientali;
- verifica della pulizia delle superfici di applicazione;
- verifica della omogeneità di distribuzione del mastice;
- verifica delle certificazioni, di cui al corrispondente punto per i materiali impiegati;
- verifica degli spessori;
- verifica della miscela alla composizione prevista.

### **B) Manti in guaine preformate**

- verifica delle condizioni ambientali;
- verifica della pulizia e regolarizzazione delle superfici delle superfici di applicazione;
- verifica della omogeneità di distribuzione del primer;
- verifica delle certificazioni, di cui al corrispondente punto per i materiali impiegati;
- verifica degli spessori.

Le piastrine saranno incollate, per la verifica della corretta adesione della guaina al cls, in punti scelti dalla DL ubicati su un reticolo cartesiano di lato non inferiore a 200cm. L'adesione delle piastrine al manto sarà ottenuta a mezzo di resine epossidiche, previa accurata pulizia del manto e sabbiatura della piastrina. Il manto sarà tagliato lungo la circonferenza delle piastrine dopo la presa del collante e prima dell'esecuzione della prova.

La prova avrà esito positivo se:

- ogni punto di prova avrà adesioni superiori a 0,08 MPa
- il valor medio di tutte le prove dovrà essere superiore a 0,10 MPa.

In caso di fallimento della prova sarà richiesto di ripetere una seconda prova. Se anche la seconda prova risultasse non superata si procederà alla demolizione e rifacimento dell'impermeabilizzazione.

Al termine della prova le aree distaccate dovranno essere ripristinate con colata di asfalto fino all'estradosso del manto e successivamente con un rappizzo di guaina 40x40cm applicata a caldo.

Le prove e gli eventuali ripristini e demolizioni della impermeabilizzazione, nonché i ripristini dell'impermeabilizzazione sottoposta a test, saranno a cura ed onere dell'Impresa.

## **12.11. WATER-STOP**

---

### **12.11.1. CORDOLI IDROESPANSIVI**

Le riprese di getto dei manufatti in cls saranno sigillate mediante water-stop idroespansivo di dimensioni 20x10mm (qualora non indicato in progetto) costituito da neoprene e resina espansiva con rivestimento ritardante. In particolare:

- nelle gallerie naturali i water-stop idroespansivi verranno inseriti lungo la ripresa di getto delle murette e in corrispondenza della ripresa di getto dell'arco rovescio, così come indicato negli elaborati di progetto;
- nelle gallerie artificiali i water-stop idroespansivi verranno inseriti tra i successivi conci di getto lungo tutta la superficie delle riprese di getto.

Il water-stop idroespansivo dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

- $g \geq 1,30 \text{ g/cm}^3$
- durezza A-SHORE  $\geq 40$
- resistenza a trazione  $\geq 0,25 \text{ KN/cm}^2$
- allungamento  $\geq 500\%$
- espansione a contatto con l'acqua sino a tre volte il suo volume originale senza modifiche delle sue caratteristiche di tenuta.

Il materiale dovrà essere qualificato prima dell'impiego.

Le prove dovranno essere effettuate presso laboratori a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego.

Altre tipologie di cordoli idroespansivi eventualmente previste in progetto (del tipo bentonitico ad esempio o simili) dovranno essere preventivamente approvate dal progettista e dalla direzione lavori in base alle caratteristiche desunte dalle schede tecniche.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI EN 13416:2003.

Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i requisiti sopra elencati.

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

Nel caso di materiali già posti in opera, l'impresa dovrà sospendere la lavorazione e procedere, a sua cura e spese, alla loro rimozione ed alla sostituzione con materiali idonei.

### **12.11.2. WATER-STOP IN GOMMA**

Verranno utilizzati water-stop in gomma sigillando le riprese di getto di norma nei seguenti casi:

- tra rivestimento definitivo del concio d'attacco della galleria naturale e rivestimento della galleria artificiale;

- nelle gallerie artificiali tra concio di imbocco e concio di sezione corrente;
- nelle gallerie artificiali tra due conci di sezione corrente alle progressive indicate sugli elaborati diprogetto.

Il water-stop in gomma dovrà possedere caratteristiche di impermeabilità, elasticità, resistenza alle azioni aggressive delle soluzioni alcaline acide, resistenza all'invecchiamento. Il water-stop dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

- $g \geq 1,26 \text{ g/cm}^3$
- durezza A-SHORE  $\geq 73$
- resistenza a trazione  $\geq 1,75 \text{ KN/cm}^2$
- allungamento = 350%
- flessibilità a freddo =  $-30^\circ$
- dimensioni: larghezza come da progetto, spessore 4 mm (se non indicato in progetto).

Il materiale dovrà essere qualificato prima dell'impiego.

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

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI EN 13416:2003.

Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i requisiti sopra elencati.

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

Nel caso di materiali già posti in opera, l'impresa dovrà sospendere la lavorazione e procedere, a sua cura e spese, alla loro rimozione ed alla sostituzione con materiali idonei.

## **13. SEZ. 13 “PAVIMENTAZIONI”**

---

### **13.1. GENERALITÀ**

---

In linea generale la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2.5%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0.50.

Alle banchine sarà assegnata la pendenza trasversale del 2.5 %.

Per le sedi unidirezionali delle autostrade, nei tratti in rettilineo, si adotterà di norma la pendenza trasversale del 2.5%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con la pendenza prevista da progetto in funzione del raggio di curvatura e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettifili o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dal progetto, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio eseguite.

I materiali, le terre, impiegati nella realizzazione della sovrastruttura, nonché la loro provenienza dovranno soddisfare le prescrizioni riportate in questa sezione.

In cantiere dovranno essere attrezzati dei laboratori, con personale qualificato, nei quali eseguire le prove di routine per l'identificazione delle richieste caratteristiche.

L'approvazione della DL circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la riuscita del lavoro.

L'Impresa dovrà curare di garantire la costanza della massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente imposto dai punti seguenti, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto più di 1,5 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo 4.50 m disposto secondo due direzioni ortogonali, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre all'usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti.

Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

Di norma la pavimentazione stradale sul ponte deve essere tale da non introdurre apprezzabili variazioni di continuità rispetto alla strada nella quale il ponte è inserito.



Pertanto, in linea di massima, nel caso di sovrastrutture di tipo "flessibile", salvo casi particolari, sul ponte devono proseguire gli strati superiori di pavimentazione in conglomerato bituminoso. L'anzidetta pavimentazione deve presentare pendenza trasversale minima non inferiore al 2%.

Il conglomerato bituminoso deve presentare una percentuale di vuoti particolarmente bassa onde ridurre i pericoli di permeazione e saturazione d'acqua nella pavimentazione, facilitate dalla presenza della sottostante impermeabilizzazione, aventi idonee caratteristiche tecniche costruttive.

### **13.1.1. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

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 paragrafi.

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 **obbligatori** 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 3 livelli di rotazione - 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**

<b>Contenuto di vuoti</b>					
– massimo	$V_{max}$	NPD			
– minimo	$V_{min}$	NPD			
Minimo di vuoti riempiti da bitume	$VFB_{min}$	NPD			
Massimo di vuoti riempiti da bitume	$VFB_{max}$	NPD			
Vuoti nell'aggregato minerale	$VMA_{min}$	NPD			
<b>Contenuto di vuoti dopo 10 rotazioni</b>	<b><math>V10G_{min}</math></b>	<b>11</b>			
Sensibilità all'acqua	ITSR	NPD			
Resistenza all'abrasione da pneumatici scolpiti (chiodati):	$Abr_A$	NPD			
Reazione al fuoco	Euroclass	NPD			
<b>Temperatura della miscela</b>	<b>da</b>	<b>140°C</b>	<b>a</b>	<b>180°C</b>	
<b>Granulometria:</b>					
<b>(passante al setaccio)</b>	<b>16</b>	<b>100%</b>			
	<b>12,5</b>	<b>95%</b>			
	<b>8</b>	<b>80%</b>			
	<b>4</b>	<b>49%</b>			
	<b>2</b>	<b>31%</b>			
	<b>0,5</b>	<b>15%</b>			
	<b>0,25</b>	<b>12%</b>			
	<b>0,063</b>	<b>8,0%</b>			
<b>Contenuto di legante</b>	<b><math>B_{min}</math></b>	<b>4,6%</b>			
<b>Valori Marshall</b>					
minima stabilità	$S_{min}$	NPD			
massima stabilità	$P_{max}$	NPD			
scorrimento	F	NPD			
minima rigidezza	$Q_{min}$	NPD			
<b>Resistenza alla deformazione permanente</b>					
Dispositivo grande: profondità del solco	P	NPD			
Dispositivo piccolo: pendenza del solco	$WTS_{AIR}$	NPD			
Dispositivo piccolo: profondità del solco	$PRD_{AIR}$	NPD			

Condizioni di prova determinate secondo la UNI EN 13108-20

### **13.1.2. 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 e Alta Sorveglianza con anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvati dalla stessa DL / AS.

### **13.1.3. 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 tradizionali per la qualifica delle miscele avverranno con l'impiego delle attrezzature di Laboratori operanti in Qualità ISO 9001 o accreditato Accredia o dotato di autorizzazione ministeriale. Se sarà necessario, detti Laboratori potranno anche provvedere alle misure ad Alto Rendimento; in questo caso le loro attrezzature, usate ai fini prestazionali, dovranno presentare certificati di taratura e calibrazione adeguatamente aggiornati.

La DL è autorizzata comunque ad eseguire controlli a campione sulle zone testate da detti Laboratori e qualsiasi altra operazione di verifica.

L'impresa dovrà presentare alla DL 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 qualifica dei conglomerati bituminosi dovrà essere effettuata da laboratorio qualificato esterno. la presa visione delle medesime da parte della DL, che eventualmente effettuerà controlli con i Laboratori di cui sopra, non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

Il Committente si riserva la facoltà di rifiutare gli studi proposti, chiedendone il rifacimento; detta facoltà dovrà essere esercitata entro 15 gg dalla presentazione degli studi.

Le prove da presentare saranno le seguenti e su di esse potranno essere effettuate verifiche da parte della DL tramite i Laboratori di cui sopra:

a) studi preliminari per le miscele (mix design)

Miscele soggette alla presentazione dello studio di progetto:

- Miscele per strati di base, binder, basebinder (eventuale) e usura confezionate sia con bitume tal quale, soft ed hard
- Conglomerato di usura con argilla espansa

- Usure drenanti di tutti i tipi
- Trattamenti superficiali
- Microtatappeti 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 al Committente almeno 2 mesi e prima dell'inizio delle lavorazioni e dovranno contenere:

- miscela da eseguire completa di informazioni relative all' impianto di produzione
- aggregati da impiegare: provenienza, granulometrie, PSV., CLA e percentuali di impiego compreso il fresato che si vuole utilizzare
- caratteristiche volumetriche (% vuoti, pesi di volume) e meccaniche (ITS, Rit, CTI) percentuale di legante (bitume o emulsione o cemento), 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 o anche di altro tipo, esso richiederà alle Imprese di far pervenire ai Laboratori abilitati indicati dallo stesso Committente (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 in modo continuo dai laboratori dell'Impresa che a questo fine dovrà disporre di attrezzature e personale dedicato; la DL si riserva la facoltà di verificare la sufficienza di dette prove qualora le ritenga non adeguate per i controlli di produzione.

Il Committente potrà comunque effettuare controlli tramite laboratori di sua fiducia ai fini del rilievo del modus operandi delle Imprese in corso d'opera ed ai fini della verifica di congruità tra il progetto presentato e il lavoro in esecuzione.

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

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

In caso di lavorazioni di particolare rilevanza e complessità come i riciclaggi in sito 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, saranno a cura e spese dell'impresa secondo quanto previsto da DPR554/99, art 193.

### **13.1.4. 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.

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.

Nel caso di esecuzione di ricariche su avvallamenti del piano viabile, e di stesa di microtappeti per la risagomatura di ormaie, le quantità di conglomerato impiegato verranno contabilizzate a volume compattato.

Si stabilisce che i conglomerati bituminosi e in genere i materiali legati a bitume e cemento (schiumati) dovranno essere approvvigionati, di norma, da impianti ubicati a distanza non superiore ai 70 km. dai luoghi di impiego. La Direzione Lavori potrà autorizzare approvvigionamenti da distanze superiori sulla base di specifica documentazione fornita dall'Impresa.

### **13.1.5. CONGLOMERATI BITUMINOSI RIGENERATI IN SITO O IN IMPIANTO**

#### **13.1.5.1 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.

Nei relativi prezzi sono compresi tutti gli oneri per l'esecuzione del lavoro a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni del paragrafo 5.1, 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 paragrafo 1.4 con le variazioni previste.

#### **13.1.5.2 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 o di base, 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, con le variazioni previste negli appositi articoli.

## **13.2. STRATI DI FONDAZIONE O SOTTOFONDAZIONE**

---

### **13.2.1. FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULOMETRICAMENTE STABILIZZATO**

La fondazione è costituita da miscele di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tali miscele (trattenuto al setaccio 2 UNI) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori. La fondazione potrà essere formata da materiale idoneo pronto all'impiego oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione o in sito. Lo spessore della fondazione sarà conforme alle indicazioni di progetto e/o della Direzione Lavori, e verrà realizzato mediante sovrapposizione di strati successivi.

### **13.2.2. FONDAZIONE ESEGUITA CON MATERIALE PROVENIENTE DA CAVA, DA SCAVI O DA DEPOSITI**

Il materiale da impiegare, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti:

- a) dimensioni non superiori a 63 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie Passante setacci UNIEN 933-2(mm)	passante totale in peso %
setaccio 63	100
setaccio 31.5	80 - 100
setaccio 16	55 - 85
setaccio 8	30 - 70
setaccio 4	23 - 55
setaccio 2	15 - 40
setaccio 0,25	6 - 22
setaccio 0,063	2 - 14

- c) perdita in peso alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2) eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- d) equivalente in sabbia (UNI EN 933-8) misurato sulla frazione passante al setaccio UNI da 4 mm compreso tra 30 e 70 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà essere eseguito anche sul materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia pari a 70 potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 30 e 50, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR (UNI EN 13286-47) di cui al successivo comma.

- e) indice di portanza CBR (UNI EN 13286-47) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al setaccio 20) 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, salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 30 e 50;

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, mediante prove di laboratorio sui campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione Lavori a tempo opportuno, prima dell'inizio delle lavorazioni.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare ed il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno accertati dalla Direzione Lavori con controlli sia preliminari che in corso d'opera.

In quest'ultimo caso verrà prelevato il materiale in sito già miscelato prima di avere effettuato il costipamento. Per il materiale proveniente da cave l'impresa dovrà indicare le fonti di approvvigionamento e la Direzione Lavori si riserva di accertarne i requisiti di accettazione mediante controlli sia in cava che in corso d'opera con le modalità sopra specificate. Il materiale, qualora la Direzione Lavori ne accerti la non rispondenza anche ad una sola delle caratteristiche richieste, non potrà essere impiegato nella lavorazione e se la stessa Direzione Lavori riterrà, a suo insindacabile giudizio, che non possa essere reso idoneo mediante opportuni interventi correttivi da effettuare a cura e spese dell'Impresa, dovrà essere allontanato dal cantiere.

### **13.2.3. MODALITÀ ESECUTIVE**

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza previsti in progetto ed essere ripulito da materiale estraneo non idoneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore compreso tra 10 e 20 cm e dovrà presentarsi, dopo il costipamento, 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 danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla DL con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento), tali da portare alla eventuale taratura dei mezzi costipanti.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (AASHTO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4" (20 mm).

Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di mm 20, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = \frac{P_c (100 - x)}{100 P_c - x d_i} d_i$$



Dove:

- $d_r$  = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 20 mm, da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in laboratorio;
- $d_i$  = densità della miscela intera;
- $P_c$  = Peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 20mm;
- $X$  = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 20 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a mm 35, compresa tra il 25% e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine  $x$  dovrà essere sempre dato il valore 20 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al setaccio UNI 20mm).

La portanza dello strato dovrà essere rilevata, a discrezione della DL, ogni 100 mt di corsia (compresa l'emergenza) tramite LWD (Light Weight Deflectometer tipo Dynatest) con valore min 60MPa secondo procedura di prova descritta al par.2.3.

Le prove verranno eseguite tramite laboratori qualificati ivi compresi i laboratori di cantiere.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4,00 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. In caso contrario l'Impresa a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

Per quanto riguarda il controllo delle lavorazioni si richiamano espressamente le norme riportate al paragrafo *Requisiti di accettazione* della fondazione in misto cementato.

#### **13.2.4. SOTTOFONDO STRADALE IN TERRENO STABILIZZATO**

Il sottofondo della pavimentazione stradale potrà essere realizzato mediante terreno naturale trattato mediante stabilizzazione binaria calce + cemento in due strati ognuno di spessore pari a 30cm.

Per la definizione della miscela di progetto, le prove di laboratorio ed in sito e le fasi esecutive si rimanda a quanto indicato per la realizzazione dei rilevati.

Tale strato dovrà consentire di raggiungere i livelli prestazionali propri del piano di posa della pavimentazione autostradale (modulo di carico su piastra  $M_d = 100$  MPa nell'intervallo di pressione 0.15  $\pm$  0.25 MPa).

### **13.2.5. MISCELE RICICLATE A FREDDO IN SITO CON CEMENTO ED EMULSIONE BITUMINOSA SOVRASTABILIZZATA PER STRATI DISOTTOBASE**

Le miscele stabilizzate con cemento ed emulsione bituminosa sono costituite da materiali granulari naturali e/o di riciclo della vecchia pavimentazione, compreso il conglomerato bituminoso fresato, cemento ed emulsione bituminosa sovrastabilizzata.

#### **13.2.5.1 MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE**

##### **I) Inerti**

Sono in generale costituiti da materiali di riciclo di pavimentazioni stradali esistenti: conglomerato bituminoso di recupero, misto cementato, misto granulare (fondazione stradale), tout venant ed eventualmente inerti vergini (di primo impiego) di integrazione. Non è escluso l'impiego di soli aggregati vergini o di materiale proveniente dalle demolizioni delle opere in c.a., previa opportuna frantumazione nelle granulometrie previste. Nel caso in cui i materiali della vecchia pavimentazione abbiano inglobate sostanze plastiche (limi, argille) queste devono essere eliminate (sostituite con materiali idonei) ovvero preventivamente trattate con calce.

Qualora la granulometria degli inerti di riciclo si discosti dal fuso indicato nella tabella A.I la Direzione Lavori potrà ordinare l'integrazione mediante l'aggiunta di aggregati vergini di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto.

Tabella A.I.

Setacci serie ISO	Passanti
Apertura (mm)	%
80	100
63	95÷100
31.5	80÷100
16	58÷92
8	42÷76
4	30÷56
2	18÷40
0.5	9÷25

Gli aggregati vergini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

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

La designazione dell'aggregato grosso deve essere effettuata mediante le dimensioni degli staccipartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso può essere di provenienza o natura geografica diversa purché, per ognitipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.2

Tabella A2

Aggregato Grosso			
Parametro	Metodo di Prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	< 25%	LA <sub>25</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100%	C <sub>100/0</sub>
Dimensione MAX	UNI EN 933-1	40 mm	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	≤ 1%	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo / disgelo	UNI EN 1367-1	≤ 1%	F <sub>1</sub>
Resistenza al gelo / disgelo	UNI EN 1367-1	≤ 1%	F <sub>1</sub>

Il possesso dei requisiti elencati nella Tabella 2 viene verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati devono essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori può chiedere la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n.280/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevede sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN13043.

## 2) Emulsione bituminosa

Il legante deve essere costituito da emulsione bituminosa sovrastabilizzata, specifica per le miscele contenenti calce e/o cemento. Le caratteristiche richieste per l'emulsione ed i relativi metodi di prova sono indicati nella Tabella A 3

EMULSIONE BITUMINOSA SOVRASTABILIZZATA			
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	%	40±2
<b>Contenuto di leante %</b>	UNI EN 1431	%	60±2
<b>Omogeneità</b>	UNI EN 1429	%	% < 0,2
<b>Sedimentazione a 7gg</b>	UNI EN 12847	%	<10
<b>pH (grado di acidità)</b>	UNI EN 12850		2+4
<b>Cemelt mix</b>	UNI EN 12848		<2
Caratteristiche bitume estratto			
<b>Penetrazione a 25°C</b>	UNI EN 1426	dmm	50 - 100
<b>Punto di rammollimento</b>	UNI EN 1427	°C	35 - 56
<b>Punto di rottura (Fraass)</b>	UNI EN 12593	°C	<-8

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dell'emulsione tramite certificazione attestante i requisiti prescritti.

Tale certificazione deve essere di nonna rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opererà c/terzi.

### 3) Cemento

I cementi impiegati devono essere qualificati in conformità alla direttiva 89/ 106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1.

Possono essere impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5N, dei seguenti tipi:

- cemento Portland;
- cemento d'altoforno;
- cemento pozzolanico.

### 4) Acqua

Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.

#### 13.2.5.2 STUDIO DELLA MISCELA

Le percentuali ottimali di cemento, acqua ed emulsione bituminosa e dell'eventuale integrazione di inerti sono stabilite mediante uno specifico studio in laboratorio o in campo prova.

Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente nel tronco stradale interessato dal trattamento devono essere eseguiti prelievi ogni 500 m, eventualmente intensificati in caso di disomogeneità.

Per i conglomerati bituminosi il prelievo deve essere eseguito dopo la fresatura ed un successivo passaggio di pulvimixer in modo da poter considerare l'effetto disgranamento prodotto dalla macchina stabilizzatrice.

Sui campioni prelevati devono essere eseguiti analisi granulometriche (UNI EN 933- I) ed indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 17892-12) per stabilire la necessità di trattamento con calce e l'integrazione degli inerti. Per l'ottimizzazione della miscela (mix design) devono essere confezionati provini con differenti quantità (percentuali riferite al peso degli inerti) di emulsione bituminosa, cemento ed acqua, come indicato nella tabella B.1 costipati con pressa giratoria (UNI EN 12697-3I) nelle seguenti condizioni di prova:

Angolo di rotazione:	1.25° ± 0.02°
Velocità di rotazione:	30 rotazioni al minuto
Pressione verticale, kPa:	600
Dimensioni provino, mm:	150
N° giri:	180
Peso campione:	4500 g comprensivo di bitume, cemento e acqua

Tabella B.1

Cemento (%)	1.5			2.0			2.5		
% emulsione bituminosa	3.5	3.5	3.5	5	6	7	5	6	7
Umidità % oltre l'acqua dell'emulsione	4	5	6	4.5	5.5	6.5	5	6	7
N° provini	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Tabella B.1

Ferme restando le percentuali di cemento, le altre percentuali possono variare in funzione della natura e della granulometria del materiale da trattare, in particolare della quantità di conglomerato bituminoso fresato presente nella miscela.

I provini così confezionati devono subire una maturazione a 40°C per 72 ore e successivamente, dopo condizionamento per 4 ore in forno a 25 °C, devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697-23),

I provini sottoposti a 72 ore di maturazione devono fornire:

- Resistenza a trazione indiretta  $R_t$  [N/mm<sup>2</sup>]: ≥0,35
- Coefficiente di trazione indiretta CTI [N/mm<sup>2</sup>]: ≥0,60

Sui provini confezionati con la miscela ottimale, maturati per 72 ore a 40 °C, si devono determinare:

- modulo di rigidezza (UNI EN 12697-26 Annesso C), valore medio di almeno 4 provini<sup>1</sup>
- perdita di resistenza dopo imbibizione a 25 °C, per 1 ora sottovuoto a 50 mm di mercurio, valore medio di almeno 4 provini;
- densità geometrica, di riferimento per il controllo in sito a 80 giri (valore medio di almeno 4 provini).

Per il modulo di rigidezza i risultati devono soddisfare i valori indicati in tabella B.2

<sup>1</sup>Per i provini da sottoporre a prove di modulo il peso del campione (passante al setaccio 31.5 mm) dovrà essere di 2800 g

Tabella B.2

Temperatura (°C)	5	20	40
Rise - time (ms)	124 ± 4	124 ± 4	124 ± 4
Modulo di rigidità	≥ 4000	≥ 3000	≥ 2000

La resistenza a trazione indiretta dopo imbibizione deve risultare almeno il 70% di quella ottenuta su provini non immersi in acqua.

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione granulometrica di progetto, non sono ammesse variazioni delle singole percentuali dei trattenuti di  $\pm 10$  per la frazione grossa (trattenuto al setaccio da 2 mm), di  $\pm 5$  per la frazione fine (passante al setaccio da 2 mm e trattenuto al setaccio da 0,063 mm), di  $\pm 2$  per il filler (passante al setaccio da 0,063 mm). Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame della miscela prelevata al momento della stesa, dopo un passaggio di pulvimixer senza impiego dei leganti. Per gli eventuali inerti di integrazione gli scostamenti massimi, da accertare prima della miscelazione, sono di  $\pm 5\%$  per tutti i trattenuti ai diversi setacci e di  $\pm 2\%$  per il filler (passante al setaccio da 0,063 mm).

### 13.2.5.3 CONFEZIONE POSA IN OPERA DELLE MISCELE

La stabilizzazione con cemento ed emulsione bituminosa, può essere realizzata mediante un "treno" di riciclaggio costituito da: fresa, macchina stabilizzatrice (pulvimixer tale da frantumare i grumi del conglomerato fresato e miscelare omogeneamente cemento, bitume o emulsione), autobotte per il legante bituminoso, autobotte per l'acqua, livellatrice e almeno n 2 rulli.

Subito dopo la miscelazione si deve procedere ad una prima compattazione con rullo monotamburo vibrante per omogeneizzare l'addensamento a quello prodotto dal passaggio delle ruote del pulvimixer. Segue la profilatura per attribuire la pendenza trasversale ed il costipamento mediante l'impiego di un rullo vibrante di peso >18 ton con controllo di frequenza e di ampiezza di vibrazione e di un rullo gonfiato di carico statico > 25 ton.

Si deve inoltre avere cura che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere un uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

Subito dopo il completamento della fase di costipamento e finitura dello strato, deve essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1,0 - 1,5 kg/m<sup>2</sup> (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui può venire sottoposto) e successivo spargimento di graniglia o di sabbia.

Il trattamento di stabilizzazione deve essere sospeso con temperatura dell'aria inferiore ai 10°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

#### 13.2.5.4 CONTROLLI

Il controllo della qualità degli strati stabilizzati con cemento ed emulsione bituminosa e deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in sito.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono a discrezione della Direzione Lavori.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale d'acqua e la granulometria degli aggregati (riciclati e di integrazione). Su provini confezionati direttamente in cantiere con pressa giratoria vengono eseguite prove di resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697-23) e modulo di rigidezza per trazione indiretta (UNI EN 12697-26, Annesso C).

Dopo 90 giorni dal trattamento vengono eseguite prove per la determinazione del modulo elastico dinamico mediante macchina a massa battente (Falling Weight Deflectometer - FWD) ed il prelievo di carote per il controllo delle peso di volume e la verifica degli spessori.

Sulle carote possono inoltre, a discrezione della Direzione Lavori, essere determinati la resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697-23) ed il modulo di rigidezza (UNI EN 12697-26, Annesso C). A compattazione ultimata la **densità** in sito ( $\gamma_{\text{situ}}$ ), nel 95% dei punti controllati (con volumetro o prelievo di carote), non deve essere inferiore al 95% del valore di riferimento ( $\gamma_{\text{laboratorio}}$ ) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto costipata con pressa giratoria a 80 giri e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Quando possibile il valore di riferimento può essere costituito dall'addensamento ottenuto in laboratorio sulla miscela effettivamente utilizzata in quel punto costipata con 80 giri di pressa giratoria.

Le misure della densità sono effettuate secondo la norma (UNI EN 12697-6/procedura D).

Nella prova di **trazione indiretta** (UNI EN 12697-23) eseguita su carote prelevate dopo 90 giorni dalla realizzazione o su provini confezionati in cantiere con la pressa giratoria (180 giri), maturati in camera climatica per 72 ore a 40°C e successivamente, condizionati per 4 ore a 25°C, la Resistenza a Trazione Indiretta R, non deve essere inferiore a 0,35 N/mm<sup>2</sup> ed il Coefficiente di trazione indiretta CTI non deve essere inferiore a 60 N/mm<sup>2</sup>.

Il **modulo di rigidezza** alla temperatura di 20°C determinato in configurazione di trazione indiretta (UNI EN 12697-26) con deformazione imposta di 2  $\mu\text{m}$  su carote prelevate dopo 90 giorni dalla realizzazione o provini confezionati in cantiere con la pressa giratoria (180 giri), maturati in camera climatica per 72 ore a 40°C o dopo 28 giorni di maturazione a 20°C, nel 95% dei campioni, non deve essere inferiore a 3000 MPa.

Considerando lo stesso provino e gli stessi diametri di misura, il modulo di rigidezza alla temperatura a 50°C deve essere <del 75% del valore di riferimento a 20°C.

Il **modulo elastico** rilevato, dopo 90 giorni dal trattamento, con *Falling Weight Deflectometer*, riferito alla temperatura di 20°C, nel 95% dei campioni (ovvero dei punti analizzati) non deve essere inferiore a 3000 MPa.

Ad integrazione dei controlli precedenti possono essere eseguite prove con piastra dinamica leggera (*dynamic plate-load test*). Il **modulo dinamico** Evdopo la compattazione non deve essere inferiore a 70 MPa nel 90% dei punti analizzati. Le misure di modulo dinamico sono riportate alla temperatura di riferimento (25°C) applicando correzioni di un punto percentuale ogni grado centigrado di scostamento, incrementando il valore del modulo nel caso di misure effettuate a temperature maggiori di 25°C, diminuendolo nel caso di misure effettuate a temperature minori di 25°C. L'attrezzatura impiegata deve essere equipaggiata con una massa battente da 10 kg che genera una forza di impatto di 7,07 kN con una durata dell'impulso di 18 ms su una piastra di diametro di 300 mm. La procedura di prova prevede l'applicazione di tre colpi successivi di cui vengono acquisite le deformazioni e, nota la tensione di carico applicata, la macchina restituisce automaticamente il risultato (modulo dinamico) definito come la media delle tre misurazioni. I tre colpi di prova devono essere preceduti da altri tre colpi in modo tale da ottenere un buon contatto tra il piatto di carico ed il suolo. La piastra di carico deve essere posizionata su un piano adeguatamente liscio con l'eventuale disposizione di sabbia monogranulare per livellare la superficie. Nei casi in cui non si realizzi un buon contatto tra piastra e pavimentazione oppure l'inclinazione del piano sia eccessiva (maggiore del 6%), si possono verificare degli spostamenti laterali che inficiano i risultati.

Il fuso granulometrico di riferimento per strati riciclati a freddo con emulsione sovrastabilizzata è riportato nella tabella seguente:

Setaccio UNI (mm)	Fuso* (% passante)	
80	100	100
63	95	100
31.5	80	100
16	58	92
8	42	76
4	30	56
2	18	40
0.5	9	25
0.063	2	8

\*fuso: riciclaggio a freddo in situ "full depth" mediante emulsione bituminosa sovra stabilizzata e cemento

### **13.2.6. PROVE DI PORTANZA CON PIASTRA DINAMICA TIPO 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 sforzo di sollecitazione pari a circa 70 KPa mentre la durata dell'impulso di carico sarà pari a circa 30 msec.



Tale configurazione si ottiene utilizzando il carico da 10 Kg con una altezza di caduta (distanza tra terreno e base del carico) pari a 100 cm.

Le battute del LWD, secondo quanto indicato nella Norma, dovranno essere ripetute fino ad ammettere uno scarto tra le deflessioni a centro piastra  $\leq 3\%$ ; Pur nel rispetto del limite di modulo elastico richiesto, se non viene raggiunto il limite dello scarto tra due deflessioni consecutive dopo 4 ripetizioni per più di 5 punti di misura distanziati 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 (intorno a 70 KPa),  $r = 150$  mm (raggio della piastra), e  $d_0 =$  deflessione misurata al centro piastra.

### 13.3. LEGANTI BITUMINOSI E LORO MODIFICATI

#### 13.3.1. LEGANTI BITUMINOSI SEMISOLIDI

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

##### 13.3.1.1 BITUMI DI BASE

I bitumi di base per uso stradale sono quelli di normale produzione con le caratteristiche indicate nella tabella seguente impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi a caldo.

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.

TABELLA A -BITUMI DI BASE		Bitume 50/70	Bitume 70/100
caratteristiche	U.M.	valore	
PRIMA PARTE			
penetrazione a 25° C	dmm	50-70	70-100
punto di rammollimento	°C	45-60	40-60
punto di rottura Fraass, min.	°C	$\leq 6$	$\leq 8$
ritorno elastico	%	-	-
stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	-

viscosità dinamica a 160° C	Pa x s	0,03-0,10	0,02-0,10
SECONDA PARTE - valori dopo RTFOT <sup>(1)</sup>			
incremento del punto di rammollimento	°C	≤ 11	≤ 11
penetrazione residua	%	≥ 40	≥ 50

<sup>(1)</sup> Rolling Thin Film Oven Test

### 13.3.1.2 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 successiva
- in modo hard "HD": modifica forte con le caratteristiche riportate nella tabella successiva

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 (conglomerato bituminoso per strati di usura drenante e drenante alleggerito con argilla espansa) salvo diversa indicazione della DL.

<b>TABELLA 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	0.3-0.4
Stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	≤ 3 <sup>(1)</sup>	≤ 3 <sup>(1)</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

<b>TABELLA C - BITUMI MODIFICATI PER MANI D'ATTACCO</b>		
<i>BITUME SOFT O HARD</i>		
<b>caratteristiche</b>	<b>U.M.</b>	<b>valori</b>
penetrazione a 25 °C	dmm	50-70
punto di rammollimento	° C	60-90
punto di rottura Fraass	° C	≤ -10
viscosità dinamica a 160 °C	Pa x s	0,10-0,4

### 13.3.1.3 BITUME PER LAVORI DI RICICLAGGIO A FREDDO MEDIANTE TECNICA DELLO SCHIUMATO

Per utilizzare la tecnologia del riciclaggio a freddo mediante bitume schiumato si dovrà usare un legante TQ o BM adatto alla “schiumatura”.

Il legante tal quale deve avere le seguenti caratteristiche:

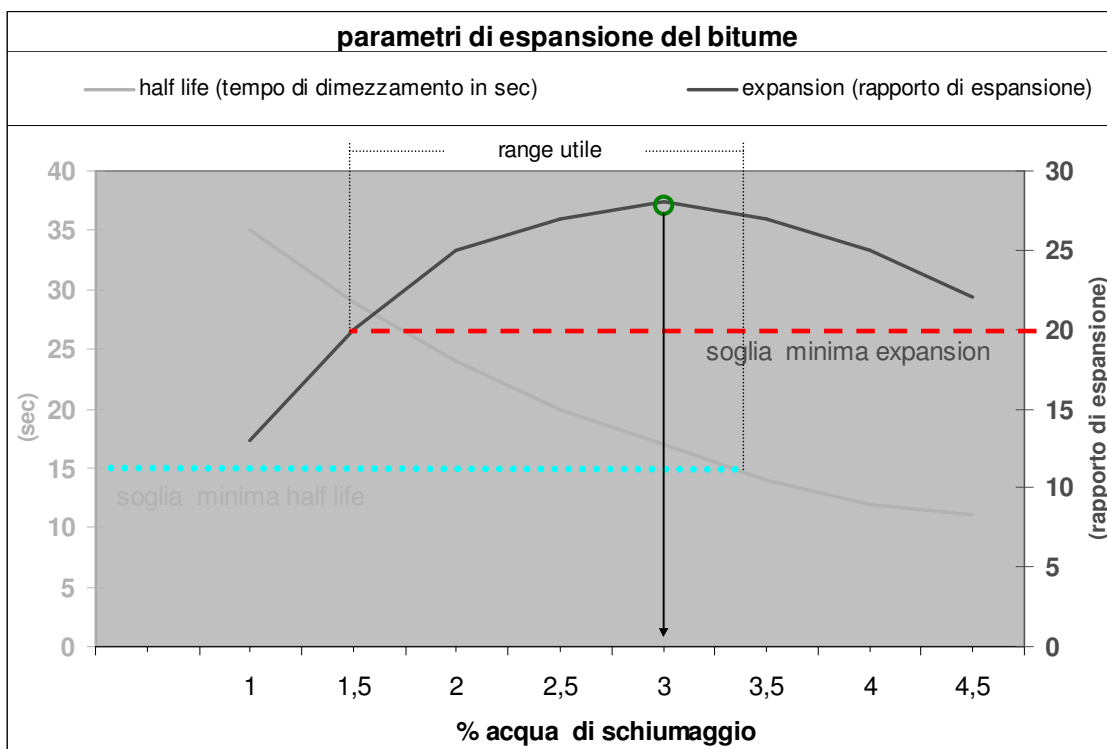
Palla e anello (°C)	40-60
Penetrazione (dmm)	80–100

#### **Caratteristiche di espansione del bitume misurate tra 160 °C e 180 °C**

Rapporto di espansione	> 20	Rapporto tra volume schiuma e volume liquido
Tempo di dimezzamento (half life) - sec	> 15	Tempo per dimezzare il volume di schiuma
Velocità di espansione - sec	< 5	Tempo per arrivare al massimo volume

La “velocità di espansione” è il tempo necessario al bitume per raggiungere il massimo volume di schiumaggio alla prescelta quantità di acqua (tempo che intercorre tra la fine della fase di spruzzaggio e il momento di massimo volume raggiunto).

Ai fini della scelta della percentuale di acqua ottima (acqua di schiumaggio), nel range di accettabilità, è da preferire il valore che produce il max volume di schiumaggio, ferma restando la condizione di non superare mai il 4,5 % di acqua.



**NB:** le curve della figura sono esemplificative e non prescrittive

### 13.3.2. EMULSIONI BITUMINOSE

#### 13.3.2.1 EMULSIONI BITUMINOSE (CATIONICHE NON MODIFICATE) PER MANO DI ATTACCO

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

<b>TABELLA - EMULSIONI BITUMINOSE (cationiche non modificate) per mano di attacco (EA)</b>			
<b>caratteristiche</b>	<b>unità di misura</b>	<b>Emulsioni a rapida rottura</b>	<b>Emulsioni a media velocità di rottura</b>
contenuto d'acqua	% in peso	≤40	≤45
contenuto di bitume	% in peso	≥ 60	≥ 55
grado di acidità (pH)		2-5	2-5
caratteristiche del bitume estratto			
penetrazione a 25° C	dmm	50-120	100-150

punto di rammollimento	° C	≥ 40	≥ 40
punto di rottura Fraass	° C	≤ -8	≤ -8

### 13.3.2.2 EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE PER LAVORI DI RICICLAGGIO A FREDDO

Per legante si dovrà impiegare emulsione bituminosa acida modificata (con SBS e/o lattice) secondo i parametri della tabella sopra riportata.

L'emulsione dovrà avere caratteristiche di stabilità/velocità di rottura adatte alla tecnologia del riciclaggio impiegata.

<b>TABELLA - EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE</b>		
<b>caratteristiche</b>	<b>unità di misura</b>	<b>valori</b>
contenuto d'acqua	% in peso	≤40
contenuto di bitume	% in peso	≥ 60
grado di acidità (pH)		2-4
sedimentazione a 7 gg	%	< 10
caratteristiche del bitume estratto		
penetrazione a 25° C	dmm	50-70
punto di rammollimento	° C	55-75
punto di rottura Fraass	° C	≤ -10
Ritorno elastico	%	≥ 55

### 13.3.3. 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 0,3%-0,6% in peso rispetto al bitume aggiunto ogni 10% di fresato presente nella miscela, 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, eventualmente con metodologie concordate e/o definite per la relativa accettazione.

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.

#### **13.3.4. 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 da Laboratori Qualificati, valutandone il dosaggio e l'efficacia, eventualmente con metodologie concordate e/o definite dalla DL per la relativa accettazione.

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.

#### **13.3.5. FIBRE PER IL RINFORZO STRUTTURALE DEL BITUME**

Sono prodotti che migliorano le caratteristiche strutturali del legante, aumentando i valori di resistenza a trazione e le caratteristiche di fatica, diminuendo la suscettibilità termica.

Vanno impiegate obbligatoriamente per conglomerati bituminosi con % di vuoti > 15% (a n° giri medio N2 alla giratoria) per aumentarne la stabilità nel tempo.

Danno inoltre vantaggi sulle lavorazioni aumentando lo spessore della pellicola del legante e diminuendo problemi di colaggio del bitume, soprattutto in stagioni calde e per cantieri lontani dagli impianti.

L'elemento fibroso rinforzante può essere di natura minerale (vetro) o sintetica (fibre acriliche); si possono usare soluzioni miste tramite l'aggiunta di prodotti cellulosici o anche polimerici (es polietilene ecc).

In ogni caso le fibre o la loro miscela dovranno essere in formato tale da impedire la dispersione in aria delle parti volatili durante la movimentazione e tutto l'arco temporale dell'impiego (ad es. pellets realizzati con elementi agglomeranti tipo cellulosa).

L'elemento rinforzante principale deve essere contenuto almeno al 70%, mentre le percentuali di impiego della fibra o delle sue miscele sono indicativamente 0,05% - 0,5% in peso sugli aggregati a seconda della tipologia di fibra impiegata o della presenza o meno delle miscele.

L'impiego delle fibre richiede l'utilizzo di macchinari per la corretta dosatura, disgregazione e dispersione nel conglomerato, oltretutto per evitare fenomeni di dispersione in aria.

Le fibre o le loro miscele dovranno avere caratteristiche tali da disperdersi in modo capillare nel conglomerato.

Le dimensioni (diametro e lunghezza) delle fibre o delle loro miscele, dovranno essere tali da non risultare pericolose per inalazione e in generale non pericolose per il personale operante.

Le fibre rinforzanti, devono avere le seguenti caratteristiche geometriche e meccaniche:

#### **Tabella fibre rinforzanti**

Lunghezza ( $\mu\text{m}$ )	200 – 6000
Diametro ( $\square\mu\text{m}$ )	8 - 20
Resistenza alla trazione (GPa)	1,5 - 3
Allungamento massimo (%)	1 - 3
Punto di fusione ( $^{\circ}\text{C}$ )	>300 $^{\circ}\text{C}$

La validità delle fibre o delle loro miscele, dovrà esser verificata con le prove prestazionali del legante completo, ottenuto operando con le miscele drenanti standard di riferimento (vedi paragrafo successivo) realizzando provini con e senza fibre valutandone l'efficacia in termini di resistenze a trazione diametrale.

Tutti i prodotti devono essere approvati sulla base di specifiche prove eseguite da Laboratori Qualificati, se non già preventivamente approvati dalla DL e devono essere accompagnati da scheda tecnica e di sicurezza.

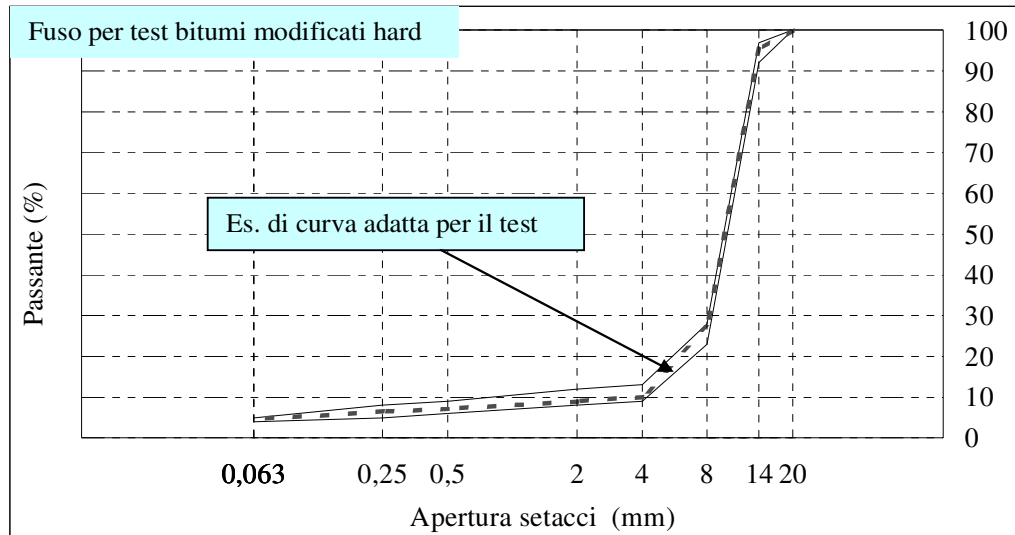
### **13.3.6. VERIFICA PRESTAZIONALE DEI BITUMI HARD E DELLE EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE**

#### **13.3.6.1 VERIFICA PRESTAZIONALE DEI BITUMI HARD**

In aggiunta alle caratteristiche richieste al paragrafo *Bitumi modificati*, 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.

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



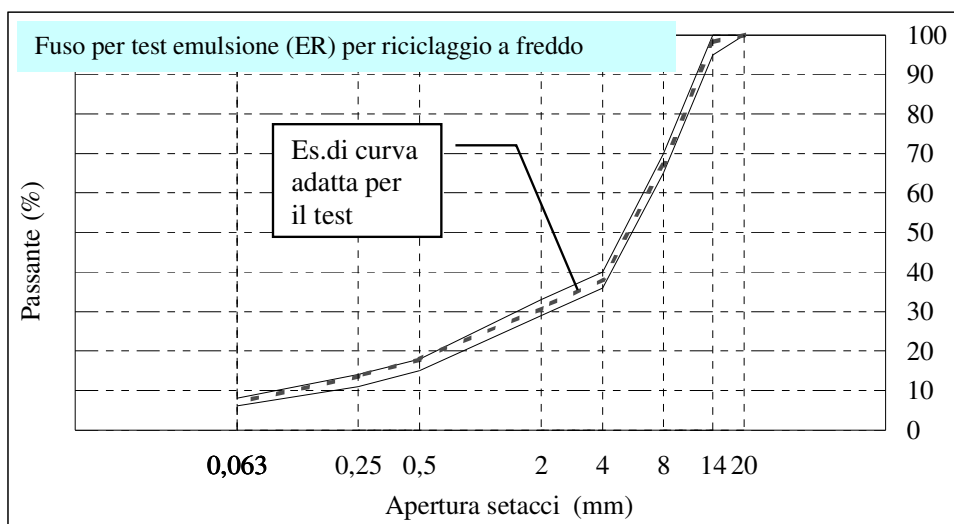
**13.3.6.2 VERIFICA PRESTAZIONALE EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE PER LAVORI DI RICICLAGGIO A FREDDO**

In aggiunta al paragrafo *Emulsioni bituminose modificate per lavori di riciclaggio a freddo* 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 essererealizzato 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.

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	98,1	95	100
8			14,8	83,5	67,0	65	70
4		0,2	84,7	10,7	38,1	36	40
2		20,3	0,5		30,8	29	33
0,5		37,0			17,9	15	18
0,25		12,1			13,6	11	14
0,063	22,0	17,2			6,9	6	8
Filler	78,0	13,2	0,0	0,0			
Impiego %	3	35	30	32			



	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

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 risultati dovranno essere: I provini dovranno essere maturati a 40°C.

### **13.3.7. TABELLA SINOTTICA DEI MATERIALI LEGANTI E LORO ADDITIVI**

Le lavorazioni previste devono essere eseguite impiegando i leganti bituminosi adeguati:

Lavorazioni	Leganti			Additivi		
Usure A e B	SF	HD		ACF	DP	
Binder	SF	HD		ACF	DP	
Base	SF	HD		ACF	DP	
Basebinder	SF	HD		ACF	DP	
Drenante	HD			FB	DP	
Drenante con argilla espansa	HD			FB	DP	
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.

### **13.3.8. 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

### **13.4. CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO**

#### **13.4.1. CONGLOMERATI BITUMINOSI DI BASE, BASEBINDER, BINDER, USURA**

##### 13.4.1.1 DESCRIZIONE

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di 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 al paragrafo 1.

##### 13.4.1.2 BITUME

Si richiamano espressamente le norme di cui al §4, i conglomerati di base, basebinder (eventuale), binder e usura potranno essere realizzati con bitumi di base oppure con bitumi modificati.

##### 13.4.1.3 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.

#### 13.4.1.4 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 requisiti specificati nel seguito.

#### VALORE DI LEVIGABILITÀ DOVUTO ALLA MISCELA DI AGGREGATI (PSVMIX)

Il PSVmix 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 PSVmix 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  $\geq 40$  ( $PSV_{40}$ ), escluse le sabbie, ed altre con  $PSV \geq 44$ , ( $PSV_{44}$ ) combinati tra loro in modo da ottenere unPSVmix 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 ( $MVA_1$ ,  $MVA_2$ , 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 ( $VOL_i$ ) utilizzando le MVA e riportate anch'esse a 100%

Il PSVmix si calcola sommando il prodotto della percentuale volumetrica di ogni pezzatura (compresa la sabbia) utilizzata per il relativo valore di PSV diviso per 100.

$$PSV \text{ mix}_x = \sum_i (PSV_i \cdot VOL_i) / 100$$

#### 13.4.1.5 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 .

#### 13.4.1.6 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):  $\Delta_{R\&B} > 5\%$

#### 13.4.1.7 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 nel 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).

#### 13.4.1.8 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

#### 13.4.1.9 CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE

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:

- ± 5% per lo strato di base e basebinder;
- ± 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 ± 3%.

Per il passante al setaccio 0,063 mm ± 1,5%.

Per la percentuale di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quella di progetto di ± 0,3% e sempre contenuta nei limiti indicati per ciascuna miscela.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto o alla stesa 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 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 il controllo della percentuale dei vuoti e delle resistenze diametrali che dovranno rispettare gli intervalli espressi.

La verifica granulometrica degli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione dovrà essere effettuata alla qualifica della miscela ed almeno ogni 50'000 mc di conglomerato bituminoso prodotto per ogni impianto.

Qualora la verifica della composizione del conglomerato determini una curva granulometrica al di fuori delle tolleranze di progetto dovrà essere effettuata la verifica granulometrica degli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione.

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.

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 per la taratura di eventuali misure ad Alto Rendimento con Radar penetrometrico (par. 6.5) o come misura diretta.

Sulla base di questi, realizzati con un diametro compreso tra 100 e 200 mm, saranno individuati gli spessori dei singoli strati componenti il pacchetto, con particolare riferimento ai conglomerati bituminosi.

Nel caso si preveda la misura diretta, si eseguiranno indicativamente 3 carote/km scelte in modo casuale per ciascuna corsia; nel caso dell'uso per taratura dei radar penetrometrici i carotaggi saranno eseguiti, con cadenza indicativamente non inferiore a 1 carota/km per corsia, nei punti giudicati più adatti allo scopo, in base ai risultati prodotti dalle apparecchiature impiegate.

Verrà effettuata una prima campagna di carotaggi al termine della realizzazione dello strato di base costituita da n° 3 carote/km scelte in modo casuale per ciascuna corsia: sulla base di tali carotaggi dovrà essere verificato lo spessore dello strato di base, per il quale saranno ammesse variazioni massime pari a +1/-2 cm rispetto allo spessore nominale di progetto.

Tali eventuali variazioni di spessore dovranno essere compensate con la stesa del binder sovrastante.

Eventuali variazioni eccedenti +1 cm dovranno essere sanate mediante le seguenti operazioni:

- fresatura dello spessore eccedente lo spessore nominale di progetto dello strato di base;
- verifica dello spessore mediante ulteriori carotaggi.

Eventuali sottospessori eccedenti -2 cm dovranno essere sanati mediante le seguenti operazioni:

- fresatura fino a -10 cm rispetto alla quota nominale di estradosso di progetto dello strato di base;
- stesa di una mano d'attacco di emulsione bituminosa a rapida rottura secondo le modalità previste al par. 4.1.8.4;
- stesa di 10 cm di conglomerato bituminoso fino alla quota nominale di progetto dello strato di base;
- verifica dello spessore mediante ulteriori carotaggi.

Al termine della stesa dello strato di usura verrà effettuata una seconda campagna di carotaggi costituita da n° 3 carote/km scelte in modo casuale per ciascuna corsia: sulla base di tali carotaggi dovrà essere verificato lo spessore dell'intero pacchetto (base-binder-usura), ammettendo per i soli strati di usura e binder le seguenti tolleranze:

- 7% per lo strato di usura;
- 10% per il binder.

#### 13.4.1.10 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
Basebinder (ove previsto)	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.



#### 13.4.1.11 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.

#### 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 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia normalmente interessate 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.

Si stabilisce che i conglomerati bituminosi e in genere i materiali legati a bitume e a cemento (schiumati) dovranno essere approvvigionati, di norma, da impianti ubicati a distanza non superiore ai 70 km dai luoghi di impiego. La Direzione Lavori potrà autorizzare approvvigionamenti da distanze superiori sulla base di specifica documentazione fornita dall'Impresa.

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 10ton 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 descritto in seguito.

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.

#### 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 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 basebinder, 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 al paragrafo *Attivanti Chimici Funzionali* 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 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			Basebinder			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

La quantità di ACF varierà da 0.3% a 0.6% in peso del bitume aggiunto ogni 10% di fresato presente nella miscela.

#### 13.4.1.12 STRATO DI BASE

##### AGGREGATO GROSSO (PEZZATURE DA 4 A 31.5 MM)

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.

### MISCELE

Apertura setacci UNlpassante 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 come da progetto.

### REQUISITI DI ACCETTAZIONE

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			% 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

L'impresa potrà presentare nello studio di qualifica delle miscele valori differenti del numero di giri di riferimento a seconda delle determinazioni del Progettista, motivandone la scelta.

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 10-3)	0,72 – 1,40	0,95 – 1,70
CTI (GPa x 10-3)	≥ 65	≥ 75

#### 13.4.1.13 STRATO DI BASEBINDER (OVE PREVISTO IN PROGETTO)

##### AGGREGATO GROSSO (PEZZATURE DA 4 A31.5 MM)

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.

##### MISCELE

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 come da progetto.

## REQUISITI DI ACCETTAZIONE

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:

	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

L'impresa potrà presentare nello studio di qualifica delle miscele valori differenti del numero di giri di riferimento a seconda delle determinazioni del Progettista, motivandone la scelta.

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> )	≥ 65	≥ 75

### 13.4.1.14 STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)

#### AGGREGATO GROSSO (PEZZATURE DA 4 A 31.5 MM)

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.

**MISCELE**

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) essessori come da progetto.

**REQUISITI DI ACCETTAZIONE**

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:

	binder			% 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

L'impresa potrà presentare nello studio di qualifica delle miscele valori differenti del numero di giri di riferimento a seconda delle determinazioni del Progettista, motivandone la scelta.



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> )	≥ 65	≥ 75

#### 13.4.1.15 STRATO DI USURA

##### AGGREGATO GROSSO (PEZZATURE DA 4 A31.5 MM)

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<sub>mix</sub>;
- resistenza al gelo/disgelo inferiore o uguale a 1% (UNI EN 1367-1)

E' facoltà della DL prevedere l'impiego di aggregati "alluvionali", cioè provenienti da frantumazione di rocce tondeggianti; in questo caso (fermo restando i requisiti richiesti), la percentuale (totale) di impiego di questi ultimi non deve essere superiore al 50%.

Gli aggregati alluvionali dovranno provenire dalla frantumazione di elementi sufficientemente grandi da essere formati da elementi completamente frantumati (privi di facce tonde) in percentuale (in peso) ≥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.

##### MISCELE

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 come da progetto.

La DL si riserva la facoltà di decidere di volta in volta quale sarà il fuso di riferimento da adottare

Ai fini di realizzare tratti con elevate caratteristiche di resistenza alla levigabilità è possibile impiegare nella miscela di usura "A" l'inerte artificiale argilla espansa; inoltre è possibile l'impiego di tale materiale in aree dove mancano aggregati di adeguate prestazioni per la realizzazione delle miscele superficiali.

L'impiego può essere abbinato ad aggregati con resistenza alla levigatezza  $\geq 40$  (PSV<sub>40</sub>), valendo la regola del PSVmix .

Per la realizzazione della usura A con argilla espansa valgono le stesse prescrizioni valide per l'usura tipo A con l'aggiunta delle seguenti condizioni per l'argilla espansa:

- l'argilla espansa dovrà essere di tipo resistente con pezzatura 4/10mm
- la resistenza dei granuli allo schiacciamento  $\geq 27$  daN/cm<sup>2</sup>
- l'argilla dovrà essere impiegata in percentuali comprese tra 10 e 12 % in peso sulla miscela degli aggregati

La percentuale di bitume riferita alla miscela, deve essere compresa tra 5,4% e 6,8%

Ai fini della lavorazione l'argilla espansa dovrà essere stoccata in cantiere in idonei siti per evitare che venga a contatto con pioggia o acqua in generale.

L'impiego di argilla espansa può essere esteso anche al binder con le stesse caratteristiche e modalità di impiego.

L'impiego della miscela di binder alleggerita (insieme all'usura) può essere prevista nel caso si voglia ridurre il peso proprio dell'impalcato nel caso di uso sui ponti o viadotti, consentendo imbottiture, impiego di barriere più pesanti, ampliamenti ecc.

#### REQUISITI DI ACCETTAZIONE

Elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale.

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia dalla miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale).

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	Usura A e B			% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
	TQ	Sf	HD	
N1	10	10	10	11-15
N2	120	130	140	3-6
N3	210	220	230	≥ 2

L'impresa potrà presentare nello studio di qualifica delle miscele valori differenti del numero di giri di riferimento a seconda delle determinazioni del Progettista, motivandone la scelta.

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> )	≥ 65	≥ 75

### **13.4.2. CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO "DOPPIO STRATO DRENANTE" AD ALTA CAPACITA' DRENANTE E FONOASSORBENTE**

#### 13.4.2.1 GENERALITÀ

Il conglomerato bituminoso per usura drenante in doppio strato (DDL) è costituito da due strati composti da due diverse miscele di pietrischetti frantumati (lo strato inferiore calcareo, quello superiore con inerti provenienti da rocce effusive) unite con sabbia ed additivo e impastate a caldo con bitume modificato. Le caratteristiche di questo conglomerato per il confezionamento di tappeti d'usura sono:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua in superficie;
- favorire lo smaltimento delle acque meteoriche attraverso una rete di vuoti intercomunicanti;
- elevare la fonoassorbenza abbattendo il rumore di rotolamento e limitando la produzione di rumore alle basse frequenze;
- mantenere elevati valori di drenabilità nel tempo.

#### 13.4.2.2 BITUME

Dovrà essere impiegato bitume di modifica di tipo hard secondo le prescrizioni descritte dalla tabella B del paragrafo 3.1.2 in quantità (in peso sulla miscela) comprese fra 4,3% e 5,0% per lo strato inferiore e 4,8% e 5,7% per lo strato superiore

#### 13.4.2.3 AGGREGATI

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.

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:

#### PER LO STRATO SUPERIORE

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  $PSV_{mix}$  (vedi par. 4.1.4.1);
- resistenza al gelo/disgelo inferiore o uguale a 1% (UNI EN 1367-1)

E' facoltà di ANAS prevedere l'impiego di aggregati "alluvionali", cioè provenienti da frantumazione di rocce tondeggianti; in questo caso (fermo restando i requisiti richiesti), la percentuale (totale) di impiego di questi ultimi non deve essere superiore al 50%.

Gli aggregati alluvionali dovranno provenire dalla frantumazione di elementi sufficientemente grandi da essere formati da elementi completamente frantumati (privi di facce tonde) in percentuale (in peso)  $\geq 80\%$ ; la restante parte non dovrà essere mai completamente tonda.

È inoltre facoltà della D.L. 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.

PER LO STRATO INFERIORE

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.

13.4.2.4 MISCELA

Le miscele dovranno avere composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati:

Strato inferiore calcareo:

setacci UNI EN	passante totale % in peso
	(sp. 3 cm)
setaccio 20	100
setaccio 14	80-100
setaccio 8	20-70
setaccio 4	12-25
setaccio 2	10-20
setaccio 0,5	8-14
setaccio 0,25	7-13
setaccio 0,063	6-12

Strato superiore confezionato con inerti provenienti da rocce effusive con PSV > 44

setacci UNI EN	passante totale in peso %
	(sp. 2 cm)
setaccio 8	100
setaccio 6,3	65-90
setaccio 4	13-25
setaccio 2	10-18

setaccio 0.5	8-14
setaccio 0,25	7-13
setaccio 0,063	6-12

Le prestazioni in termini di capacità drenante della miscela (doppio strato), misurata con permeametro a colonna come descritto al par. 4.2.9 ad un mese dalla messa in opera, dovrà risultare >25 lt min :

La DL, al fine di verificare l'elevata fonoassorbenza, si riserva la facoltà di controllare mediante rilievi effettuati in sito con il metodo dell'impulso riflesso sempre effettuato dopo il 15° giorno della stesa del conglomerato. In questo caso con una incidenza radente di 30° i valori di dovranno essere:

frequenza (Hz)	coeff. fonoassorbimento
400 / 630	$\alpha > 0,25$
800 / 1250	$\alpha > 0,50$
1600 / 2500	$\alpha > 0,25$

#### 13.4.2.5 REQUISITI DI ACCETTAZIONE

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)	100

I provini dovranno essere compattati mediante pressa 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:

	Strato calcareo	Strato superiore	% vuoti
N1	10	10	≥ 28
N2	50	50	≥ 22
N3	130	130	≥ 20

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):

	Strato calcareo	Strato superiore
Rt (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	0,34 – 0,58	0,36-0,60
CTI (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	≥ 20	≥ 22

#### 13.4.2.6 CONTROLLO SULLA QUALITÀ DELLA COMPATTAZIONE DELLE MISCELE

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati per strati di usura tradizionali indicate all'art. 4.1.8.1.

#### 13.4.2.7 FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

Valgono le stesse prescrizioni indicate all'art. 4.1.8.3.

#### 13.4.2.8 POSA IN OPERA DELLE MISCELE

La sovrapposizione del secondo strato dovrà essere eseguita entro le 24 ore successive alla stesa del 1° strato. Inoltre la temperatura alla stesa del conglomerato di entrambi gli strati non dovrà essere inferiore a 160 °C e la temperatura degli impasti non dovrà essere superiore a 180 °C.

Valgono inoltre le stesse prescrizioni indicate all'art. 4.1.8.4 .

### PROCEDURA DI PROVA PER LA DETERMINAZIONE DELLA DRENABILITÀ

Questa procedura descrive le modalità, il campo di applicazione, e lo scopo del sistema di misura della permeabilità degli strati superficiali di pavimentazioni stradali.

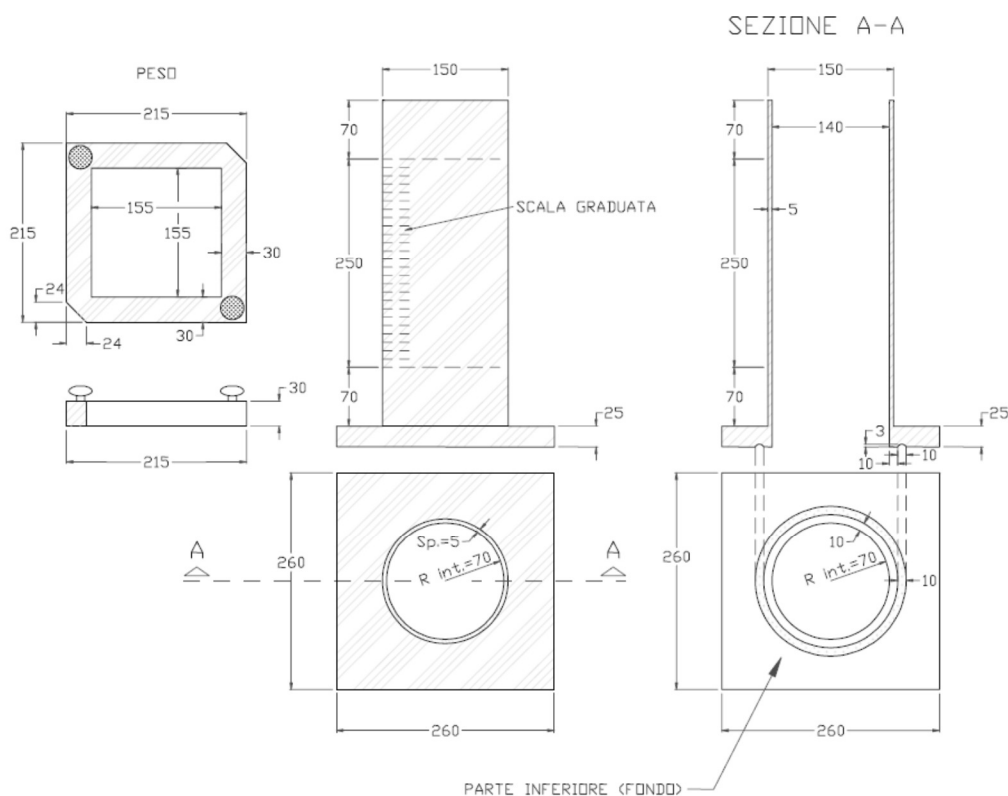
La metodologia consiste nel misurare la capacità di smaltimento d'acqua di una pavimentazione mediante l'utilizzo di un contenitore cilindrico di dimensioni e forma definite, che viene posto sulla pavimentazione da testare e riempito con acqua.

Il tempo necessario per lo svuotamento di un dato volume d'acqua contenuta dal recipiente permette di misurare la permeabilità della pavimentazione.

## APPARECCHIATURA DI PROVA

Per l'esecuzione della prova vengono utilizzate le seguenti attrezzature:

- Contenitore cilindrico (permeabilmetro), vedi Fig.;
- Mastice o silicone per il fissaggio del permeabilmetro sulla pavimentazione;
- Peso non minore di 5000 g.



## DESCRIZIONE E MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROVA

Si pone il permeabilmetro vuoto sulla pavimentazione in esame tracciando con un gesso cerato il bordo esterno ed il cerchio interno del permeabilmetro che rappresenta l'area di prova.

Tolto il permeabilmetro dall'area tracciata, si spalma accuratamente il silicone sulla superficie di contatto tra la base dello strumento e la pavimentazione, esclusa l'area di prova, sigillando così i fori superficiali della pavimentazione; inoltre sul fondo dello strumento, nella parte solcata intorno al foro cilindrico, va applicato un filo di silicone, facendo attenzione che sia superiore alla profondità del solco di circa 2 mm.

Si pone lo strumento sulla pavimentazione, facendolo coincidere con i segni precedentemente effettuati, per evitare qualsiasi riduzione dell'area di prova; si applica un peso (non minore di 5000 g) per migliorare l'aderenza al suolo dello strumento.

Subito dopo, per eliminare l'aria contenuta nel conglomerato e per renderne uniforme la temperatura nell'area di prova, si effettua un primo riempimento del permeabilmetro; non appena il livello dell'acqua



arriva allo zero della scala graduata (livello inferiore), si riempie nuovamente il permeabilmetro fino al bordo superiore, facendo in modo di far trascinare una certa quantità di acqua.

Non appena il livello dell'acqua arriva alla soglia superiore della scala graduata (altezza di 250 mm), si fa partire la rilevazione dell'intervallo di tempo che termina quando il livello d'acqua è sceso fino allo zero di gradazione.

Il rapporto tra la quantità d'acqua (in  $\text{dm}^3$ , nota) e l'intervallo di tempo trascorso (in minuti) rappresenta la capacità drenante espressa in  $\text{dm}^3/\text{min}$ .

Il valore singolo è ricavato dalla esecuzione di due prove distanti 1 metro l'una dall'altra, mediandone i due risultati.

#### RISULTATI DELLE PROVE

Il valore di permeabilità o capacità drenante viene espresso in  $\text{lt}/\text{min}$  come valore medio (M) delle due prove effettuate nel punto della pavimentazione in esame come descritto al punto precedente;  $M + 20\%M$  rappresenta l'intervallo di capacità drenante entro cui devono cadere le due prove per poter essere ritenute valide.

### **13.4.3. USURA ANTISKID SMA (SPLITTMASTIX ASPHALT)**

#### DESCRIZIONE

Gli splittmastixasphalt (SMA), conosciuti anche con il termine stone mastic asphalt, sono conglomerati chiusi ad alto contenuto di graniglia, legata mediante un mastice a base di bitume e filler, in grado di fornire rugosità superficiale, stabilità, resistenza alle deformazioni e all'ormaiamento.

#### BITUME

Per gli splittmastixasphalt dovranno adottarsi bitumi di tipo modificato Hard (HD) come descritti in 3.1.2.

#### MATERIALI INERTI

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, di forma poliedrica a spigoli vivi, senza traccia di polvere e materiali estranei secondo le Norme UNI EN 13043.

Gli aggregati risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al setaccio ISO 3310-3 di apertura 4 mm), degli aggregati fini e del filler o additivo, così come definiti dalla Norma UNI EN 13108-1.

Ai fini dell'impiego è obbligatoria l'attestazione di conformità (CE) da parte del produttore relativamente ai requisiti richiesti.

#### AGGREGATO GROSSO (PEZZATURE DA 4 mm A 31,5 mm)

L'**aggregato grosso** dovrà essere costituito da pietrischetti e graniglie ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee o da elementi naturali tondeggianti frantumati. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati di seguito:

- la resistenza alla levigatezza (UNI EN 1097-8) deve risultare pari almeno pari a 44 (PSV<sub>44</sub>);
- 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 18%;
- il coefficiente di appiattimento secondo la Norma UNI EN 933-3, dovrà essere minore o uguale al 15%;
- la resistenza al gelo-disgelo determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1 dovrà essere minore o uguale all'1%.
- la quantità di frantumato deve essere pari al 100% (un granulo si intende frantumato quando presenta meno del 20% di superficie arrotondata).

Nel caso si adottino miscele con aggregati di natura petrografica diversa (miste) è possibile l'impiego di aggregati con PSV  $\geq 44$  (PSV<sub>44</sub>) va calcolato il PSV<sub>mix</sub> che deve risultare  $\geq 44$ .

#### AGGREGATO FINO (PEZZATURE INFERIORI A 4 mm)

L'**aggregato fino** dovrà essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione e fornire un equivalente in sabbia, secondo la Norma UNI EN 933-8, maggiore o uguale a 75.

#### ADDITIVI

Il **filler**, frazione passante al setaccio 0,063 mm costituita da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, oppure da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto o ceneri volanti, deve soddisfare i requisiti indicati in 4.2.2 a proposito dei conglomerati bituminosi drenanti.

Al fine di ottenere il rinforzo strutturale della miscela ed impedire la separazione del bitume dagli aggregati durante le fasi di trasporto occorre prevedere, mediante idonee apparecchiature, l'aggiunta di fibre (3.5) in quantità di norma comprese tra lo 0,25% e lo 0,50% rispetto al peso degli aggregati, e comunque secondo i dosaggi e le modalità indicate sulla base di specifiche prove condotte da Laboratori qualificati indicati dal Committente.

#### MISCELE

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi sotto elencati.

Apertura setacci (mm)	Fuso					
	Miscela 0-12		Miscela 0-8		Miscela 0-5	
20	100	100				
14	90	100	100.0	100		

10	60	75	90.0	100	100	100
6.3	40	50	30.0	50	90	100
4	25	35	25	35	30	40
2	18	28	20.0	25	20	25
0.5	13	21	14.0	19	14	18
0.063	7	12	8.0	12	9	12

Indicativamente, gli spessori dello strato finito, per ciascuna delle tre tipologie di miscele ammesse (0-12, 0-8, 0-5) sono rispettivamente 2.5-5.0 cm, 2.0-4.0 cm e 1.5-3.0 cm; si rimanda al progetto per il valore esatto dello spessore da assegnare allo strato.

Le percentuali di bitume, riferite alla miscela, saranno pari a quanto di seguito riportato:

Miscela	% bitume
0-12	5,8-6,7
0-8	6,1-7,0
0-5	6,5-7,4

#### REQUISITI DI ACCETTAZIONE

I provini dovranno essere compattati mediante pressa giratoria ad un numero di giri finale (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e del legante.

La verifica della percentuale dei vuoti dovrà essere eseguita in ogni caso in corrispondenza di tre soglie del numero di giri, ossia: N1 (iniziale), N2 (medio) ed N3 (finale).

Il numero di giri da assumere come riferimento e le relative percentuali dei vuoti da raggiungere sono in particolare:

	Splittmastix Asphalt	% vuoti
N1	10	8-12
N2	50	2-4
N3	130	≥ 2

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante pressa giratoria (compattate a N2) 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).

	Splittmastix Asphalt
Rt (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	≥ 0.50

CTI (GPa x 10-3)	≥ 45
------------------	------

#### CONTROLLO SULLA QUALITA' DELLA COMPATTAZIONE DELLE MISCELE

Allo scopo di valutare l'idoneità ed il corretto utilizzo dei mezzi di compattazione, le percentuali dei vuoti dovrà risultare compresa nei limiti seguenti:

Lavorazione	Percentuale dei vuoti (UNI EN 12697-8)	
	min	max
Splittmastix Asphalt	2	7

Le suddette verifiche potranno essere eseguite anche in corso d'opera, per dare modo alla DL di valutare l'idoneità della compattazione ed avanzare eventuali richieste circa la variazione dei sistemi adottati dall'impresa.

#### FORMAZIONE E CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

Si rimanda alla voce relativa ai conglomerati drenanti e fonoassorbenti (4.2.6).

#### PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA

Per il manto di usura di tipo splittmastix la mano d'attacco ha solo lo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante, e non l'impermeabilizzazione come si richiede invece ai drenanti.

Anche in questo caso può essere comunque impiegata emulsione di bitume modificato HD, oppure bitume modificato HD steso a caldo, in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,50 Kg/m<sup>2</sup>. 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 potrà essere utilizzata sabbia o calce idrata.

#### POSA IN OPERA DELLE MISCELE

Valgono le stesse prescrizioni riportate per lo strato drenante fonoassorbente (4.2.7).

### 13.5. CONGLOMERATI BITUMINOSI RIGENERATI IN SITO O IN IMPIANTO

#### 13.5.1. 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.

### **13.5.2. MATERIALI INERTI**

Nei lavori dove è prevista l'aggiunta di inerte fresco questi dovranno rispettare le stesse prescrizioni di cui al paragrafo 4.1.4.

### **13.5.3. 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 A.

### **13.5.4. 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.

### **13.5.5. CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE**

Valgono le stesse prescrizioni dei conglomerati tradizionali (paragrafo 4.1.8).

### **13.5.6. 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.

### **13.5.7. 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 e approvati dalla dl prima dell'inizio delle lavorazioni;
- L'esecuzione, in corso d'opera mediante idoneo laboratorio di cantiere 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 dovranno essere reimpiegati per la confezione di nuovi conglomerati bituminosi nelle percentuali, modalità e norme definite dall'adl.

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.

### **13.5.8. RIGENERAZIONE A FREDDO IN SITO O TRAMITE IMPIANTO MEDIANTE EMULSIONE BITUMINOSA**

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 "piazziati" in aree vicino al sito di stesa

Gli spessori degli strati compattati potranno variare da 12 a 20 cm.

#### **13.5.8.1 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%

#### **13.5.8.2 LEGANTE E ADDITIVI**

Per legante si dovrà impiegare emulsione bituminosa acida modificata (con sbs e/o lattice) secondo le caratteristiche indicate in precedenza nella 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 riportate nel paragrafo 3.3.

### 13.5.8.3 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

### 13.5.8.4 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 ± 3
Angolo di rotazione	1,25 ± 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
I <sub>ts</sub> 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>

### 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 oltrechè allo stabilire l'eventuale aggiunta di aggregati di integrazione.

A tal fine si dovranno realizzare provini con pressa giratoria, 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) secondo quanto indicato in precedenza, in cui sono descritte anche le resistenze richieste.

### 13.5.8.5 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 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;
- 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;

- La verifica delle caratteristiche del conglomerato finito (peso di volume e percentuale di vuoti ecc.);
- La verifica delle resistenze diametrali.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli sull'impianto ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

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,.

#### 13.5.8.6 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 del paragrafo 3.3, 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 nella miscela.

#### 13.5.8.7 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 e approvati da dl/as prima dell'inizio delle lavorazioni;
- L'esecuzione, in corso d'opera mediante idoneo laboratorio di cantiere 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 dl.

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 scarica.

## **13.6. CONTROLLO REQUISITI PRESTAZIONALI DI ACCETTAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI**

### **13.6.1. PREMESSE**

I controlli dei requisiti di accettazione di tipo prescrittivo che si riferiscono alle specifiche miscele e leganti da sottoporre al controllo sono richiamati nei paragrafi precedenti.

Di seguito sono riportati i controlli di tipo prestazionale che valutano le caratteristiche superficiali e strutturali delle pavimentazioni.

### **13.6.2. ADERENZA E TESSITURA**

I valori di ADERENZA E TESSITURA costituiscono il **dato prestazionale superficiale**, i valori da ottenere sono dipendenti da:

- i tipi di materiale usati per l'esecuzione dello strato superficiale;
- le condizioni planoaltimetriche del tracciato in ogni suo punto;
- il tipo di traffico prevalente e la sua intensità.

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale CAT verrà misurato con l'apparecchiatura SCRIM, SUMMS o ERMES secondo la Norma CNR B.U. n° 147 del 14.12.92.

La tessitura geometrica HS intesa come macro tessitura superficiale verrà misurata in termini di MPD con l'apparecchiatura SCRIM, SUMMS o ERMES secondo la Norma UNI EN ISO 13473-1; il valore di HS da confrontare con i limiti riportati in tabella risulterà

$$HS = 0,2 + 0,8 \cdot MPD$$

Gli indicatori CAT e HS dovranno essere superiori o uguali ai seguenti valori:

- |   |          |          |
|---|----------|----------|
| a) Conglomerati bituminosi per strati di usura                      | CAT ≥ 58 | HS ≥ 0,4 |
| b) Conglomerati bituminosi per strati di usura provvisoria (binder) | CAT ≥ 50 | HS ≥ 0,3 |

c) Conglomerati bituminosi per strati di usura con argilla espansa	CAT ≥ 62	HS ≥ 0,4
d) Conglomerati bituminosi drenanti	CAT ≥ 53	HS ≥ 1,0
e) Conglomerati bituminosi drenanti con argilla espansa	CAT ≥ 56	HS ≥ 0,8
f) Conglomerati bituminosi multifunzionali	CAT ≥ 58	HS ≥ 0,3
g) Conglomerati bituminosi a doppio strato drenante	CAT ≥ 53	HS ≥ 1,0
h) Conglomerati bituminosi rigenerati in sito a caldo	CAT ≥ 55	HS ≥ 0,4
i) Trattamenti superficiali a freddo tipo macroseal - spessore 6 mm	CAT ≥ 62	HS ≥ 0,5
j) Trattamenti superficiali a caldo (microtappeti)	CAT ≥ 55	HS ≥ 0,3
k) Irradiatura meccanica di irruvidimento (pallinatura)	CAT ≥ 5 rispetto al CAT persistente	
l) Splittmastixasphalt	CAT ≥ 62	HS ≥ 0,5

Le misure di CAT e di HS dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, ad eccezione dei conglomerati bituminosi drenanti ad elevata rugosità superficiale, per i quali le misure dovranno essere effettuate tra il 60° ed il 270° giorno dall'apertura al traffico, mentre le irradiazioni meccaniche di irruvidimento (pallinatura) andranno valutate entro il 60° giorno dall'intervento.

Le misure di CAT e HS saranno effettuate con gli strumenti del laboratorio qualificato o anche da "terzi", purché operanti con specifiche ed attrezzature verificate preventivamente dalla DL. La velocità di rilievo dovrà essere mantenuta per quanto possibile costante e pari a 60 ± 5 km/h.

Dovrà essere rilevata l'intera lunghezza degli interventi realizzati da ogni singolo cantiere; le misure di CAT e HS dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e quindi analizzate per tratte omogenee.

Prima di detta analisi i valori di CAT dovranno essere riportati alla temperatura di riferimento (20°C); l'operazione si effettuerà secondo la seguente formule correttiva elaborata dal TRRL, non sono previste invece correzioni per l'HS:

$$CAT_{20} = \frac{CAT_t}{0,548 + \frac{44,69}{(t + 80)}}$$

dove  $CAT_{20}$  è il valore CAT riportato alla temperatura di riferimento 20°C

$CAT_t$  è il valore CAT nelle condizioni di prova

t è la temperatura dell'aria nelle condizioni di prova in °C

Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio; l'analisi sarà condotta con il programma di calcolo allegato alle presenti Norme Tecniche.

**I valori medi di CAT e HS ricavati per ciascuna WBS dovranno risultare maggiori o uguali alle prescrizioni riportate.**

Nel caso in cui l'apparato di misura abbia rilevato CAT ed HS su i due lati della corsia in esame è facoltà della DL analizzare entrambe le serie e prendere in considerazione i valori medi di CAT ed HS relativi alle WBS in condizioni peggiori, detta misurazione valuterà comunque l'intera larghezza dell'intervento.

### **13.6.3. REGOLARITÀ**

I valori di REGOLARITA' costituiscono il **dato prestazionale superficiale** insieme alla ADERENZA e TESSITURA.

La regolarità della superficie di rotolamento potrà essere misurata con apparecchiature ad alto rendimento dotate di profilometro laser tipo inerziale di classe 1 secondo ASTM E950-98(2004) e calcolata attraverso l'indice IRI (International Roughness Index)

come definito dalla Norma UNI EN 13036-8 con un "passo di misura" di 10 cm e "passo di calcolo" di 20 m.

L'indicatore IRI dovrà essere inferiore o uguale ai seguenti valori:

- IRI  $\leq 1,8$  mm/m intervento su tutta la carreggiata;
- IRI  $\leq 2,0$  mm/m intervento limitato ad una parte della carreggiata;

Queste prescrizioni valgono, qualora si intervenga esclusivamente sugli strati superficiali con:

- Conglomerati Bituminosi tipo Usure e Binder in caso di anticipata apertura al traffico;
- Conglomerati Bituminosi tipo Drenanti e;

il valore ottenuto dopo l'intervento non dovrà essere peggiore di quello presente prima di esso; in caso di carenza di misura preventiva, il valore di IRI dovrà essere inferiore o uguale a 2,5 mm/m.

Le misure di regolarità dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra la stesa ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Le misure saranno effettuate con gli strumenti del laboratorio qualificato o anche da "terzi", purché operanti con specifiche ed attrezzature verificate preventivamente dalla DL. La velocità di rilievo dovrà essere mantenuta quanto più possibile costante e non dovrà scendere sotto i 25 km/h.

Dovrà essere rilevata l'intera lunghezza degli interventi realizzati da ogni singolo cantiere e dovrà essere interessata almeno una corsia; le misure di IRI dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e quindi analizzate per tratte omogenee.

Per WBS si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio; **I valori medi di IRI ricavati per ciascuna WBS dovranno risultare minori o uguali alle prescrizioni riportate.**

Nel caso in cui l'apparato di misura abbia rilevato l'IRI su i due lati della corsia in esame è facoltà della DL analizzare entrambe le serie e prendere in considerazione i valori medi di IRI relativi alle TRATTE OMOGENEE in condizioni peggiori, detta misurazione valuterà comunque l'intera larghezza dell'intervento.

#### **13.6.4. PORTANZA**

I valori di PORTANZA costituiscono il **dato prestazionale strutturale**.

La misura della portanza si ottiene valutando il bacino di deflessione effettivo della pavimentazione dovuto all'applicazione di un carico dinamico imposto da una macchina a massa battente (Falling Weight Deflectometer - FWD) e/o una macchina mobile ad alto rendimento con asse di misura da 12 t.

La macchina FWD da usare deve essere dotata di 9 misuratori di abbassamento (deflessione) montati in linea ad una distanza prefissata dalla piastra di carico (le distanze dal centro piastra in mm sono: 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500, 1800); le misure saranno effettuate di norma su un allineamento disposto centralmente rispetto alla larghezza dell'intervento, o, in caso di dubbi sulla buona riuscita ai bordi, potrà anche essere effettuate nella parte laterale ad almeno 50 cm dal bordo, comunque, i risultati ottenuti varranno per l'accettazione di tutta la larghezza di intervento.

L'attrezzatura mobile ad alto rendimento per il rilievo in velocità dovrà fornire valori di bacino (abbassamenti) almeno in corrispondenza dell'asse ruota ed a 200, 300, 900 e 1500 mm dall'asse.

Il valore indicativo del bacino, da usare come dato di riferimento per le nuove pavimentazioni (NC), è quello denominato Indice Strutturale 300 (IS300) ottenuto come differenza tra la deflessione massima registrata al centro della piastra del FWD ed a 300 mm da detto centro, mentre i valori, comunque da registrare, degli altri abbassamenti potranno essere usati solo a fini di studio e non per le valutazioni contrattuali nel modo qui di seguito descritto.

Le valutazioni si faranno di norma sulle pavimentazioni finite, ed è su questi valori che si opererà per le verifiche in termini contrattuali; altre misure, effettuate in corso d'opera sugli strati più bassi e/o intermedi, potranno essere usati dalla DL per dare indicazioni all'impresa esecutrice, che comunque sarà valutata sul risultato finale.

Le misure con FWD saranno effettuate con gli strumenti del Laboratorio qualificato (ed operante con le specifiche ed attrezzature verificate preventivamente dalla DL); esse avranno una cadenza minima di una valutazione ogni 20 o ogni 50 metri, in funzione dell'effettiva estensione dell'intervento, oppure su distanze minori indicate della DL. Per ogni stazione di misura si dovranno eseguire almeno 3 ripetizioni di carico imponendo una assegnato sforzo pari a 1700 kPa, il bacino di riferimento è il bacino registrato nell'ultima ripetizione. Le misure si estenderanno a tutto il tratto dell'intervento.

Con le nuove apparecchiature per le misure in velocità tipo Traffic Speed Deflectometer il rilevamento del parametro strutturale avverrà in continuo ed ad alta velocità.

Prima dell'inizio dei lavori verranno presentati diagrammi di controllo specifici delle distinte tipologie di pavimentazione in progetto. Tali diagrammi saranno ottenuti valutando le caratteristiche di portanza, e quindi i bacini di deflessione, che si ottengono sollecitando con un assegnato sforzo (1700 kPa) i materiali previsti. Tali calcoli permetteranno di determinare i limiti ammissibili per l'Indice Strutturale IS300 in funzione delle condizioni di prova.

Le condizioni di prova saranno valutate attraverso la temperatura effettiva dell'aria al momento della prova.

Le prove vanno di norma eseguite ad una determinata temperatura di riferimento dell'aria (14°), ma saranno considerate comunque valide se contenute negli intervalli di temperatura dell'aria comprese tra 10 e 20°C come rappresentato in figura, oltre tali intervalli di temperatura i dati saranno comunque registrati, ma non costituiranno condizioni vincolanti ai fine dell'accettazione.

Anche il caso di prove FWD eseguite con un diverso valore di carico imposto richiederà un adeguamento dei diagrammi di controllo.

Le diverse curve presenti nel diagramma si riferiranno ai diversi momenti di maturazione del materiale legato a cemento previsto in sede progettuale in cui la misura può essere eseguita (a un mese, a 6 mesi e ad 1 anno dalla stesa dell'ultimo strato). Nel caso di uso di legante cementizio le misure andranno fatte almeno 3 giorni dopo la stesa.

La misurazioni di accettazione si faranno sulle pavimentazioni finite al massimo entro un anno dalla stesa dell'ultimo strato.

Le misure dell'Indice Strutturale (IS) effettuate con i passi indicati andranno analizzate per tratte omogenee.

Prima di detta analisi si dovranno riportare, alla temperatura di riferimento, tutti i valori di IS<sub>300</sub> rilevati.

La trasformazione riguarderà le sole temperature in quanto tutte le prove, per il tratto in esame, devono essere completate entro un periodo di non più di sette giorni, per cui il diverso tempo di maturazione si considera non influente sui risultati.

La correzione che riporta i valori degli indici strutturali alla temperatura dell'aria di riferimento (14 °C) si effettuerà secondo la seguente formula i cui coefficienti, diversi per ogni tipo di intervento, assumono per la soluzione di progetto i valori che seguono.

$$\Delta_{IS} = a \cdot T_{aria}^2 + b \cdot T_{aria} - c$$

dove

–  $\Delta_{IS}$  rappresenta il valore da sottrarre con il suo segno al valore di IS misurato

–  $T_{aria}$  corrisponde alla temperatura dell'aria nelle condizioni di prova espressa in °C.

La successiva definizione delle tratte omogenee per portanza sarà effettuata con i valori così ricavati utilizzando il programma di calcolo allegato alle presenti Norme Tecniche.

Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio: il coefficiente di variazione calcolato sulla base di almeno 10 misure di portanza dovrà risultare, per l'insieme dei punti appartenenti ad una stessa tratta omogenea, inferiore a 0,15.

I valori medi di IS ricavati per ciascuna WBS dovranno risultare minori o uguali alle prescrizioni riportate. L'accettazione del lavoro, si avrà quindi soltanto se il valore dell'Indice Strutturale IS<sub>300</sub> del tratto omogeneo non supererà in nessun caso il valore di soglia indicato dal diagramma, nelle condizioni di prova e per il tipo di intervento eseguito.

Le analisi di cui sopra dovranno essere riferibili esclusivamente ai tratti autostradali.

### **13.6.5. 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 1 carota/km).

Dovrà essere rilevata l'intera lunghezza dell'intervento realizzato da ogni singolo cantiere; 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.

I valori medi di spessore ricavati per ciascuna WBS dovranno risultare conformi alle dimensioni di progetto.

## **13.7. DRENAGGI**

### **13.7.1. DRENAGGI TRADIZIONALI (ESTERNI ALLE ZONE PAVIMENTATE) PER OPERE ESTERNE ALL'AUTOSTRADA**

I drenaggi dovranno essere formati con pietrame, ciottolame o misto di fiume e posti in opera su platea in calcestruzzo; il cunicolo drenante di fondo sarà realizzato con tubi di cemento disposti a giunti aperti o con tubi perforati di acciaio zincato.

Il pietrame ed i ciottoli saranno posti in opera a mano con i necessari accorgimenti in modo da evitare successivi assestamenti. Il materiale di maggiori dimensioni dovrà essere sistemato negli strati inferiori mentre il materiale fino negli strati superiori.

La DL potrà ordinare l'intasamento del drenaggio già costituito con sabbia lavata. L'eventuale copertura con terra dovrà essere convenientemente assestata. Il misto di fiume, da impegnare nella formazione dei



drenaggi, dovrà essere pulito ed esente da materiali eterogenei e terrosi, granulometricamente assortito con esclusione dei materiali passanti al setaccio 0,4 della serie UNI.

### **13.7.2. DRENAGGI CON FILTRO IN "NON TESSUTO" (ESTERNI ALLE ZONE PAVIMENTATE O EFFETTUATI PRIMA DI STENDERE LE PAVIMENTAZIONI)**

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o per il drenaggio laterale delle pavimentazioni i drenaggi potranno essere realizzati con filtro laterale in tessuto "non tessuto" costituito da fibre sintetiche e filamenti continui coesionati mediante agugliatura meccanica o a legamento doppio con esclusione di colle o altri componenti chimici. Il geotessile non dovrà avere superficie liscia, dovrà apparire uniforme, essere resistente agli agenti chimici, alle cementazioni abituali in ambienti naturali, essere imputrescibile e atossico, avere buona resistenza alle alte temperature, essere isotropo.

In ogni caso i materiali dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla DL Il materiale da usare dovrà avere una resistenza a trazione su striscia di almeno 2 kN/mt (UNI-EN 10319) e buone caratteristiche filtranti (sotto un peso di 2 kg/cm<sup>2</sup> lo spessore del non tessuto dovrà essere non inferiore a 0,5 mm); il peso minimo accettabile del tessuto non tessuto sarà invece di 300 grammi/m<sup>2</sup>.

I vari elementi di non tessuto dovranno essere cuciti tra di loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione degli elementi dovrà essere di almeno 50 cm.

La parte inferiore dei non tessuti, a contatto con il fondo del cavo del drenaggio e per un'altezza di almeno 5 cm sui fianchi dovrà essere impregnata con bitume a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul poliestere) in ragione di almeno 2 kg/m<sup>2</sup>. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del non tessuto stesso o anche dopo la sua sistemazione in opera. L'impregnazione potrà anche essere usata in altri punti per impedire la filtrazione e/o il drenaggio nel punto impregnato. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di non tessuto necessaria ad una doppia sovrapposizione della stessa sulla sommità del drenaggio (due volte la larghezza del cavo).

Il cavo rivestito verrà successivamente riempito e ben compattato con materiale lapideo pulito e vagliato trattenuto al crivello 10 mm UNI, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm.

Il materiale dovrà ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il non tessuto alle pareti dello scavo.

Terminato il riempimento si sovrapporrà il non tessuto fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata o altro materiale, a seconda della posizione del drenaggio.

### **13.7.3. DRENAGGI A SCAVO AUTOMATIZZATO E CON RIEMPIMENTO IN CALCESTRUZZO POROSO (PER DRENARE ZONE GIA' PAVIMENTATE)**

I drenaggi laterali delle pavimentazioni lungo la mezzzeria della corsia di emergenza dovranno essere realizzati mediante uno scavo di larghezza non inferiore a 30 cm eseguito con idonea fresatrice automatica. Lo scavo dovrà raggiungere una profondità di almeno 30 cm sotto il piano di posa dello strato di fondazione della pavimentazione.

Nel caso che la pendenza esistente nella pavimentazione non sia sufficiente a garantire un rapido smaltimento delle acque (minore dell'1,0%) la profondità del cavo dovrà essere variabile in modo da consentire lo scorrimento delle acque verso gli scarichi.

Verrà sempre impiegato un filtro in tessuto non tessuto analogo a quello descritto nel precedente paragrafo con le stesse modalità di impiego.

Il fondo di detto non tessuto dovrà essere impermeabilizzato con bitume, come descritto nel precedente paragrafo; in alternativa si potrà usare sul fondo dello scavo una platea in calcestruzzo di classe R'bK 200 kg/cm<sup>2</sup>, dell'altezza media di 5 cm, dopo la messa in opera del "non tessuto" sulla platea, oppure dopo l'impermeabilizzazione con bitume dello stesso "non tessuto".

Per lo smaltimento delle acque si potranno utilizzare materassini in materiale sintetico non putrescibile drenanti rivestiti in "non tessuto" posti in doppio strato a diretto contatto col "non tessuto" di fondo, oppure tubazione in corrugato di p.v.c. del diametro 100 mm microfessurata.

Il cavo rivestito di "non tessuto", con dispositivo di smaltimento delle acque prescelto, verrà successivamente riempito di calcestruzzo poroso.

Il calcestruzzo poroso dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- la quantità di cemento da impiegare dovrà essere pari a 150 kg per mc. del tipo 325 preferibilmente pozzolanico o d'alto forno.
- la resistenza a compressione a 28 giorni dovrà essere maggiore od uguale a 100 kg/cm<sup>2</sup>.
- la dimensione massima degli aggregati dovrà essere di 40 mm.
- le pezzature da usare dovranno essere di 3 tipi:
  - 0/5 per circa 300 kg/mc
  - 5/20 per circa 675 kg/mc
  - 20/40 per circa 675 kg/mc
- l'acqua d'impasto dovrà essere 70-80 litri/mc
- il calcestruzzo maturato dovrà avere una capacità drenante di almeno 20 l/sec/m<sup>2</sup>.

Questo calcestruzzo dovrà inoltre ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il "non tessuto" alle pareti dello scavo.

Terminato il riempimento, il calcestruzzo poroso dovrà essere ben vibrato mediante vibrocostipatori o vibratori ad immersione e si sovrapporrà il "non tessuto" fuoriuscente in sommità; su di esso verrà eseguita una copertura in conglomerato bituminoso tipo chiuso (2% dei vuoti della prova Marshall) per uno spessore medio non inferiore a 7 cm.

## **14. SEZ. 14 “BARRIERE DI SICUREZZA E RECINZIONI”**

---

### **14.1. GENERALITÀ**

---

I progetti e le relative esecuzioni relative all'installazione di dispositivi di sicurezza devono attenersi rigorosamente a quanto prescritto dal Decreto Ministeriale dei Lavori Pubblici n. 223 del 18 febbraio 1992 in materia di installazione di dispositivi di sicurezza e dalle successive integrazioni e modificazioni fino al vigente D.M. n°2367 del 21.6.2004, alla Circolare del Ministero dei Trasporti Prot n. 0104862 del 15/11/2007, ed al D.M. del 28.6.2011 salvo l'eventuale emanazione di un ulteriore aggiornamento prima dell'esecuzione dei lavori.

Le barriere ed i dispositivi, a seconda della loro destinazione ed ubicazione, devono corrispondere a quanto prescritto nelle "Istruzioni Tecniche" allegate alla normativa di cui sopra.

Le protezioni dovranno essere realizzate secondo le modalità ed utilizzando i dispositivi previsti dal progetto e dal presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Gli interventi compreso quelli relativi alle barriere amovibili, nonostante la mobilità del sistema, avranno le caratteristiche dell'impianto di tipo "definitivo" per cui il materiale impiegato, in particolare per le barriere metalliche, dovrà essere esclusivamente di nuova produzione.

### **14.2. EQUIVALENZA DEI DISPOSITIVI DI SICUREZZA**

---

Devono essere utilizzati dispositivi di sicurezza, dotati di marcatura CE ai sensi della norma EN 1317-5 che risultino rispondenti ai requisiti prestazionali indicati in progetto (compresi, ma non limitatamente a, larghezza operativa e livello massimo di severità dell'urto).

Le barriere amovibili per varchi ed i terminali speciali testati previsti in progetto dovranno essere dotati di omologazione, ai sensi del D.M. 2367 del 21.6.2004 o, in assenza di omologazione, dovranno essere stati sottoposti con esito positivo alle prove d'urto prescritte dalla norma ENV 1317-4, o alla norma eventualmente emessa dal CEN in sostituzione della ENV 1317-4, se pubblicata prima della fornitura dei dispositivi. In questo caso i cui rapporti di prova devono essere verificati, ai sensi del decreto ministeriale 21.6.2004 e del relativo allegato tecnico, da parte della stazione appaltante.

Il direttore dei lavori accerta l'esito positivo dei rapporti di prova, effettuati ai sensi del citato decreto ministeriale 21.6.2004 e del relativo allegato tecnico, e il collaudatore ne dà atto in sede di certificato di collaudo.

### **14.2.1. DOCUMENTAZIONE DA PRESENTARE**

Per la valutazione dell'idoneità del prodotto proposto e per la verifica della congruenza con i requisiti prestazionali di progetto dovranno essere forniti, i seguenti documenti:

- Certificazione relativa alla marcatura CE del prodotto ai sensi della norma EN 1317-5 e relativi allegati di supporto alla certificazione prodotti dall'ente notificato (per tutti i dispositivi eccetto le barriere amovibili per la chiusura dei varchi nello spartitraffico ed i terminali speciali testati);
- Crash test report, manuali di utilizzo ed installazione redatti conformemente alle prescrizioni dell'allegato 1 al d.m. 28.6.2011, ed eventuali certificati di omologazione, se disponibili;
- Disegni costruttivi delle transizioni tra i dispositivi proposti e tra questi ultimi e le altre barriere eventualmente esistenti.
- Disegni costruttivi degli elementi terminali e di avvio della barriera proposta;
- Disegni costruttivi degli eventuali adattamenti degli ancoranti e relazione di calcolo redatta secondo i criteri di dimensionamento adottati in progetto;

## **14.3. CONFORMITÀ DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA E LORO INSTALLAZIONE**

---

### **14.3.1. NORME APPLICABILI**

#### ***Dispositivi di sicurezza stradali:***

- DM 223/1992 recante le "Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale." e s.m.i.
- DM 2367/2004 "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di sicurezza stradali"
- DM 28.6.2011 "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale."

#### ***Acciaio:***

- UNI EN 10025 "Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi non strutturali: condizioni tecniche di fornitura"
- UNI EN 10162 "Profilati di acciaio laminati a freddo – condizioni tecniche di fornitura – tolleranze dimensionali e sulla sezione trasversale"
- UNI EN 10204 "Prodotti metallici - tipi di documenti di controllo"
- UNI EN 10002 "Materiali metallici - prove di trazione"
- UNI EN ISO 6507 "Materiali metallici – prova di durezza Vickers"

- UNI EN 10168 “Prodotti di acciaio - Documenti di controllo - Lista e descrizione delle informazioni”
- UNI EN 10223 “Fili e prodotti trafilati di acciaio per recinzioni”
- UNI EN 10051
- UNI ISO 22768-1

**Zincatura:**

- UNI EN 1461 “Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo sui prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio – specificazioni e metodi di prova”
- UNI EN 10244 “Fili e prodotti trafilati di acciaio”
- UNI EN 1179 “Zinco e leghe di zinco - Zinco primario”

**Bulloneria:**

- UNI EN 3740 “Elementi di collegamento filettati di acciaio – prescrizioni tecniche”
- UNI EN ISO 898 “Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio – viti e viti prigioniere”

**Saldature:**

- UNI EN 3834 “Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici”
- UNI EN 1714 “Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati”
- UNI EN 1289 “Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo delle saldature mediante liquidi penetranti - Livelli di accettabilità”

**Calcestruzzo:**

- UNI EN 12390-3 “Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione dei provini”
- UNI EN 12504-1 “Prove su calcestruzzo nelle strutture – Carote – Prelievo, esame e prova di compressione”
- UNI EN 13791 “Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo”
- UNI EN 206-1 “Calcestruzzo – Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità”
- DM Infrastrutture 14.01.2008 “Norme tecniche per le costruzioni”
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

### **14.3.2. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

A prescindere dalla accettazione finale e dalla documentazione che dovrà essere allegata alla fornitura di cui in seguito è detto, la Direzione Lavori avrà facoltà di procedere ad attività di ispezione e controllo nel corso della consegna e dello stoccaggio del materiale fornito ed in qualsiasi fase del processo produttivo e di approntamento dello stesso, al fine di verificare la rispondenza dei componenti delle barriere alle specifiche di tecniche di prodotto, come previsto dal D.M. n°2367 21.06.2004.

Tutto ciò premesso, resta inteso che la Direzione Lavori provvederà a verificare, con la frequenza che riterrà più opportuna:

#### ***BARRIERE IN ACCIAIO, TERMINALI SPECIALI TESTATI ED ATTENUATORI D'URTO***

- A. la rispondenza delle caratteristiche dimensionali di ciascun componente e dell'intero prodotto;
- B. lo spessore e le caratteristiche della zincatura;
- C. le caratteristiche fisico-chimiche dell'acciaio;
- D. le saldature
- E. la rispondenza delle caratteristiche dimensionali e qualitative della installazione a quanto previsto in progetto.

A tal fine l'Impresa si obbliga a rendere identificabile l'origine dei componenti delle barriere provvedendo a:

1. Fornire alla Direzione Lavori la certificazione emessa dal produttore dell'acciaio contenente, per ciascun coil (identificato con il suo "numero di coil", la larghezza del nastro, lo spessore del nastro ed il tipo di acciaio) impiegato nella produzione delle barriere, il "numero di colata" da cui il medesimo è stato ricavato;
2. Fornire tempestivamente (contestualmente all'arrivo in cantiere e/o nel luogo di stoccaggio dei prodotti lavorati) alla Direzione Lavori, per ciascun coil lavorato (identificato con: il suo numero identificativo, il numero di colata, la larghezza del nastro, lo spessore del nastro ed il tipo di acciaio) i seguenti documenti:
  - il certificato di collaudo di tipo "3.1" ai sensi della norma EN 10204 (il certificato di collaudo dovrà contenere i dati e le informazioni sugli acciai previste dalla norma EN 10168);
  - l'elenco contenente il numero, il tipo dei componenti, riferiti a ciascun tipo di barriera oggetto di fornitura, da esso realizzati, intendendosi come tali: pali, lame a tripla onda, distanziatori, correnti longitudinali superiori o inferiori (di seguito definiti per brevità: Componenti Elementari; per l'individuazione degli stessi si rimanda ai particolari costruttivi della barriera presenti negli elaborati progettuali);

- attestazione delle caratteristiche di zincatura operata su tutti i Componenti Elementari oggetto di fornitura;

### ***BARRIERA IN CALCESTRUZZO***

- A. la rispondenza delle caratteristiche dimensionali di ciascun componente e dell'intero prodotto;
- B. lo spessore e le caratteristiche della zincatura (se presente);
- C. le caratteristiche fisico-chimiche del calcestruzzo;
- D. le caratteristiche fisico-chimiche dell'acciaio (se presente);
- E. le saldature (se presenti)
- F. la rispondenza delle caratteristiche dimensionali e qualitative della installazione a quanto previsto in progetto.

Ciascun elemento NJ dovrà essere identificato da un codice che permetta l'individuazione della data di produzione, e che consenta la rintracciabilità dei documenti e delle certificazioni relative alla qualità del calcestruzzo utilizzato.

Gli elementi in acciaio dovranno essere identificati tramite apposito codice che permetta l'individuazione del certificato di provenienza del materiale utilizzato (vedi "Barriere In Acciaio, Terminali Speciali Testati Ed Attenuatori D'urto").

### **14.3.3. VERIFICHE E ACCETTAZIONE DELLA FORNITURA**

Le verifiche che si concludono con l'accettazione della fornitura consistono in:

- verifica della consegna presso il cantiere;
- verifica in fase di installazione;
- verifica finale dell'intera fornitura.

#### **14.3.3.1 VERIFICA DELLA CONSEGNA PRESSO IL CANTIERE**

La Direzione Lavori provvederà a verificare la corrispondenza di quanto consegnato presso il cantiere a quanto previsto in progetto.

La Direzione Lavori effettuerà una verifica del materiale prodotto consistente in :

1. controllo visivo della fornitura, comprensivo della verifica della presenza del contrassegno identificativo previsto dalla normativa vigente (art. 5 delle Istruzioni tecniche D.M. n°2367 del 21.6.2004);
2. acquisizione della dichiarazione rilasciata e sottoscritta dal Produttore attestante la conformità delle dimensioni e delle caratteristiche dei materiali costituenti la barriera alle specifiche tecniche di prodotto (conformità di produzione della barriera), rispetto alla Marcatura CE / prove di

crash utilizzate per la relativa produzione, della quale pure sarà attestata la relativa realizzazione in regime di qualità rispetto alle UNI/EN ISO 9001:2000 (EA 17),

3. verifica, per ciascun dispositivo, dell'effettuazione di quanto previsto ai punti 1 e 2 del paragrafo 3.2.

4. eventuale prelievo, da effettuarsi su un campione scelto, per l'intera fornitura, a propria discrezione, e successivo controllo delle caratteristiche fisico-chimiche dell'acciaio e della bulloneria da parte di un laboratorio certificato; tali caratteristiche, come indicate nei rapporti di prova emessi dal predetto laboratorio, dovranno risultare corrispondenti a quelle previste per la classe di acciaio indicata nei disegni tecnici, allegati ai report di crash test presentati per la Marcatura CE, ai sensi della norma EN 10025-2. L'eventuale prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti la barriera di protezione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa.

**1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e bulloneria.**

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme EN UNI 10025.

Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI 3740.

Le caratteristiche delle unioni saldate saranno controllate in conformità alle Norme previste dal Decreto M.LL.PP. del 14/02/1992. In particolare sarà effettuato preventivamente un controllo visivo in magazzino da parte della Direzione Lavori, mirato ad individuare eventuali presenze d'anomalie sui cordoni, come porosità, inclusioni o cricche.

In questo caso il materiale dovrà essere sostituito con altro rispondente a quanto richiesto.

I campioni saranno inviati, a cura e spese della Contraente, presso un laboratorio autorizzato indicato dalla Direzione Lavori.

I campioni prelevati saranno analizzati per provare la rispondenza delle caratteristiche meccaniche, chimiche e del rivestimento protettivo, ai requisiti contrattuali

**2) Prove relative alle caratteristiche dei rivestimenti anticorrosivi.**

Le quantità minime di rivestimento di zinco per spessore ed unità di superficie sono riportate e andranno verificate secondo quanto esposto nell'appendice D della Norma UNI EN ISO 1461.

Per irregolarità relative alla qualità e spessori della zincatura, l'Impresa sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.

I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Gli eventuali prelievi e le prove di laboratorio di cui sopra saranno a cura e spese della Contraente; il laboratorio certificato verrà individuato a cura insindacabile dalla Direzione Lavori.



#### 14.3.3.2 VERIFICHE IN FASE DI INSTALLAZIONE

##### **Controlli Dimensionali.**

Per quanto riguarda le verifiche dimensionali dei diversi componenti delle barriere, la Direzione Lavori effettuerà verifiche in sito con le seguenti cadenze:

A) Barriera bordo laterale:

- ogni 2000 m di fornitura, con almeno una verifica per ciascuna tipologia impiegata (N2, H1, H2, H3 ed H4), per quantità di barriera superiore a 10.000 m
- ogni 500 m di fornitura per quantità di barriera inferiore a 10.000 m

B) Barriera bordo ponte:

- 1 verifica completo ogni 500 m forniti, con almeno una verifica per ciascuna tipologia impiegata (H2bp, H3bp e H4bp).

#### 14.3.3.3 Verifiche FINALE dell'intera fornitura

All'avvenuta ultimazione dell'intera fornitura prevista, si procederà alla verifica finale della stessa. Tale attività dovrà intendersi comprensiva di:

- verifica della rispondenza delle caratteristiche dei materiali, eventualmente prelevati dalla DL in fase di accettazione;
- controllo della marchiatura;
- verifica della completezza e della rispondenza alle specifiche dei documenti di cui ai punti 1,2 del precedente punto.3.2 (inclusi i rapporti di prova);

Ai fini della produzione ed accettazione, "Tutti i produttori dei dispositivi forniti devono essere specializzati e certificati in qualità aziendale secondo le norme della serie EN ISO 9001.

I componenti dei suddetti dispositivi, marcati CE e sottoposti a prove di crash ai sensi del D.M. 2367/2004 (si veda Nota Esplicativa del Ministero dei Trasporti del 15/11/2007, Prot. n.000104862/RU/U) dovranno avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per la marcatura CE, risultanti da una **dichiarazione di conformità di produzione** (vedi art. 5 del DM 2367 del 21.06.2004) che dovrà riguardare ogni singolo dispositivo fornito.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dal Direttore Tecnico dalla ditta che ha curato la produzione, controfirmato dalla Contraente (se soggetto diverso) a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui alla marcatura CE ovvero ai report di crash e comunque alle caratteristiche dimensionali e strutturali indicate nei disegni delle singole barriere impiegate.

Questa dichiarazione dovrà essere associata, a seconda dei casi, alle altre attestazioni previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro.

L'accettazione di tutti i materiali sarà regolata, inoltre, anche dalle norme descritte nei successivi articoli. Tutte le verifiche, le prove, le certificazioni e, in genere, tutta la documentazione richiesta al fine della valutazione della fornitura e della installazione sono schematizzate nei seguenti prospetti, tabella 1 – “Tabella riepilogativa delle prove e della documentazione richiesta BARRIERA METALLICA” e tabella 2 – “Tabella riepilogativa delle prove e della documentazione richiesta BARRIERA NJ CLS”.

**Tab. 1 – Tabella riepilogativa delle prove e della documentazione richiesta BARRIERA METALLICA**  
**VERIFICA ALLA CONSEGNA**

ELEMENTO	TEST	NORME DI RIFERIMENTO	VALORI DI RIFERIMENTO	CERTIFICATO
ELEMENTI PRINCIPALI IN ACCIAIO (eventale prelievo richiesto dalla Direzione Lavori)	-caratteristiche dimensionali	- UNI EN 10162	- come da norma	- SI
	- caratteristiche acciaio	- UNI EN 10025	- come da norma	- SI
	- caratteristiche zincatura	- UNI EN ISO 1461	- come da norma	- SI
	- caratteristiche saldature	- UNI EN 3834	- come da norma	- SI
BULLONERIA  (eventale prelievo richiesto dalla Direzione Lavori)	- caratteristiche dimensionali			- SI
	- visione certificati resistenza	- UNI EN 3740	- come da norma	- SI
INTERO DISPOSITIVO	- tracciabilità su strada	- paragrafo 3.2	- visibilità	- marchiatura elementi
	- identificazione elementi	- paragrafo 3.2	- N.A.	- elenco componenti
	- identificativo materiali	- D.M. 2367/2004	- N.A.	- conformità
	- caratteristiche dimensionali	- D.M. 2367/2004		- conformità
	- identificativo dispositivo	- EN 1317/D.M. 2367/2004		- contrassegno
	- conformità a legge vigente	- UNI EN ISO 9001:2000		- marcatura CE o report di crash
	- qualità			- attestazione

**Tab. 2 – Tabella riepilogativa delle prove e della documentazione richiesta BARRIERA NJ CLS  
VERIFICA ALLA CONSEGNA**

ELEMENTO	TEST	NORME DI RIFERIMENTO	VALORI DI RIFERIMENTO	CERTIFICATO
ELEMENTI PRINCIPALI IN CLS	-Verifica visiva e integrità			
ELEMENTI SECONDARI IN ACCIAIO  (eventuale prelievo richiesto dalla Direzione Lavori)	-caratteristiche dimensionali - caratteristiche zincatura - caratteristiche saldature	- UNI EN 10162 - UNI EN ISO 1461 - UNI EN 3834	- come da norma	- SI
BULLONERIA  (eventuale prelievo richiesto dalla Direzione Lavori)	-caratteristiche dimensionali - visione certificati resistenza	- UNI EN 3740	come da norma	- SI
INTERO DISPOSITIVO	- tracciabilità su strada - identificazione elementi - identificativo materiali - caratteristiche dimensionali - identificativo dispositivo - conformità a legge vigente - qualità	- paragrafo 3.2 - paragrafo 3.2 - D.M. 2367/2004  - D.M. 2367/2004 - EN 1317/D.M. 2367/2004 - UNI EN ISO 9001:2000	- visibilità - N.A. - N.A.	- marchiatura elementi - elenco componenti - conformità - conformità - contrassegno - marcatura CE o report di crash - attestazione

## **14.4. BARRIERE METALLICHE A LAMA E PALETTI**

---

### **14.4.1. QUALITÀ DEI MATERIALI**

Ciascuno dei singoli componenti il dispositivo dovrà essere conforme alle specifiche riportate nella marcatura CE, nei report di crash, nei manuali e comunque alle caratteristiche dimensionali e strutturali indicate nei disegni delle singole barriere.

#### **1) *Caratteristiche dell'acciaio.***

L'acciaio impiegato per le barriere dovrà essere esente da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra, per qualità, spessori e finiture.

L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303 : 1994 - Classe 1.

Per ogni partita di materiale impiegato, l'Impresa dovrà presentare un certificato di collaudo dell'acciaio rilasciato dalla ferriera di provenienza e sottoscritto dal legale rappresentante del fornitore.

#### **2) *Tolleranze dimensionali.***

La Direzione Lavori si riserva, a sua discrezione, di verificare le caratteristiche dimensionali dei materiali installati al fine di verificarne la rispondenza alla documentazione di marcatura CE o di crash test.

Le dimensioni di larghezza, lunghezza e spessore dei vari elementi verranno verificate applicando le tolleranze previste dalle norme di riferimento.

Per quanto riguarda le verifiche dimensionali dei diversi componenti delle barriere, la Direzione Lavori effettuerà verifiche in sito secondo le cadenze riportate al paragrafo 3.3.2

Nel caso in cui uno o più componenti della barriera, a seguito delle verifiche sugli spessori, non risultino conformi a quelli indicati nei disegni delle singole barriere impiegate, la fornitura di detti elementi sarà rifiutata.

#### **3) *Unioni bullonate.***

La bulloneria impiegata dovrà essere conforme alla norma UNI 3740.

#### **4) *Unioni saldate.***

I collegamenti tra elementi metallici da effettuarsi mediante saldatura dovranno essere del tipo a penetrazione ed effettuati nel rispetto delle norme UNI EN 3834.

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

### **5) Zincatura.**

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

Le quantità minime di rivestimento di zinco per spessore ed unità di superficie sono riportate e andranno verificate secondo quanto esposto nell'appendice D della suddetta Norma.

## **14.5. BARRIERE PREFABBRICATE A PROFILO NEW JERSEY IN CLS**

---

Le barriere prefabbricate a profilo NEW Jersey in CLS dovranno essere di tipo monofilare dovranno essere dotate di marcatura CE ai sensi della norma EN1317-5 in classe H4 e rispondere a tutti i requisiti prestazionali indicati in progetto.

### **14.5.1. MATERIALI**

Ciascuno dei singoli componenti il dispositivo dovrà essere conforme alle specifiche riportate nella marcatura CE, nei report di crash, nei manuali e comunque alle caratteristiche dimensionali e strutturali indicate nei disegni delle singole barriere.

#### **14.5.1.1 CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

Se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08, dovrà essere del tipo I, quindi rispondere alle specifiche tecniche riportate nelle presenti Norme; la resistenza caratteristica specifica del conglomerato cementizio ( $R_{ck}$ ), sarà  $\geq 45$  MPa ed il copriferro non inferiore a 2 cm.

Qualora sia richiesta la fornitura di barriere New Jersey realizzate in conglomerato cementizio leggero strutturale si dovranno seguire, per il confezionamento del suddetto conglomerato, i medesimi principi di quello ordinario, utilizzando, se non diversamente indicato in progetto, argilla espansa strutturale tipo T6, con resistenza del granulo allo schiacciamento non inferiore a 70 kg/cm<sup>2</sup> (UNI 7549-VII); se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08 il conglomerato cementizio leggero dovrà avere una resistenza caratteristica  $R_{ck} \geq 40$  MPa ed una massa volumica non superiore a quanto riportato negli elaborati progettuali. Tutti i materiali necessari per il suo confezionamento dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti vigenti in materia.

#### 14.5.1.2 ACCIAIO

L'armatura del conglomerato cementizio sarà in acciaio tipo B450C e barre a filettatura continua rullata passo 10.

Le piastre d'ancoraggio saranno in lamiera d'acciaio, zincata a caldo dopo lavorazione a Norma UNI EN ISO 1461/99.

Sarà zincata anche la bulloneria di collegamento e serraggio.

Il manicotto di collegamento delle barre rullate passo 10 sarà realizzato in acciaio PR8035MnPb10 a norma UNI 10233/3-93; dovrà essere a forma esagonale e composto di due pezzi collegati tramite un filetto maschio sinistrorso.

Il manicotto dovrà essere protetto con processo di teflatura di spessore minimo 30 µm in tutte le sue parti (compresa la filettatura).

#### **14.6. BARRIERE "NEW JERSEY" IN ACCIAIO**

---

Saranno fornite e messe in opera dall'Impresa secondo le indicazioni e le caratteristiche tecniche costruttive previste dal progetto esecutivo e previo le disposizioni che impartirà in proposito la Direzione dei Lavori.

Per quanto riguarda il profilo delle barriere "NEW JERSEY" dovrà essere rispettata la sezione tipo prevista dal progetto ed in particolare i segmenti rettilinei del profilo stesso dovranno essere raccordati tra di loro con tratti curvilinei di raggio prefissato.

Esse avranno una struttura metallica prefabbricata con profilo geometrico tipo "New Jersey", costituita da elementi modulari metallici, in acciaio zincato del tipo S235JR collegati tra loro tramite cerniere od altri dispositivi, adatti ad un effetto "catenaria" in caso d'urto di veicolo.

Superiormente agli elementi modulari saranno posizionati i corrimano, in tubolari d'acciaio del tipo S355JR, zincati a caldo, aventi una sezione (nominale) di non meno 14 cm.

Tubolari sostenuti da opportuni montanti verticali in acciaio zincato rastremati e/o sagomati.

Detti elementi modulari avranno sistemi e dispositivi "duttili" di collegamento, per l'ancoraggio al piano d'appoggio (marciapiede o pertinenza laterale), costituiti da tasselli in acciaio ad alta resistenza di classe 8.8, zincati a caldo, (es.: tipo LIEBIG ULTRAPUS filettatura M20x360 mm o tipo HILTI HUC-1 filettatura M20x360 od altri tasselli equivalenti idonei e congruenti).

I tasselli d'ancoraggio, posti ad interasse (previsto dal progetto), dovranno essere "duttili" ed in grado di non trasmettere alla struttura del viadotto le sollecitazioni prodotte da veicoli collidenti sulla barriera.

Le barriere metalliche dovranno comunque essere in grado di ridirezionare con sufficiente grado di sicurezza i veicoli in urto sulla barriera.

In corrispondenza dei giunti degli elementi prefabbricati, nonché degli alloggiamenti per il fissaggio su opere d'arte, cordoli o simili, dovranno essere eliminate eventuali discontinuità mediante installazione di elementi durevoli, atti a realizzare la continuità della superficie e capaci di resistere alle sollecitazioni dovute al rotolamento dei pneumatici, in caso di fuoriuscita di veicoli, anche pesanti, dalla carreggiata stradale.

Gli elementi modulari metallici della barriera potranno essere chiusi sul lato esterno, per motivi d'impatto ambientale, con mantello (leggero) in lamiera d'acciaio zincata eventualmente verniciata per motivi d'impatto ambientale.

Comunque la barriera stradale metallica a profilo "New Jersey" (per viadotti ed opere d'arte stradali) e dovrà essere del tipo "H4a,b" (ex B3).

Detta barriera in acciaio dovrà avere lo scopo di ridurre considerevolmente le sollecitazioni, indotte sulle mensole laterali e/o cordoli di bordo, delle suddette opere d'arte stradale.

## **14.7. ATTENUATORI D'URTO**

---

Questi dispositivi di sicurezza hanno lo scopo di proteggere le cuspidi delle rampe. Tutti gli attenuatori d'urto dovranno essere dotati di marcatura CE ai sensi della EN1317-5 come attenuatori di tipo redirettivo nelle classi previste in progetto.

### **14.7.1. MATERIALI**

Ciascuno dei singoli componenti il dispositivo dovrà essere conforme alle specifiche riportate nella marcatura CE, nei report di crash, nei manuali e comunque alle caratteristiche dimensionali e strutturali indicate nei disegni dei singoli attenuatori d'urto.

### **14.7.2. ZINCATURA**

Sulle lamiere componenti l'attenuatore, si dovrà eseguire un processo di zincatura a caldo a Norma UNI EN ISO 1461.

### **14.7.3. MODALITÀ DI INSTALLAZIONE**

Gli attenuatori dovranno essere installati come indicato negli elaborati di progetto e nel manuale di installazione in modo da non creare sporgenze rispetto all'allineamento delle barriere di sicurezza poste a tergo. Prima dell'installazione l'Impresa dovrà verificare la compatibilità della configurazione del piano

d'appoggio con le modalità di installazione previste nel manuale di installazione e d'uso dello specifico prodotto e, se necessario, prevedere gli opportuni interventi di adattamenti al supporto.

## **14.8. TERMINALI SPECIALI TESTATI**

---

I terminali speciali testati da impiegare dovranno aver superato le prove di crash ai sensi della norma ENV 1317-4, o alla norma eventualmente emessa dal CEN in sostituzione della ENV 1317-4, se pubblicata prima della fornitura dei dispositivi, in classe P2 o superiore. Le modalità di prova dovranno essere le A di cui al prospetto 1 della norma ENV 1317-4:2001 o equivalenti (Frontale 1/4 con disassamento veicolo verso il lato della strada; Laterale, 15°; Laterale, 165°).

Il terminale dovrà essere appositamente progettato per essere usato nello spartitraffico e potenzialmente urtato su entrambi i lati.

### **14.8.1. MATERIALI**

Ciascuno dei singoli componenti il dispositivo dovrà essere conforme alle specifiche riportate nei report di crash, ai manuali e comunque alle caratteristiche dimensionali e strutturali indicate nei disegni dei singoli terminali speciali.

### **14.8.2. ZINCATURA**

Sulle lamiere componenti la barriera retrostante l'assorbitore, si dovrà eseguire un processo di zincatura a caldo a Norma UNI EN ISO 1461-

### **14.8.3. MODALITÀ DI INSTALLAZIONE**

I terminali speciali testati dovranno essere installati come indicato negli elaborati di progetto e nel manuale di installazione in modo da non creare sporgenze rispetto all'allineamento delle barriere di sicurezza poste a tergo. Prima dell'installazione l'Impresa dovrà verificare la compatibilità della configurazione del piano d'appoggio con le modalità di installazione previste nel manuale di installazione e d'uso dello specifico prodotto e, se necessario, prevedere gli opportuni interventi di adattamenti al supporto.



---

## **14.9. BARRIERE DI SICUREZZA DA BORDO PONTE CON RETE INTEGRATA**

---

Possono essere impiegati sistemi integrati alla barriera, purché dotati di appositi sistemi rivolti ad escludere il rischio di espulsioni di singoli componenti in caso di impatto.

La compatibilità con il dispositivo di sicurezza testato senza la protezione deve essere dimostrata mediante simulazioni numeriche che verifichino la non interferenza delle reti e delle parti aggiunte con il funzionamento del dispositivo di sicurezza vero e proprio.

Le caratteristiche funzionali delle reti (altezze minime, dimensione della maglia etc.) sono indicate negli elaborati di progetto.

Per le restanti prescrizioni vale quanto già indicato per le barriere prive di rete a tergo.

## **14.10. MODALITÀ DI POSA IN OPERA**

---

### **PRESCRIZIONI GENERALI PER IL MONTAGGIO DELLE BARRIERE METALLICHE, DEGLI ATTENUATORI D'URTO E DEI TERMINALI SPECIALI TESTATI**

Ai sensi dell'art. 5 delle istruzioni tecniche allegate al DM 2367/2004 le barriere e gli attenuatori d'urto installati su strada dovranno essere identificati attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 metri di installazione) o sul dispositivo, e riportante tutte le informazioni previste dalla norma EN 1317, parte 5.

Gli altri dispositivi ritenuti non dotati di marcatura CE dovranno essere ancora identificati attraverso opportuno contrassegno, da apporre sul dispositivo (uno per ciascun dispositivo), e riportante la denominazione del dispositivo, la marcatura CE (se disponibile o, in alternativa, i riferimenti delle prove di crash effettuate ai sensi delle norme della serie EN 1317) ed il nome del produttore.

Sul bordo superiore dei nastri o degli elementi principali dei dispositivi di sicurezza saranno applicati dei delineatori con elementi rifrangenti segnalimita, i quali dovranno essere preventivamente omologati secondo le norme vigenti ed accettati dalla Direzione Lavori..

Compatibilmente con le specifiche delle marcature CE (ove necessaria) saranno costituiti da un supporto in lamiera e da catadiottri in metacrilato di colore arancione, composti da un catadiottero, quelli da porre in destra al senso di marcia, da due catadiottri sovrapposti quelli da porre in sinistra. I suddetti saranno applicati alle barriere mediante sistemi a morsetto senza interessare la bulloneria delle stesse.

I sostegni saranno infissi (barriere su terra) con idonea attrezzatura vibrante o a percussione fino alla profondità necessaria per il rispetto della quota stabilita, avendo cura di non deformare la testa del sostegno ed ottenere l'assoluta verticalità. Nel caso di barriera "a sganciamento" in cui i sostegni sono formati da

paletto e contropaletto, si provvederà ad infiggere il paletto e successivamente, ad infissione completata, a collegarvi il contropaletto.

Quando per la presenza di trovanti o eccessiva consistenza del terreno non risulti possibile l'infissione, sarà ammesso il taglio della parte eccedente del sostegno e la formazione in sito del nuovo foro di collegamento, sempreché la parte infissa risulti superiore a 50 cm, senza riconoscere all'Impresa alcun compenso.

Qualora il rifiuto interessi più sostegni contigui (comunque per uno sviluppo longitudinale di barriera non superiore a 4.5 m), l'Impresa è tenuta a sospendere l'infissione e avvertire tempestivamente la Direzione Lavori perché questa possa assumere le decisioni circa i criteri di installazione da adottare.

Le cavità eventualmente formati alla base dei sostegni dopo l'infissione, a seconda della natura della sede, dovranno essere intasate con materiale inerte costipato o chiuse con malte di cemento.

In caso di carenza di vincolo od altre particolari situazioni, la Direzione Lavori potrà richiedere l'adozione d'adeguate opere di rinforzo.

Sono a carico dell'Impresa le eventuali riprese d'allineamento e rimessa in quota delle barriere per il periodo sino al collaudo ancorché ciò dipenda da limitati cedimenti della sede stradale e la ripresa possa essere eseguita operando sulle tolleranze dei fori di collegamento.

Per quanto concerne il montaggio, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o di parte di essi se questi non dovessero essere stati eseguiti conformemente a quanto indicato nel progetto e nelle prescrizioni tecniche descritte nei report di crash, nel manuale di installazione e comunque ai disegni di progetto.

Nel caso di sostituzione di barriera esistente, l'eventuale smontaggio dovrà essere effettuato con cura senza causare rotture o danni. Eventuali danni o perdite saranno imputate all'Impresa.

Le banchine in terra e le cunette in calcestruzzo, sede dei montanti estratti, dovranno essere perfettamente ripristinate ed ogni detrito o materiale di scarto trasportato a rifiuto a cura e spese dell'Impresa.

Alla rimozione dovrà seguire prontamente il montaggio delle nuove barriere in modo da non lasciare tratti strada in esercizio senza protezione.

#### **PRESCRIZIONI GENERALI PER IL MONTAGGIO DELLE BARRIERE NEW JERSEY MONOFILARI**

Le barriere installate su strada dovranno essere identificate attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 metri di installazione), e riportante tutte le informazioni previste dalla norma EN 1317, parte 5.

Gli elementi costituenti la barriera "monofilare" situata nello spartitraffico saranno posti direttamente sul piano viabile curando l'allineamento planimetrico ed altimetrico, utilizzando per questo dei compensatori di quota con zeppe o quadrotti in policloroprene a durezza elevata.

Successivamente si procederà al collegamento degli elementi con le piastre zincate, alla base, ed in testa con manicotto in acciaio per dare continuità alle barre rullate.

Compatibilmente con le specifiche di marcatura CE e se non diversamente indicato in progetto il manicotto sarà protetto con lubrificante ad alta stabilità termica (perdita di peso < 3% con riscaldamento a 473 K per 4 h) e ricoperto con guaina elastica di polipropilene trattato UV/CP (contro i raggi ultravioletti e gli agenti atmosferici) di colore grigio (RAL n. 7032) arrotolato sulla zona per proteggere il tutto, dotato d' idoneo sistema di chiusura, e tale da sembrare un tubo.

All'interno del manicotto si dovrà porre un bloccante anaerobico costituito da una resina di poliacrildiesteri, ove non diversamente previsto nel manuale di installazione e d'uso dello specifico prodotto installato.

## **14.11. OPERE DI RECINZIONE METALLICA**

---

Per le indicazioni delle recinzioni si farà riferimento a quanto previsto da progetto.

### **14.10.1. QUALITÀ DEI MATERIALI**

#### 1) Caratteristiche dell'acciaio.

I montanti e le saette impiegati per le recinzioni dovranno essere esenti da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra per spessori e finiture; dovrà essere della qualità UNI EN 10025 - S235 JR.

L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici, dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303 : 1994 - Classe 1.

La rete, i fili di tensione e la corda spinosa saranno realizzati in acciaio crudo, con resistenza minima unitaria di rottura di 45 kg/mm<sup>2</sup>, mentre i fili di legatura, in acciaio dolce, ad eccezione dei fili longitudinali della rete a maglie annodate, che dovranno avere una resistenza minima unitaria di rottura di 110 kg/mm<sup>2</sup>.

#### 2) Tolleranze dimensionali.

Nella costruzione dei profilati di acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI 7344. Per le tolleranze degli spessori dei profilati e della rete, sarà accettata una tolleranza massima di  $\pm 0,05$  mm.

#### 3) Zincatura delle reti, fili, corde spinose.

La rete, i fili e la corda spinosa saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante). In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 g/m<sup>2</sup>.

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

#### 4) Zincatura dei sostegni e delle saette tradizionali ad U.

Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo, il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti, secondo le norme CNR-CEI n.7-6/VII

1968. Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 350 g/m<sup>2</sup>. Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95.

5) Zincatura dei sostegni e delle saette tubolari a sezione circolare.

Il rivestimento delle superfici sia interne che esterne dei tubolari a sezione circolare sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo o con processo sendzimir; dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti, secondo le norme CNR-CEI n.7-6/VII 1968.

Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 140 g/m<sup>2</sup>. Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95.

Questi tipi di componenti saranno successivamente rivestiti con poliestere.

6) Zincatura dei pannelli e pali.

Il rivestimento delle superfici, sia interne che esterne, dei profilati formati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo; dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti. Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 40 g/m<sup>2</sup> per i pannelli e di 130 g/m<sup>2</sup> per i pali.

Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95.

Questi tipi di componenti saranno successivamente rivestiti con poliestere.

7) Fosfatazione.

I pannelli ed i pali per la recinzione di tipo R.4.B dovranno subire un processo di fosfatazione ai sali di zinco.

8) Rivestimento di protezione.

I pali e gli accessori della recinzione di tipo R.4.B e dei montanti a sezione circolare della recinzione di tipo R.3, saranno ricoperti con un film di poliestere dello spessore di 60 µm mentre i pannelli con un film dello spessore di 100 µm, di colore verde RAL 6005; le reti elettrosaldate saranno invece, quando previsto, ricoperte da un film in PVC dello stesso colore. Tali films dovranno essere perfettamente aderenti ad essi, resistenti all'azione da parte dei raggi ultravioletti ed infrarossi, alle variazioni di temperatura, essere non infiammabile e stabile nei colori.

La corda spinosa e i fili saranno zincati e rivestiti analogamente.

## **15. SEZ. 15 “MANUFATTI IN LAMIERA D’ACCIAIO ONDULATA”**

### **15.1. MANUFATTI IN LAMIERA D’ACCIAIO ONDULATA**

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi aventi struttura portante in lamiera di acciaio ondulata, con onda normale alla generatrice, a piastre multiple o ad elementi incastrati.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà avere uno spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI; dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M 167-70 e AASHTO M 36-70 e dovrà avere un contenuto in rame non inferiore allo 0,20%, e non superiore allo 0,40%, ed avere un carico unitario di rottura non minore di 340 MPa; sarà protetto su entrambe le facce da zincatura applicata a caldo, dopo l'avvenuto taglio e piegature dell'elemento, in quantità non inferiore a 305 g/m<sup>2</sup> per faccia.

L'Impresa per ogni singolo manufatto dovrà richiedere al prefabbricatore, che operi in regime di assicurazione di qualità, secondo quanto stabilito dall'art. 9 della legge 05/11/71 n. 1086, la seguente certificazione e documentazione:

- una certificazione del produttore attestante la qualità dell'acciaio e la quantità di zinco applicata su ciascuna faccia;
- il progetto esecutivo dell'opera, adattato alla situazione effettiva del luogo, con le caratteristiche geometriche, lo spessore delle lamiere, le modalità ed i particolari di montaggio;
- una relazione di calcolo con la verifica della stabilità statica della struttura in funzione delle dimensioni, delle specifiche condizioni di carico nonché dei carichi accidentali. La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati, adottando uno dei metodi della Scienza delle Costruzioni (anello compresso, stabilità all'equilibrio elastico, lavori virtuali) sempre però con coefficiente di sicurezza non inferiore a 4.

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non zincate, ecc.

Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi, si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento realizzato con adeguato mastice bituminoso o asfaltico, avente uno spessore minimo di mm 1,5 inserito sulla cresta delle ondulazione e dovrà corrispondere ad un peso unitario di 1,5 Kg/m<sup>2</sup> per faccia applicato a spruzzo od a pennello, ovvero con bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo, negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

Tassativamente si prescrive che lo scarico e la movimentazione delle lamiere in cantiere dovrà essere fatta con idonee cautele per non danneggiare il rivestimento, tanto di zinco quanto bituminoso.

La condotta metallica dovrà essere posata su un letto uniforme, omogeneo, stabile e resistente, evitando fondi rigidi con asperità; in ogni caso si sconsiglia la posa della struttura direttamente sopra un fondo roccioso o una piattaforma di conglomerato cementizio.

Il letto di posa sarà sagomato come il profilo del fondo della condotta per permettere un mutuo accoppiamento perfetto.

Nel caso di terreno a debole portanza si dovrà eseguire una bonifica del piano di posa asportando il materiale per la profondità necessaria; si dovrà poi riempire lo scavo con materiale da rilevato compattandolo convenientemente.

In presenza invece di un fondo roccioso si dovrà interporre tra la struttura ed il fondo un materiale granulare compatto di 30 cm di spessore. In ogni caso si interporrà tra condotta e fondo uno strato di sabbia monogranulare asciutta e pulita dello spessore di 10 cm.

Tale strato non sarà compattato per permettere una perfetta aderenza tra condotta e fondo e dovrà essere esteso in larghezza fino all'attacco delle piastre d'angolo con il fondo.

A titolo orientativo vengono qui di seguito riportati i dati relativi ai tipi commercialmente in uso, non escludendosi la possibilità di adottare, ferme restando la qualità dell'acciaio e le prescrizioni relative alla zincatura, tipi aventi caratteristiche geometriche similari, rispondenti a tutti i requisiti di stabilità che dovranno risultare da verifiche statiche, estese a tutti gli elementi strutturali, tenendo conto dei carichi esterni applicati e con l'adozione dei metodi della Scienza delle Costruzioni.

## **15.2. MONTAGGIO DEI MANUFATTI**

### **15.2.1. TOMBINI AD ELEMENTI INCASTRATI O IMBULLONATI**

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 67,7 (pollici 2 e 2/3) e la profondità di mm 12,7 (1/2 pollice); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di m 0,61 (2 piedi).

Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni cilindriche ondulate, curvate al diametro prescritto, dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad "incastro", il bordo del diritto dell'altro elemento.

Nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari dovranno essere sfalsate, facendo sì che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori corrispondenti.

Gli appositi elementi verranno legati tra loro, in senso longitudinale, mediante appositi ganci in acciaio zincato.

Le forme impiegabili, nel tipo ad elementi incastrati, saranno: la circolare con diametro variabile da m 0,30 a m 1,50 e che potrà essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro e la policentrica, anche ribassata, con luce minima di m 0,40 e luce massima di m 1,75.

### **15.2.2. PIASTRE MULTIPLE PER TOMBINI E SOTTOPASSI**

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 152,4 (pollici 6) e la profondità di mm 50,8 (pollici 2). Il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di mm 28,6 (pollici 1 e 1/8).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di m 0,61.

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a 3/4 di pollice ed appartenere alla classe 8.8 (UNI 3740-1)

Le teste di bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle.

Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno circolari, con diametro compreso da m 1,50 a m 6,40 e potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da m 1,80 a m 6,50 ad arco con luce variabile da m 1,80 a m 9,00; policentriche (per sottopassi) con luce variabile da m 2,20 a m 7,00.

Peraltro e conformemente all'uso americano, per conseguire una riduzione di peso e quindi una economia per l'Amministrazione, sarà opportuno ammettere la lunghezza delle piastre comprese tra 1,75 e 2,50 m pur non essendo tali misure multipli esatti di 0,61 come avanti detto.

Infine la coppia dinamometrica di serraggio per i bulloni dovrà, al termine del serraggio stesso risultare tra 18 e 27.

Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente) un vano opportunamente profilato e accuratamente compattato, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm) avente spessore di almeno 30 cm.

Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici, o con pestelli a mano nei punti ove i primi non siano impiegabili.

Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 cm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a "contatto" della struttura metallica.

Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati.

### **15.2.3. TUBI PERFORATI PER DRENAGGI**

I tubi per drenaggio avranno struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda rappresenti una linea simile ad una sinusoide.

L'acciaio della lamiera ondulata, dello spessore minimo di mm 1,2 - con tolleranza (UNI EN 10051:2011) - dovrà avere carico unitario di rottura non inferiore a  $340 \text{ N/mm}^2$  e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo la norma UNI EN 10240:1999 con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato.

Di norma l'ampiezza dell'onda sarà di mm 38 (pollici 1,1/2) ed una profondità di mm 6,35 (1/4 di pollice).

Sulle condotte saranno praticati dei fori del diametro di 0,9 cm (tolleranza 0,1 cm) che saranno distribuiti in serie longitudinale con interasse di 38 mm, tutti disposti in un quarto di tubo.

I singoli tronchi, di lunghezza non superiore a 9 m, saranno uniti tra loro mediante fasce di giunzione da fissare con bulloni.

### **15.2.4. COSTIPAMENTO LATERALE E RIEMPIMENTO**

Il materiale di rinfianco della condotta dovrà essere compattato ed eventualmente inumidito per facilitare la sua penetrazione sotto i quarti inferiori delle strutture circolari o sotto le piastre angolari di base nelle sezioni ribassate o policentriche.

Dovrà essere posato e compattato a strati orizzontali di spessore non superiore a 30 cm, disposti in modo che il livello di interrimento risulti simmetrico sui due lati del manufatto.

La compattazione di ogni strato dovrà soddisfare le indicazioni già riportate alla sezione "Movimenti terra" del presente Capitolato.

Nel corso della fase di costipamento in vicinanza della condotta si dovranno utilizzare preferibilmente pestelli pneumatici per evitare di arrecare danni alla condotta stessa. In ogni caso si consiglia di utilizzare con prudenza mezzi meccanici pesanti.

Il rilevato realizzato e costipato intorno alla struttura dovrà estendersi per almeno tre volte il diametro o la luce della condotta e il terreno impiegato per tale rilevato sarà normalmente costituito dal materiale adottato per la realizzazione dello stesso corpo stradale.

Si dovrà inoltre evitare il passaggio dei mezzi di cantiere sulla condotta senza un adeguato ricoprimento della struttura che assicuri un'adeguata ripartizione del carico al fine di non generare, nel manufatto, sollecitazioni superiori a quelle previste dal calcolo.



### **15.3. CONTROLLI**

---

La Direzione Lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione degli elementi componenti i manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate.

Si procederà al collaudo tecnologico per l'accettazione della fornitura dei materiali prelevando, al momento dell'arrivo in cantiere, a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, alla presenza di un rappresentante dell'Impresa stessa, alcuni elementi componenti la fornitura.

Di tale operazione verrà redatto apposito verbale firmato dalle parti.

La frequenza dei prelievi sarà di un elemento per ogni partita di 10 t di materiale e, comunque, non meno di uno per ogni singolo manufatto.

Le prove chimiche e meccaniche sugli elementi prelevati, da eseguire a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, presso un laboratorio Ufficiale, dovranno accertare la qualità e la resistenza a rottura dell'acciaio, nonché lo spessore dell'elemento e quello del rivestimento di zinco su entrambe le facce, nonché dell'eventuale mastice bituminoso asfaltico.

La Direzione dei Lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate ed effettuare, presso lo stabilimento di produzione, le prove chimiche e meccaniche per accertare la qualità e lo spessore del materiale; tale controllo potrà essere fatto in una qualunque delle fasi di fabbricazione senza peraltro intralciare il normale andamento della produzione.

Il controllo del peso di rivestimento di zinco sarà effettuato secondo le norme indicate dalle specifiche ASTM A 90-53. Il controllo della centratura della zincatura sarà eseguito immergendo i campioni in una soluzione di  $\text{CuSO}_4$  nella misura di g 36 ogni g 100 di acqua distillata (UNI EN 10244-1:2009). Essi dovranno resistere alla immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame.

La Direzione dei Lavori si riserva inoltre, per ogni fornitura di condotte ondulate in acciaio, di far eseguire apposite analisi, presso un Laboratorio ufficiale, su campioni prelevati in contraddittorio con l'Impresa, per accertare la presenza del rame nell'acciaio nelle prescritte quantità.

Analoghe analisi potranno essere fatte eseguire per l'accertamento del peso del rivestimento di zinco e della relativa centratura.

L'Impresa dovrà comunque, per ogni fornitura effettuata, presentare alla Direzione dei Lavori una valida certificazione rilasciata dal produttore o dal fornitore del materiale attestante la sua esatta composizione chimica e le sue caratteristiche fisiche.

Il controllo dello spessore verrà fatto sistematicamente ed avrà esito positivo se gli spessori misurati in più punti del manufatto rientrano nei limiti delle tolleranze prescritte.

Nel caso gli accertamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti, saranno presi in esame altri 2 elementi; se l'accertamento di questi 2 elementi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita.

Se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita.

I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del  $\pm 5\%$ .

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera di ciascuna partita soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e avrà constatato la rispondenza dei risultati con le caratteristiche sopra descritte.

In caso di esito negativo la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

I pesi dei manufatti tubolari in lamiera ondulata, in rapporto allo spessore dei vari tipi impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite preventivamente da ogni fabbricante, con una tolleranza di  $\pm 4\%$ .

Verrà, inoltre, verificato il peso effettivo risultante da apposito verbale di pesatura eseguito in contraddittorio e qualora il peso effettivo sia inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura.

Durante la posa in opera, si dovrà verificare che l'appoggio dell'elemento sia costituito da un letto uniforme, omogeneo, stabile, resistente, evitando la posa in opera direttamente su fondo roccioso o su una piattaforma di calcestruzzo, rispettando le indicazioni riportate nella presente Sezione.

Lo stato di addensamento del materiale utilizzato per il rinfianco, verrà determinato con le stesse modalità riportate alla sezione "Movimenti di Terra" del presente Capitolato.

## **16. SEZ. 16 “TINTEGGIATURE FABBRICATI”**

---

### **16.1. TINTEGGIATURE E VERNICIATURE-NORME GENERALI**

---

Prima dell'esecuzione di qualsiasi opera di tinteggiatura e verniciatura, le superfici da trattare dovranno essere oggetto di una idonea ed accurata preparazione.

L'Impresa ha l'obbligo di eseguire campioni per i vari tipi di finiture per la verifica della rispondenza dei colori a quelli di Progetto.

Tinteggiature e verniciature, quando specificatamente previsto, saranno completate con filettature, fascette e zoccolini.

Le mani dovranno essere date a passate incrociate; per le verniciature, le varie mani saranno eseguite in colore o tonalità diverse in modo tale che sia possibile il controllo del numero di mani applicate.

Non saranno assolutamente accettate vernici non rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, addebitando all'Impresa, in qualsiasi stadio dei lavori, l'asportazione e la sostituzione delle verniciature eseguite che non risultassero idonee.

Le tinteggiature e verniciature, con particolare riferimento a quelle su legno e su metallo, dovranno essere eseguite in condizioni di tempo asciutto, evitando eccessi di caldo o di gelo e non si dovrà mai procedere alla stesura di uno strato fino a che il precedente non sia perfettamente essiccato.

Si riterranno inoltre a totale carico dell'Impresa la pulitura, la riparazione o il risarcimento di eventuali danni arrecati da spruzzi o macchie su qualsiasi superficie finita, poiché rientra nei suoi obblighi l'adozione preliminare di ogni precauzione atta ad evitarli.

### **16.2. TINTEGGIATURA**

---

#### **16.2.1. TINTEGGIATURA A TEMPERA**

La tinteggiatura di pareti e soffitti sarà eseguita con pittura a tempera data in tre mani, previa adeguata preparazione del sottofondo che dovrà essere regolarizzato e lisciato mediante rasatura a stucco plastico, scartavetratura, spolveratura, ripresa di spigoli e quanto altro necessario.

## **16.2.2. TINTEGGIATURA CON IDROPITTURA**

### **16.2.2.1 TINTEGGIATURA DI PARETI (PER INTERNI)**

Con pittura emulsionata opaca lavabile a base di resine vinilacriliche disperse in acqua, con 50÷60% di veicolo avente residuo secco non inferiore al 30% e 40÷50 di pigmento costituito da biossido di titanio per almeno il 50%.

Lo spessore della pellicola per ciascuna mano non dovrà risultare inferiore a 0,025 mm.

Data in due mani previa preparazione del sottofondo che dovrà essere regolarizzato e liscio mediante rasatura a stucco plastico, scartavetratura, spolveratura, ripresa di spigoli e quanto altro necessario compresa l'applicazione di uno strato di isolante inibente.

### **16.2.2.2 TINTEGGIATURA PER ESTERNI**

Si dovrà impiegare idropittura a base di resine vinilacriliche disperse in acqua con 55÷60% di veicolo avente residuo secco non inferiore al 50% e 40÷45% di pigmento costituito da biossido di titanio rutilo per almeno il 65%.

Lo spessore di ogni mano non dovrà risultare inferiore a 0,035 mm.

Data in due mani previa preparazione del sottofondo mediante rasatura a stucco plastico, scartavetratura, spolveratura, ripresa di spigoli e quanto altro necessario compresa l'applicazione di uno strato di isolante inibente.

Se previsto in Progetto, sopra la tinteggiatura esterna, sarà applicata una mano di vernice trasparente idrorepellente siliconica a solvente, data a pennello o a spruzzo.

## **16.3. VERNICIATURA DI PARETI IN MURATURA**

---

Le pareti interne in muratura saranno finite con due mani di smalto poliuretano, previa preparazione del sottofondo e spolveratura delle superfici, di colore e modalità indicate in Progetto; le pareti esterne saranno finite con una mano di vernice trasparente idrorepellente siliconica a solvente su faccia vista o intonacata e tinteggiate.

## **16.4. VERNICIATURA DI OPERE IN LEGNO**

---

Tutte le opere in legno dovranno essere finite con i cicli di verniciatura di seguito descritti.

I cicli di verniciatura saranno preceduti dalla preparazione del supporto; tra la prima mano e quelle successive si dovrà procedere alla stuccatura, alla rasatura e alla carteggiatura.

#### **16.4.1. CICLO A (CICLO OPACO)**

Il ciclo comprende tre mani di prodotti vernicianti aventi le caratteristiche indicate nello specchio che segue:

##### **Ciclo di verniciatura <<A>>**

	<b>1°strato</b>	<b>2°strato</b>	<b>3°strato</b>
Tipo di vernice	Fondo sintetico di imprimitura a base di resina alchidica	Smalto sintetico satinato a base di resina alchidica	Smalto sintetico satinato a base di resina alchidica
Peso specifico g/l	≥ 1500	≥ 1200	≥ 1200
Componenti n.	1	1	1
Spessore del film mm	≥ 0,04	≥ 0,04	≥ 0,04
Metodo di applicazione	Pennello-spruzzo	pennello-spruzzo	pennello-spruzzo

#### **16.4.2. CICLO B (CICLO TRASPARENTE)**

Il ciclo comprende tre mani di prodotti vernicianti aventi le caratteristiche indicate nello specchio che segue:

##### **Ciclo di verniciatura <<B>>**

	<b>1°strato</b>	<b>2°strato</b>	<b>3°strato</b>
Tipo di vernice	Fondo trasp. a base di resine sintetiche, oli essiccativi e fungicidi	Finitura trasp. satinata a base di resine alchidiche	Finitura trasp. satinata a base di resine alchidiche
Peso specifico g/l	≥ 850	≥ 880	≥ 880
Componenti n.	1	1	1
Spessore del film mm	≥ 0,04	≥ 0,04	≥ 0,04
Metodo di applicazione	Pennello immersione	o pennello	pennello

## **16.5. PROTEZIONE AL FUOCO**

---

### **16.5.1. CON PITTURA IGNIFUGA INTUMESCENTE**

Verniciatura protettiva di strutture metalliche costituita da pittura ignifuga intumescente a base acquosa (esente da solventi) atta all'isolamento al fuoco e ritardante la propagazione della fiamma mediante reazione ad effetto schiumogeno. Applicata a più mani, a pennello o a spruzzo, nelle quantità e con gli spessori sottoindicati, secondo le classi di protezione richieste, come da prescrizioni specificate nella circolare del Ministero dell'Interno n. 91 del 4/9/1961 e successivi aggiornamenti, gli spessori e le classi di protezione saranno le seguenti:

- per ottenere una resistenza al fuoco di classe 60 min, sarà applicato un quantitativo di pitture pari a  $1,7 \div 1,8$  kg/m<sup>2</sup> dato in 3÷4 mani, pari ad uno spessore finito di 0,8 mm;
- per ottenere una resistenza al fuoco di classe 120 min, sarà applicato un quantitativo di pitture pari a  $2,9 \div 3,0$  kg/m<sup>2</sup> dato in 4÷5 mani, pari ad uno spessore finito di 1,35 mm.

La pittura sarà applicata su superfici preventivamente preparate come ai cicli A e C; o su superfici di strutture in acciaio esistenti, sabbiate a metallo bianco di grado SVENSK STANDARD 2½ e trattate con una mano di antiruggine sintetico magro al cromato di zinco dello spessore di 0,04 mm.

### **16.5.2. CON STRATO DI FIBRE MINERALI MISCELATE CON CEMENTO E COLLANTE**

Copertura di strutture in acciaio, in calcestruzzo o in muratura mediante spruzzatura di uno strato costituito da fibre minerali di lana di roccia sfibrate, esenti da amianto e silice libera miscelate con cemento e collante vinilico negli spessori sottoindicati, atti a garantire:

- resistenza al fuoco di classe 90 min: spessore di 10 mm;
- resistenza al fuoco di classe 120 min: spessore di 15 mm;
- resistenza al fuoco di classe 180 min: spessore di 20 mm.

La copertura dovrà eseguirsi con impiego di idonea attrezzatura comprendente: tramoggia rotativa, sfibratore a pettine, booster a secco ecc. e applicata su superfici preventivamente preparate come ai cicli A e C; su superfici di strutture in acciaio esistenti, sabbiate a metallo bianco di grado SVENSK STANDARD 2½ e trattate con una mano di antiruggine sintetico magro al cromato di zinco dello spessore di 0,04 mm; su strutture in calcestruzzo o in muratura adeguatamente preparate mediante bagnatura con acqua e collante in pressione.

---

## **16.6. TAPPEZZERIA IN PLASTICA**

---

L'applicazione della tappezzeria in plastica su pareti interne dovrà essere preceduta da un'accurata preparazione dell'intonaco opportunamente regolarizzato e liscio mediante rasatura a stucco plastico, scartavetratura, spolveratura, ripresa di spigoli e quanto altro occorrente.

La tappezzeria dovrà essere in plastica con supporto di tela, «di tipo ignifugo di classe I»; costituita da cloruro di polivinile spalmato a caldo su tela di puro cotone, avente un peso non inferiore a 0,680 kg/m<sup>2</sup>; dovrà essere di grana e del tipo e colore, secondo le scelte progettuali.

L'applicazione alle pareti, preceduta da una spalmatura di colla dello stesso tipo di quella impiegata per l'incollaggio dei teli, diluita in acqua nel rapporto 1/1, dovrà essere fatta mediante collanti a freddo a base di carbossimetilcellulosa od a base vinilica, miscelati con antifermantativi nella misura dello 0,5% circa. La colla dovrà essere spalmata sulla tappezzeria e lasciata maturare prima dell'applicazione dei teli.

È vietata la sovrapposizione dei bordi dei teli; le giunzioni dovranno presentarsi perfettamente verticali e combacianti per l'intera altezza del telo.

I teli dovranno essere in un sol pezzo: sono pertanto vietate giunzioni intermedie. La tappezzeria, dopo l'applicazione e il prosciugamento dovrà risultare perfettamente distesa ed aderente su tutte le superfici e non presentare bolle d'aria, distacchi o ad altre imperfezioni.

---

## **16.7. RIVESTIMENTI PLASTICI**

---

Il rivestimento plastico per superfici intonacate di pareti interne e/o esterne e di soffitti, sarà composto da: resine sintetiche, pigmenti coloranti selezionati, cariche minerali inerti di varia granulometria e solventi di adeguata tensione superficiale.

Le superfici da rivestire dovranno essere perfettamente stagionate, accuratamente preparate e depolverizzate, trattate preliminarmente con una mano di impregnante isolante inibente a solvente.

Il rivestimento liscio avrà le seguenti caratteristiche:

- peso specifico del prodotto: > 1350 g/l;
- applicazione: due strati dati a pennello o con rullo in lana;

- rilievo massimo: fino a 0,5 mm.

Il rivestimento bucciato avrà le seguenti caratteristiche:

- peso specifico del prodotto: > 1600 g/l;
- applicazione: pennello o rullo in lana;
- rilievo massimo: fino a 1,2 mm.

## **16.8. OSSIDAZIONE ANODICA**

---

Le parti in vista di manufatti in alluminio e sue leghe (compresi gli infissi) dovranno essere trattate, con ossidazione anodica, nei colori previsti in Progetto.

Classi e caratteristiche degli strati di ossidazione anodica da adottare sono quelle sottoelencate:

- ARP 15 Architettonico lucido;
- ARS 15 Architettonico spazzolato;
- ARC 15 Architettonico satinato chimicamente;

dove lo spessore dello strato dovrà essere non inferiore a 15 µm.

Le superfici da trattare dovranno essere preliminarmente preparate, in funzione delle classisopraelencate, rispettivamente mediante lucidatura meccanica o spazzolatura meccanica o trattamento chimico.

Le superfici dovranno presentarsi regolari, prive di porosità e di colore uniforme.

I manufatti dovranno essere protetti, in via provvisoria, da speciali pellicole trasparenti e facilmente asportabili, in modo particolare quelli da fissare alle strutture murarie, affinché agenti chimici eterogenei non ne corrodano o macchino le superfici durante l'esecuzione dei lavori.



## **17. SEZ. 17 “OPERE DI CONSOLIDAMENTO”**

---

### **17.1. CLASSIFICAZIONE, DEFINIZIONI E NORMATIVE.**

---

#### **17.1.1. CLASSIFICAZIONE**

Le opere di cui in appresso sono riferite alla classificazione che segue:

a) Ancoraggi

Gli ancoraggi sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:

- Tiranti di ancoraggio
- Barre di ancoraggio e bulloni
- Chiodi.

b) Trattamenti colonnari

I trattamenti colonnari identificano l'esecuzione di colonne di terreno consolidato, ottenute tramite:

- sistemi jetting (jet-grouting)
- mescolazione meccanica.

c) Iniezioni

Le iniezioni identificano le attività, finalizzate al miglioramento ed alla impermeabilizzazione dei terreni e delle rocce, realizzate mediante iniezione di:

- miscele cementizie stabili ed instabili
- miscele con cementi microfini stabili.

#### **17.1.2. DEFINIZIONI**

##### **17.1.2.1 TIRANTI D'ANCORAGGIO**

Per tiranti di ancoraggio si intendono elementi strutturali connessi al terreno o alla roccia, che in esercizio sono sollecitati a trazione.

Le forze di trazione sono quindi applicate sulla struttura da tenere ancorata mediante una piastra di ripartizione (testata).

In tali elementi la sollecitazione di trazione è impressa in tutto, o in parte, all'atto del collegamento con l'opera ancorata.

Il tirante si compone delle seguenti parti:

la testa, costituita dal dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;

il tratto libero intermedio di collegamento tra testa e tratto attivo;

il tratto attivo (fondazione), che trasmette al terreno la forza di trazione del tirante.

I tiranti, in relazione alla durata di esercizio, vengono distinti in:

tiranti provvisori, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo limitato e definito a priori (inferiore a due anni);

tiranti permanenti, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo commisurato alla vita utile dell'opera ancorata.

Di norma l'armatura dei tiranti di ancoraggio è costituita da un fascio di trefoli in acciaio, tipo c.a.p., solidarizzati al terreno mediante iniezioni cementizie.

#### 17.1.2.2 BARRE DI ANCORAGGIO E BULLONI

Si tratta di elementi strutturali che, in esercizio, sono sollecitati a trazione, e che sono in grado di assorbire anche eventuali sollecitazioni taglianti.

Si tratta quindi di tiranti particolari, i cui elementi caratteristici sono:

- armatura costituita da una singola barra;
- lunghezza in genere limitata;
- solidarizzazione, di norma, per semplice cementazione.

Analogamente ai tiranti di ancoraggio è possibile operare distinzioni in base alle modalità di applicazione degli sforzi di trazione (attivi e passivi) ed in base alla durata di esercizio (provvisori e permanenti).

I bulloni sono generalmente caratterizzati dalla peculiarità di possedere dispositivi di ancoraggio ad espansione meccanica.

#### 17.1.2.3 CHIODI

Si tratta di ancoraggi tipicamente passivi, costituiti da elementi strutturali operanti in un dominio di taglio e trazione conseguente ad una deformazione da taglio.

I chiodi sono quindi generalmente privi di testa di ripartizione e con l'armatura costituita da:

- barra in acciaio ad aderenza migliorata;
- profilato metallico;
- barra o tubo in vetroresina, con superficie corrugata o scabra.

#### 17.1.2.4 TRATTAMENTI COLONNARI JETTING (JET-GROUTING)

Si definiscono trattamenti colonnari jetting gli interventi di consolidamento e miglioramento dei terreni, mediante mescolazione in posto con leganti cementizi, con la tecnica esecutiva basata sull'impiego dei sistemi jetting (ad uno o più fluidi).

Perforato il terreno, l'iniezione jetting viene eseguita di norma in risalita, utilizzando quale circuito di iniezione la batteria di aste di perforazione e l'utensile di disagregazione, opportunamente corredato di ugelli di iniezione.

Per effetto della rotazione dell'asta durante l'estrazione, l'iniezione jetting realizza una colonna il cui diametro medio nominale dipende dalle modalità e dai parametri di iniezione utilizzati (n. dei fluidi, pressioni, velocità di rotazione e di risalita, etc.).

Gli elementi ottenuti, qualora previsto dal progetto, possono essere successivamente armati, utilizzando barre in acciaio ad aderenza migliorata o tubi metallici.

L'inserimento dell'armatura può avvenire a miscela cementizia fresca, per infissione a pressione, oppure riproforando le colonne con fanghi cementizi aventi la stessa composizione della miscela di iniezione.

#### 17.1.2.5 INIEZIONI

Le iniezioni costituiscono una tecnica atta a modificare le caratteristiche meccaniche (resistenza e deformabilità) e le caratteristiche idrauliche (permeabilità) di terreni porosi e di rocce fessurate o fratturate, o aventi cavità di varie dimensioni, per effetto dell'immissione di idonee miscele, attraverso fori di piccolo diametro.

Tali miscele sono dei fluidi (sospensioni, soluzioni, emulsioni) dotate di proprietà reologiche evolutive, inizialmente idonee alla penetrazione nel mezzo poroso o fratturato, e che raggiungono in seguito le caratteristiche adeguate agli scopi del trattamento.

I terreni iniettabili comprendono i terreni alluvionali o detritici, fino ad un certo limite di permeabilità (dalle ghiaie alle sabbie fini) e le rocce (da carsiche a microfessurate).

I trattamenti possono definirsi di:

- impregnazione, quando tendono a riempire i vuoti dei terreni sciolti porosi;
- intasamento, quando tendono a riempire fratture o cavità della roccia;
- ricomprensione, quando tendono a formare, nei terreni fini, un reticolo di lenti resistenti e scarsamente deformabili, ottenuto per fratturazione idraulica (claquage).

Le miscele di iniezione consistono in:

- sospensioni di un legante idraulico in acqua con eventuali additivi stabilizzanti (miscele cementizie);
- soluzioni colloidali, ottenute sciogliendo in acqua colloidali puri (silicato di sodio) ed utilizzando reagenti organici (acetato di etile);
- soluzioni pure inorganiche, costituite da soluzioni acquose di silice pura con impiego di reagenti inorganici.

In relazione alla penetrabilità ed alla stabilità le sospensioni cementizie si definiscono:

- miscele cementizie instabili, costituite da miscele binarie, nelle quali la fase solida tende a sedimentare con rilevante cessione di acqua libera (bleeding);

- miscele cementizie stabili, costituite da miscele ternarie (acqua- cemento-bentonite) o da miscele binarie corrette con additivi disperdenti e stabilizzanti;
- miscele con cementi microfini, costituite da miscele binarie, con impiego di cementi macinati e additivati.

### **17.1.3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi e normative.

- Decreto Ministeriale 14/01/2008: Norme tecniche per le Costruzioni
- Raccomandazioni A.I.C.A.P. "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce", edizione 1993.
- Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN che saranno richiamate ove pertinenti.

## **17.2. TIRANTI DI ANCORAGGIO**

---

Le caratteristiche geometriche e strutturali dei tiranti sono definite nel progetto esecutivo.

### **17.2.1. ELEMENTI COSTITUTIVI TIRANTI E DELLE BARRE DI ANCORAGGIO**

Nelle strutture di ancoraggio che lavorano totalmente o prevalentemente a trazione si distinguono i seguenti elementi:

#### **a) Testata**

E' il dispositivo di ripartizione delle sollecitazioni di ancoraggio sulla opera ancorata; è normalmente costituita da una piastra metallica di adeguate dimensioni, dotata di fori passanti per ospitare le armature, con i relativi dispositivi di bloccaggio, ed il condotto di iniezione.

#### **b) Armatura**

E' l'elemento destinato a trasmettere le sollecitazioni dalle testate al terreno o alla roccia; è costituita da trefoli o barre, a seconda del tipo di ancoraggio.

#### **c) Tratto libero**

E' la parte di armatura che non è solidarizzata al terreno o alla roccia, la cui lunghezza caratterizza la deformabilità dell'ancoraggio.

#### **d) Fondazione (Bulbo di ancoraggio)**

E' il tratto di armatura che viene solidarizzato al terreno o alla roccia e trasferisce le sollecitazioni per attrito.

#### **e) Canna di iniezione**

E' costituito da un tubo generalmente in PVC, dotato o meno di valvole a manchettes, che viene collegato al circuito di iniezione per la solidarizzazione dell'ancoraggio al terreno o alla roccia. Nei tiranti di ancoraggio fra il tratto libero e la fondazione è di norma interposto un dispositivo di separazione, chiamato sacco otturatore, tenuto in sede da due tamponi posti alle estremità. La funzione del sacco otturatore è di bloccare

le eventuali fughe di miscela cementizia attraverso il tratto libero; esso dunque è particolarmente necessario nei tiranti aventi inclinazione prossima all'orizzontale.

Nei tiranti definitivi sono presenti dispositivi atti a realizzare la protezione delle armature anche in corrispondenza del tratto di fondazione. Questo dispositivo è in genere costituito da una guaina in PVC corrugata, dotata di centratori esterni, connessa tramite giunzioni a tenuta all'ogiva o puntale terminale, ed al tampone del sacco otturatore. Un condotto di iniezione, dotato di sfiato, consente di eseguire il riempimento a volume controllato dell'interno di questa guaina (bulbo interno). Nel caso di tiranti a iniezioni selettive, la guaina grecata è collegata alla canna di iniezione e reca incorporate delle valvole a manchettes.

### **17.2.2. PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI**

Prima di dare inizio ai lavori, la metodologia esecutiva dei tiranti, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa, a sua cura, mediante l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova.

Il numero dei tiranti preliminari di prova, da eseguirsi solo per opere definitive, sarà stabilito dalla Direzione Lavori in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del sottosuolo.

Il numero minimo per le varie tipologie di tiranti di prova potrà essere riferito alle indicazioni fornite in tal senso dalle raccomandazioni A.I.C.A.P..

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti i tiranti progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.

Le modalità di applicazione e l'entità del carico massimo di prova e così pure la successione dei cicli di carico e scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori, in accordo con eventuali prescrizioni di progetto e con le raccomandazioni A.I.C.A.P su "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" (maggio 1993).

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i tiranti di progetto.

Nel caso l'impresa proponga di variare nel corso dei lavori 'la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, dovrà dar corso a sua cura e spese a nuove prove tecnologiche in ragione dello 0,5 % del numero totale dei tiranti ancora da eseguire con un minimo di un tirante prova.

### **17.2.3. SOGGEZIONI GEOTECNICHE, IDROGEOLOGICHE E AMBIENTALI**

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

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di tiranti di ancoraggio preliminari di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei tiranti di progetto.

Particolare cura dovrà essere posta relativamente alla verifica dell'aggressività dell'ambiente nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela di iniezione dei tiranti.

Tale verifica verrà eseguita, su richiesta della Direzione Lavori a cura e spese dell'Impresa.

L'ambiente verrà dichiarato aggressivo quando:

- il grado idrotimetrico (durezza) dell'acqua del terreno o di falda risulti  $< 3$  °F;
- il valore del pH dell'acqua risulti  $< 6$ ;
- il contenuto in CO<sub>2</sub>, disciolta nell'acqua risulti  $> 30$  mg/l;
- il contenuto in NH<sub>4</sub>, dell'acqua risulti  $> 30$  mg/l;
- il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti  $> 300$  mg/l;
- il contenuto in ioni SO<sub>4</sub> dell'acqua risulti  $> 600$  mg/l oppure  $> 6000$  mg/kg di terreno secco;
- i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con potenze maggiori di 50 kW;
- l'opera risulti situata a distanza  $\leq 300$  m dal litorale marino.

In caso di ambiente aggressivo accertato, l'utilizzo del tipo di cemento dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori e l'impresa dovrà certificarne l'idoneità.

#### **17.2.4. MATERIALI ED ELEMENTI COSTRUTTIVI**

##### **17.2.4.1 ACCIAI E DISPOSITIVO DI BLOCCAGGIO**

Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio dovranno essere conformi alle norme del DM 14/01/08.

##### **17.2.4.2 ARMATURE METALLICHE**

###### **TREFOLI TIPO C.A.P.**

Si utilizzeranno trefoli costituiti da fili avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili elicoidali secondo le prescrizioni fornite negli elaborati progettuali. Il passo ed il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili di uno stesso strato.

Dovranno possedere le proprietà meccaniche, garantite dal produttore, non inferiori a quelle indicate nel punto 11.3.3.2 del DM 14/01/2008 e si dovranno altresì valutare le cadute di tensione per rilassamento secondo quanto previsto dallo stesso DM.

###### **BARRE – BARRE IN ACCIAI SPECIALI**

Le barre saranno in acciaio del tipo ad aderenza migliorata (a.m.), di qualità e caratteristiche conformi a quanto specificato nella Sez. "Acciaio da Carpenteria".

E' consentito, ove espressamente previsto dai disegni di progetto, l'impiego di barre in acciai speciali ed a filettatura continua, tipo Dywidag o simili. Le caratteristiche di tali acciai dovranno essere certificate dal produttore, e verificate a norma dei regolamenti già richiamati.

#### 17.2.4.3 APPARECCHI DI TESTATA

##### DISPOSITIVI DI BLOCCAGGIO

I dispositivi di bloccaggio dei tiranti a trefoli dovranno essere conformi alle disposizioni contenute nel DM 14/01/08

##### PIASTRE DI RIPARTIZIONE

Si adotteranno piastre di ripartizione le cui dimensioni dovranno essere scelte in relazione alle caratteristiche geometriche e di portata dei tiranti ed alle caratteristiche di resistenza e deformabilità del materiale di contrasto.

#### 17.2.4.4 MISCELE DI INIEZIONE

Saranno usate miscele a base di cemento, aventi la seguente composizione per 1 m<sup>3</sup> di prodotto (se non diversamente specificato dal progettista) :

- acqua: 600 kg;
- cemento: 1200 kg;
- additivi: 10÷20 kg.

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro, inferiore allo 0,05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri, inferiore allo 0,15% in peso.

L'acqua dovrà essere conforme alle norme UNI EN 1008.

Gli additivi non dovranno essere aeranti.

La miscela dovrà presentare i requisiti seguenti, periodicamente controllati durante le lavorazioni.

#### 17.2.5. DISTANZIATORI, TAMPONI E CONDOTTI DI INIEZIONE

I distanziatori avranno lo scopo di disporre l'armatura di ancoraggio nel foro di alloggiamento in modo che sia garantito il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela di iniezione.

La forma dei distanziatori dovrà quindi essere tale da consentire il centraggio dell'armatura nel foro di alloggiamento durante tutte le fasi di manipolazione e nello stesso tempo non dovrà ostacolare il passaggio della miscela; in ogni caso in corrispondenza del distanziatore la sezione libera di foro deve essere pari ad almeno due volte la sezione del condotto di iniezione.

I distanziatori dovranno essere realizzati in materiali non metallici di resistenza adeguata agli sforzi che devono sopportare ed essere disposti a intervalli non superiori a 5 m nel tratto libero; nel tratto di fondazione saranno intercalati da legature e disposti a intervalli di 2,0-2,5 m in modo da dare al fascio di trefoli una conformazione a ventri e nodi.

Per armature costituite da barre i distanziatori non saranno alternati a legature.

I tamponi di separazione fra la parte libera e la fondazione dovranno essere impermeabili alla miscela e tali da resistere alle pressioni di iniezione.

I tamponi dovranno essere realizzati o con elementi meccanici o con elementi chimici (materiale iniettato) aventi caratteristiche tali da garantire l'armatura dalla corrosione.

Le caratteristiche dei condotti di iniezione da impiegare dovranno essere tali da soddisfare i seguenti requisiti:

- avere resistenza adeguata alle pressioni di iniezione risultando cioè garantiti per resistere alla pressione prevista con un coefficiente di sicurezza pari ad 1,5 e comunque avere una pressione di rottura non inferiore a 10 bar;
- avere diametro interno minimo orientativamente pari a 10 mm nel caso in cui non siano presenti aggregati, pari a 16 mm in caso contrario; ciò al fine di consentire il passaggio della miscela d'iniezione.

### **17.2.6. TOLLERANZE GEOMETRICHE**

Le tolleranze ammesse nella realizzazione dei fori sono le seguenti:

- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di progetto e non superiore del 10% di tale diametro;
- la lunghezza totale di perforazione dovrà risultare conforme al progetto;
- la variazione di inclinazione e di direzione azimutale non dovrà essere maggiore di  $\pm 5^\circ$ ;
- la posizione della testa foro non dovrà discostarsi più di 10 cm dalla posizione di progetto.

La lunghezza totale dell'armatura e la lunghezza del tratto attivo, posizionato nella parte terminale della perforazione, dovranno risultare conformi alle indicazioni progettuali.

### **17.2.7. PERFORAZIONE**

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercolazione, in materie di qualsiasi natura e consistenza, compreso calcestruzzi, murature, trovanti e/o roccia dura, anche in presenza di acqua.

Il foro potrà essere eseguito a qualsiasi altezza e l'impresa dovrà provvedere ad eseguire idonei ponteggi ed impalcature, rispondenti a tutte le indicazioni di Legge.

Il foro dovrà essere rivestito nel caso che il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la posa delle armature; in roccia si rivestirà il foro nei casi in cui:

- l'alterazione e la fessurazione della roccia siano tali da richiederlo per assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature;
- la natura della roccia sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi lungo le pareti del foro, suscettibili di danneggiare le guaine di protezione.

Il fluido di perforazione potrà essere acqua, aria, una miscela di entrambi, oppure, unicamente per perforazioni in terreni sciolti, un fango di cemento e bentonite.

L'impiego di aria non è consentito in terreni incoerenti sotto falda.



Al termine della perforazione si dovrà procedere al lavaggio del foro con acqua o aria.

Nel caso coi terreni con prevalente componente argillosa, di rocce marnose tenere e terreni argillosi sovraconsolidati, il lavaggio sarà eseguito con sola aria, evitando l'utilizzo di fluidi di perforazione.

Quando sia previsto dal progetto e sia compatibile con la natura dei terreni, si potranno eseguire, mediante l'impiego di appositi utensili allargatori, delle scampanature di diametro noto, regolarmente intervallate lungo la fondazione del tirante.

In base alle indicazioni emerse nel corso della esecuzione dei tiranti preliminari di prova e comunque in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili, l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, a preventive iniezioni di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori.

### **17.2.8. ALLESTIMENTO DEL TIRANTE**

Ultimata la rimozione dei detriti si provvederà all'allestimento del tirante:

- riempimento del foro con miscela cementizia (cementazione di 1<sup>a</sup> fase), se necessaria;
- introduzione del tirante;
- riempimento dei dispositivi di separazione e protezione interni (sacco otturatore, bulbo interno);
- esecuzione delle iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati;
- posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento;
- prove di carico di collaudo;
- tensionamento del tirante;
- iniezione della parte libera;
- protezione della testata.

Se presente l'iniezione di 1<sup>a</sup> fase l'introduzione del tirante potrà essere eseguita solo allorchè:

- la perforazione sia interamente rivestita;
- il tirante sia dotato della valvola di fondo esterna all'ogiva;
- il riempimento avvenga contemporaneamente all'estrazione dei rivestimenti e siano operati gli eventuali rabbocchi finali;
- i trefoli ed i condotti di iniezione siano opportunamente prolungati fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezioni e di tesatura;
- il sacco otturatore, nel caso di tiranti orizzontali o debolmente inclinati ( $i \leq 25^\circ$ ), sia presente.

### **17.2.9. MISCELE DI INIEZIONE**

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato.

#### 17.2.9.1 CEMENTAZIONE DI 1^ FASE

Se necessaria sarà eseguita all'atto del completamento della perforazione, secondo quanto specificato al precedente punto; si utilizzerà un volume di miscela cementizia commisurato al volume teorico del foro.

In questa fase si eseguiranno anche le operazioni di riempimento del sacco otturatore, ove presente, e del bulbo interno per i tiranti definitivi, utilizzando quantitativi di miscela corrispondenti ai volumi teorici degli stessi.

Completata l'iniezione di 1^ fase si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di iniezione.

#### 17.2.9.2 INIEZIONI SELETTIVE A PRESSIONI E VOLUMI CONTROLLATI

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 barsalvo diverse indicazioni progettuali; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata. Ottenuta l'apertura della valvola si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto. La pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I valori di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno della canna.

#### **17.2.10. ELEMENTI DI PROTEZIONE**

In relazione alla aggressività dell'ambiente sono ammesse le seguenti due classi di protezione:

- classe 1 per tiranti provvisori in ambiente aggressivo e non aggressivo e per tiranti permanenti in ambiente non aggressivo, con protezione che consisterà in una guaina di polietilene o di polipropilene che avvolge il tratto libero;

- classe 2 per tiranti permanenti in ambiente aggressivo, con protezione di tutto il tirante che sarà costituita da una guaina in polietilene o in polipropilene; essa potrà essere flessibile o semirigida e liscia per il tratto libero; sarà invece grecata per il tratto di fondazione del tirante.

Lo spessore della guaina non dovrà essere inferiore a 1,5 mm e dovrà garantire contro lacerazioni in tutte le fasi di lavorazione e posa ed in presenza delle sollecitazioni meccaniche e chimiche previste in esercizio.

La sezione interna della guaina dovrà essere pari ad almeno quattro volte la sezione trasversale complessiva delle armature (trefoli o barre) contenute e dovrà comunque assicurare uno spessore di iniezione per il ricoprimento degli elementi più esterni dell'armatura di almeno 5 mm.

Per le guaine corrugate dovrà risultare una distanza tra due nervature successive >5 mm ed una differenza tra i diametri interni, maggiore e minore, superiore a 8 mm.

Ciascun trefolo o barra dovrà essere ulteriormente protetto:

- da una guaina individuale in P.V.C., polietilene o polipropilene nella parte libera;
- da una verniciatura in resina epossidica elasticizzata nel tratto di fondazione.

Gli spazi residui tra guaina e pareti del perforo dovranno essere riempiti con miscela cementizia.

Gli spazi residui tra armatura e guaina dovrà essere perfettamente riempita con grasso meccanico chimicamente stabile, inalterabile e non saponificabile.

### **17.2.11. TESATURA E COLLAUDO**

Trascorsi ventotto giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, sarà sottoposto a tesatura di collaudo 1 tirante ogni 5 eseguiti.

L'inizio delle operazioni di tesatura e collaudo dovrà essere comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.

La trazione di collaudo ( $N_c$ ) è pari a 1,2 volte la trazione massima di esercizio ( $N_{es}$ ).

La prova di collaudo si eseguirà assegnando dapprima al tirante una trazione di assestamento  $N_0=0,10N_{es}$  e misurando la corrispondente posizione delle armature rispetto alle piastre di testata.

I tiranti che non soddisferanno i requisiti di collaudo verranno sostituiti con nuovi tiranti di caratteristiche e posizione concordate con la Direzione Lavori, sentito il Progettista.

In tali casi, restando inteso che comunque i maggiori oneri che ne deriveranno saranno a totale carico dell'Impresa.

Ai tiranti risultanti idonei verrà applicata gradualmente e senza interruzioni la forza di tesatura iniziale prevista dal progetto.

Al termine delle operazioni di tesatura verranno serrati gli organi di bloccaggio.

Le apparecchiature impiegate dovranno consentire le seguenti precisioni di misurazione:

- per gli allungamenti di 0,1 mm;
- per le forze, del 2% della trazione massima di esercizio ( $N_{es}$ ).

Esse dovranno essere tarate presso un laboratorio Ufficiale/Autorizzato; è facoltà della Direzione Lavori rivedere a cura dell'Impresa esecutrice la ripetizione della taratura in caso di impieghi prolungati, o ripetuti per più di 50 tiranti, o in caso di risultati che diano adito a dubbi sulla loro attendibilità.

### **17.2.12. PROTEZIONI ANTICORROSIVE IN OPERA**

La protezione anticorrosiva del tratto libero del tirante sarà completata iniettando all'interno della guaina la miscela utilizzata nelle operazioni di iniezione dopo il completamento delle operazioni di tesatura del tirante. L'iniezione nel tratto libero della miscela cementizia prima della tesatura o di fasi eventuali di ritesatura, potrà avvenire solo per armature costituite da trefoli a sezione compatta, ingrassati e protetti da guaine individuali in P.V.C., in modo che sia assicurato lo scorrimento tra guaina e trefolo con minime resistenze.

La protezione della testa del tirante potrà essere ottenuta, nei casi in cui è prescritta la protezione di classe 1, con un getto della miscela indicata previa aggiunta di additivi antiritiro, mentre nel caso si debba realizzare una protezione di classe 2, si provvederà all'incapsulamento della testa mediante involucri protettivi di polietilene o polipropilene di spessore minimo pari a 2 mm che verranno connessi per saldatura alla guaina che avvolge il tratto libero; successivamente, con un getto di miscela cementizia, armata con rete, si proteggerà ulteriormente la testa dagli urti e dalle abrasioni.

Per un periodo non inferiore a centottanta giorni decorrente dalla data della ultimazione delle operazioni di tesatura di collaudo, le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per le operazioni di controllo e ritesatura da eseguire rispettivamente a novanta e centottanta giorni dalla data della tesatura di collaudo, nelle quantità che saranno prescritte dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 20% dei tiranti.

## **17.3. BARRE D'ANCORAGGIO E BULLONI**

---

### **17.3.1. PERFORAZIONE**

Valgono le prescrizioni già indicate per i tiranti di ancoraggio (punto 2.0 e seguenti – DM 14/01/2008) Nel caso di perforazione di piccolo diametro in roccia ( $\phi \leq 80 \div 100$  mm) e di manifesta stabilità del foro, potrà essere omesso l'impiego dei rivestimenti.

### **17.3.2. ALLESTIMENTO DELL'ANCORAGGIO**

Completata la perforazione e rimossi i relativi detriti mediante adeguato prolungamento della circolazione dei fluidi, si provvederà a realizzare l'ancoraggio, procedendo con le seguenti operazioni:

- introduzione dell'armatura;

- esecuzione dell'iniezione primaria e contemporanea estrazione del rivestimento;
- esecuzione delle iniezioni selettive se ed ove previste;
- posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento;
- eventuali prove di carico di collaudo;
- tensionamento della barra.

Per i bulloni ad espansione meccanica la connessione alla roccia si otterrà direttamente in fase di tensionamento.

### **17.3.3. INIEZIONE**

#### 17.3.3.1 INIEZIONE DI MISCELE CEMENTIZIE

Si applicano le specifiche già indicate per i tiranti di ancoraggio (punto 2.0 e seguenti), sia per le iniezioni di 1<sup>a</sup> fase, a gravità o a bassa pressione, sia per le iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati, quando previste.

#### 17.3.3.2 INIEZIONE DI RESINE

Nell'esecuzione di iniezioni con resine sintetiche si adotteranno modalità operative conformi alle raccomandazioni fornite dal produttore.

Per barre di piccolo diametro ( $\phi = 15 \div 20$  mm) si potrà adottare il sistema a "cartuccia". In tal caso si posiziona in fondo al foro una cartuccia di vetro contenente i componenti della resina, opportunamente separati. Si infila quindi la barra, facendola ruotare per rompere la cartuccia e mescolare i componenti della resina, dando così luogo al processo di polimerizzazione.

Per barre di diametro maggiore si adotteranno di norma resine fluide, che saranno iniettate tramite un condotto di mandata con ugello di fuoriuscita posto in prossimità del fondo del foro. La testata sarà dotata di un tubicino di sfiato, di norma in rame, che sarà occluso per piegatura a iniezione completata.

Le resine saranno di norma impiegate per la solidarizzazione delle barre in acciaio alla roccia. Preferenzialmente saranno impiegate resine epossidiche a due componenti e resine poliesteri insature.

Oltre al corretto dosaggio dei componenti, i principali fattori che influenzano il comportamento delle miscele di iniezione a base di resine sono:

- la viscosità in fase fluida
- i tempi di indurimento e loro dipendenza dalla temperatura
- la compatibilità con la presenza di acqua.

Rapporti non corretti del dosaggio dei componenti danno luogo a perdite di resistenza (per le resine epossidiche) o a variazioni non accettabili dei tempi di polimerizzazione (per resine poliesteri).

La presenza di solventi o diluenti, o prodotti secondari delle reazioni non partecipi della struttura della macromolecola, è generalmente causa di ritiro e/o porosità.

Sarà necessario che ciascun componente non sia solubile in acqua e che l'eventuale assorbimento di acqua non comporti alterazioni nel processo di polimerizzazione. Particolari accorgimenti dovranno essere presi per l'impiego sotto battente d'acqua, per evitare porosità e discontinuità.

La scelta della resina dovrà essere fatto tenendo conto dei seguenti fattori:

- viscosità: i valori dovranno essere compresi tra 300 e 3000 cP a 20° e devono essere misurati con il metodo ASTM D2393 - 72;
- tempo di gel: valore da definire a cura del produttore o a seguito di prove preliminari, in relazione alle caratteristiche dell'ambiente, ed ai tempi di realizzazione; il valore dovrà essere misurato secondo il metodo ASTM D2471 - 71;
- assenza di solventi, diluenti, o altri componenti estranei alla polimerizzazione: la differenza tra il peso della miscela fluida iniziale e della stessa miscela indurita dovrà essere inferiore al 5% del peso iniziale; la polimerizzazione non dovrà dar luogo a fenomeni secondari dannosi come, per esempio, sviluppo di gas;
- assenza di solventi, diluenti, o altri componenti estranei alla polimerizzazione: la differenza tra il peso della miscela fluida iniziale e della stessa miscela indurita dovrà essere inferiore al 5% del peso iniziale; la polimerizzazione non dovrà dar luogo a fenomeni secondari dannosi come, per esempio, sviluppo di gas;

## 17.4. CHIODI

La posa in opera dei chiodi sarà eseguita tramite le seguenti operazioni:

- a) perforazione, da condurre in accordo con le prescrizioni di cui alle precedenti tipologie di ancoraggio; è ammesso l'impiego di attrezzature leggere, in relazione alla natura della roccia ed alla geometria del foro;
- b) introduzione dell'armatura;
- c) esecuzione dell'iniezione, fino al completo riempimento dell'intercapedine.

Per chiodi in vetroresina si utilizzeranno solo prodotti chimicamente affini al materiale costituente l'armatura. In casi e per applicazioni particolari i chiodi potranno essere inseriti a pressione, con o senza battitura, con o senza jetting (attraverso la sezione cava).

Con "vetroresina" si intende un materiale composito le cui componenti di base sono tessuti in fibre di vetro e/o fibre di vetro o aramidiche, legati fra loro da una matrice di resine termoindurenti opportunamente polimerizzate. Il materiale è fortemente anisotropo e quindi si dovrà tener conto, per il suo corretto impiego, della disposizione delle fibre di rinforzo.

Di norma i chiodi in vetroresina saranno a sezione circolare, piena o cava, con diametri variabili da 20 a 60 mm; per i profilati a sezione cava si richiedono spessori minimi non inferiori a 5 mm.

Ove necessario, o espressamente richiesto dal progetto, le barre dovranno essere del tipo ad aderenza migliorata, ad esempio mediante trattamento di filettatura continua.

L'impiego di profilati con sezioni di geometria particolare (a doppio T, ad U, prismatica) potrà essere consentito, ove previsto da progetto.

I materiali utilizzati dovranno essere certificati dal produttore (e conformi a quanto definito nel DM 14/01/2008).

Le caratteristiche minime richieste sono riportate nella tabella seguente:

#### CARATTERISTICHE E LIMITI DI ACCETTABILITA' DELLE VETRORESINE PER CHIODI

CARATTERISTICHE	UNITA' DI MISURA	MATRICE		METODO DI PROVA
		POLIESTERE	RESINA EPOSSIDICA	
Peso specifico	Kg/dm <sup>3</sup>	1.65 - 1.85	1.9	UNI EN ISO 1183-1 e 2
Contenuto di vetro in percentuale del peso	%	50 ÷ 70	60 ÷ 75	--
Resistenza a trazione	MPa	400 ÷ 650	> 800	
Resistenza a flessione	MPa	300 ÷ 600	> 750	UNI EN ISO 178:2011
Resistenza a compressione	MPa	150 ÷ 300	450	UNI EN ISO 604:2008
Modulo di elasticità	MPa	15000 ÷ 32000	35000 ÷ 42000	

Le informazioni relative alla esecuzione dei chiodi saranno riportate, a cura dell'Impresa, su una scheda tecnica preventivamente approvata dalla DL.

#### 17.5. OPERE PROVVISORIALI PER LA PROTEZIONE DALLA FALDA

L'integrità delle pareti degli scavi dovrà essere garantita contro le azioni delle acque di falda mediante presidi provvisoriati costituiti da trattamenti colonnari (jet grouting) con funzione di "tappo di fondo" e/o mediante emungimento delle acque (diretto e/o con wellpoints).

L'obiettivo di eliminare le acque dalle zone di lavoro potrà essere raggiunto anche mediante un utilizzo combinato di differenti tecnologie tra quelle citate.

### **17.5.1. TRATTAMENTI COLONNARI**

#### **17.5.1.1 SOGGEZIONI GEOTECNICHE ED AMBIENTALI**

Di norma le perforazioni saranno eseguite con o senza rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile.

I fluidi di perforazione potranno essere costituite da:

- acqua
- boiaccia cementizia
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi proposti dall'Impresa.

Le pressioni di iniezione devono essere determinate in modo da non provocare indesiderati inconvenienti, quali sollevamenti nelle adiacenze o comunicazioni tra fori o colonne vicine, non ancora indurite.

I trattamenti dovranno essere eseguiti secondo modalità di dettaglio approvate dalla DL, e potranno essere realizzati in verticale o comunque inclinati in relazione alle indicazioni di progetto.

#### **17.5.1.2 PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI**

La tipologia delle attrezzature prescelte ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'Impresa alla Direzione Lavori per opportuna informazione.

L'Impresa ha l'obbligo di eseguire delle prove tecnologiche preliminari per verificare l'idoneità di tali attrezzature e delle modalità di esecuzione.

L'Impresa eseguirà una serie di prove preliminari per la messa a punto dei sistemi in funzione delle condizioni locali del sito e dello scopo del progetto.

Definite le modalità esecutive più idonee, si procederà all'esecuzione di un campo prova che sarà costituito da almeno 4 colonne rappresentative dell'intervento che si dovrà realizzare.

Sulle colonne del campo prova si dovranno effettuare i test di seguito indicati.

#### **DETERMINAZIONE DEL DIAMETRO MEDIO DELLE COLONNE**

Il diametro sarà misurato mediante la messa a giorno di almeno 2 m delle colonne del campo prova (trascurando i primi 50÷60 cm dal p.c.).



Qualora gli eventuali strati profondi di terreno da trattare presentino caratteristiche sostanzialmente diverse dai terreni superficiali, le colonne di prova andranno spinte a tali profondità; in questo caso il controllo sarà effettuato solo mediante carotaggi.

#### CAROTAGGI E PROVE IN SITO

Sulle colonne del campo prova si eseguiranno le seguenti prove:

- esecuzione di un carotaggio continuo su tutte le colonne per tutta la loro lunghezza, posizionato al centro; il carotaggio dovrà mostrare una percentuale di recupero superiore od uguale al 70%;
- esecuzione di un carotaggio continuo per tutta la lunghezza, posizionato all'intersezione di eventuali due colonne compenetranti;
- misura della velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali, lungo i fori eseguiti in asse, con il metodo del carotaggio sonico. Le colonne dovranno aver raggiunto almeno 30 gg. di maturazione (preferibilmente 30 gg. nel caso di trattamento di terreni incoerenti e 40 gg. nel caso di terreni coesivi);
- potrà venire richiesta la realizzazione di prove cross-hole attraverso almeno tre tubi in acciaio posti ad un interasse di circa 100 cm (e che comunque verrà definito di volta in volta). Le misure microsismiche dovranno venire effettuate, per tutte le coppie possibili di tubi, sia sul terreno vergine prima dell'intervento, che sul trattamento dopo almeno 30 gg. dalla sua realizzazione;
- potranno venire richieste prove di permeabilità del tipo Lugeon o Lefranc.

I carotaggi dovranno essere eseguiti con corone a diamante e doppio carotiere con almeno 100 mm di diametro nominale.

Sui campioni prelevati si eseguiranno le seguenti operazioni:

- catalogazione, descrizione e documentazione fotografica;
- osservazioni relative al grado di continuità con l'indicazione delle percentuali di recupero e la lunghezza di ciascun pezzo di carota (in cm).

#### 17.5.1.3 MISCELE CEMENTIZIE DI INIEZIONE

Dovrà essere impiegata una miscela binaria cemento/acqua il cui rapporto è variabile, in funzione del sistema operativo, del tipo di terreno e dei parametri richiesti.

E' ammesso l'uso di additivi, aventi le funzioni di seguito indicate:

- stabilizzanti (la resa volumetrica deve risultare  $\geq 97\%$ ) o fluidificanti
- acceleranti o ritardanti di presa
- impermeabilizzanti
- di protezione delle miscele dal dilavamento nel caso di falda in movimento con forte velocità
- di protezione da eventuali agenti organici presenti nel terreno.

Naturalmente l'adozione di tali additivi svolge un ruolo importante sulle caratteristiche meccaniche delle miscele e della colonna di terreno stabilizzato, che andranno di volta in volta verificate ed accettate in funzione degli scopi del trattamento stesso.

Le schede tecniche dei prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere preventivamente consegnate alla Direzione Lavori per opportuna informazione.

Di norma le miscele cementizie di iniezione per i trattamenti jet- grouting saranno preparate adottando un dosaggio in peso dei componenti tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$1 \leq a/c \leq 2$$

Le miscele cementizie dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

viscosità Marsh : 25÷40 secondi

Resistenza a compressione :  $\geq 15$  MPa (salva comunque la funzionalità del manufatto)

Peso specifico :  $\geq 97\%$  del peso teorico

Essudazione :  $\leq 15\%$

#### 17.5.1.4 CONTROLLI E DOCUMENTAZIONE

Per ciascuna colonna che verrà eseguita durante il lavoro, contraddistinta con una numerazione progressiva, dovrà essere compilata dal Contraente Generale una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- n. della colonna e data di esecuzione;
- lunghezza della perforazione;
- modalità di esecuzione della perforazione:
  - diametro;
  - fluido;
  - caratteristiche dell'utensile;
- parametri di iniezione:
  - n. e caratteristiche degli ugelli;
  - velocità di rotazione e di risalita;
  - pressioni;
  - volumi di iniezione;
- caratteristiche e controlli sulla miscela:
  - composizione;
  - densità;
  - viscosità;
  - decantazione

### **17.5.2. EMUNGIMENTO DELLE ACQUE**

In alternativa ai trattamenti colonnari sopra descritti, si potrà ricorrere all'emungimento delle acque mediante pompaggio diretto e/o tramite wellpoints, in una delle seguenti situazioni:

- quale unico presidio, qualora le condizioni di permeabilità dei terreni e di portata dell'acqua lo consentano;
- ad integrazioni di altri presidi, quali ad esempio i trattamenti colonnari, al fine di ottenere, con la combinazione delle differenti tecnologie, le richieste condizioni di sicurezza e stabilità delle pareti di scavo.

La portata complessiva emunta sarà funzione del tipo e del numero delle pompe utilizzate, e dovrà essere sufficiente a garantire, per la specifica situazione, l'allontanamento dalle aree di lavoro della portata filtrante all'interno delle stesse.

## **17.6. INIEZIONI**

---

### **17.6.1. SOGGEZIONI GEOTECNICHE ED AMBIENTALI**

Poichè la corretta scelta delle metodologie e dei prodotti di iniezione è basilare per la corretta realizzazione dei trattamenti, l'Impresa dovrà valutare attentamente gli elementi di conoscenza delle caratteristiche dei terreni (stratigrafia, granulometria, etc.), o i caratteri strutturali e morfologici degli ammassi rocciosi (grado di fratturazione, permeabilità Lugeon, etc.). Dovrà inoltre valutare attentamente l'influenza della falda (pressione, velocità di filtrazione, etc.).

Ove ne ricorra l'opportunità la Direzione Lavori richiederà l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari, secondo quanto precisato al punto successivo.

#### **17.6.1.1 SALVAGUARDIA AMBIENTALE**

Gli interventi con finalità impermeabilizzanti non dovranno modificare le condizioni idrologiche del sottosuolo all'esterno delle aree immediatamente adiacenti ai trattamenti.

E' consentito esclusivamente l'impiego di prodotti stabili nel tempo, e che non cedano al terreno ed alle falde circostanti liquidi residuali inquinanti. Di norma quindi è fatto divieto all'uso di soluzioni colloidali e di reagenti organici, o di altre soluzioni in contrasto con le vigenti norme in materia di tutela ambientale.

#### 17.6.1.2 CONTROLLO DEGLI STATI TENSO-DEFORMATIVI

I procedimenti di iniezione dovranno essere definiti ed applicati in modo da evitare che abbiano luogo modificazioni indesiderate dello stato di deformazione e dello stato di sollecitazione su opere vicine.

#### 17.6.2. TOLLERANZE

I fori di iniezione dovranno essere realizzati nella posizione e con le inclinazioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate plano-altimetriche:  $\pm 5$  cm;
- scostamento dall'asse teorico :  $\pm 2\%$ ;
- lunghezza:  $\pm 15$  cm.

#### 17.6.3. MATERIALI

##### 17.6.3.1 MISCELE CEMENTIZIE NORMALI

Di norma le miscele cementizie di iniezione per i trattamenti di impregnazione saranno preparate adottando un dosaggio in peso dei componenti tale da soddisfare un rapporto cemento/acqua

$$0.2 \leq c/a \leq 0.6$$

con impiego di additivi stabilizzanti e disperdenti; per ottenere la stabilizzazione potrà essere utilizzato un agente colloidale, ad esempio bentonite, con rapporto

$$0.01 \leq b/a \leq 0.04$$

Per i trattamenti di intasamento di rocce fessurate il dosaggio c/a può variare nell'intervallo:

$$0.4 \leq c/a \leq 1.4$$

Il cemento impiegato dovrà essere scelto in relazione alle esigenze di penetrabilità ed alle caratteristiche ambientali, considerando, in particolare, l'aggressività dell'ambiente esterno.

E' ammesso l'uso di additivi stabilizzanti, disperdenti e/o fluidificanti.

Le schede tecniche dovranno essere preventivamente approvate dalla DL.

Le miscele cementizie dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- viscosità Marsh :  $35 \div 45$  secondi
- viscosità apparente :  $10 \div 20$  cP
- rendimento volumetrico :  $\geq 95$  %

(per miscele stabili)

### 17.6.3.2 MISCELE CON CEMENTI MICROFINI

#### CARATTERISTICHE DEI CEMENTI E DOSAGGI

Le miscele con cementi microfini saranno ottenute a seguito di processi di produzione tali da aumentare la finezza del cemento fino a valori dell'ordine di  $8500 \div 12000 \text{ cm}^2/\text{g}$  (Blaine). I processi di macinazione e separazione dovranno quindi consentire di ottenere un fuso granulometrico delle particelle solide presenti nella sospensione caratterizzata dai seguenti valori:

- $D_{98} = 10 \div 20 \text{ }\mu\text{m}$
- $D_{50} = 3 \div 5 \text{ }\mu\text{m}$

La granulometria sarà determinata con porosimetri a mercurio o apparecchiature di equivalente precisione. Il dosaggio, in relazione agli impieghi, potrà variare nell'intervallo:

$$0.5 \leq c/a \leq 0.6$$

E' ammesso l'impiego di eventuali additivi disperdenti e fluidificanti inorganici.

Le miscele con cementi microfini dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- viscosità Marsh:  $27 \div 30$  secondi
- rendimento volumetrico:  $\geq 95 \%$ .

### 17.6.4. MODALITÀ ESECUTIVE

Le iniezioni saranno effettuate impiegando tubi valvolati introdotti in appositi perfori all'interno del terreno da consolidare.

I perfori, eseguiti sul contorno della sezione di scavo della galleria, in avanzamento rispetto al fronte di scavo, potranno essere orizzontali, sub-orizzontali o comunque inclinati, di diametro 100-120 mm, ed eventualmente rivestiti. Preliminarmente verranno eseguite iniezioni di guaina tra le pareti del perforo ed il tubo e successivamente quelle di consolidamento, iniettando in pressione attraverso le valvole; tali iniezioni verranno eseguite in più fasi con miscele cementizie additivate eseguite a bassa pressione tra tubo e perforo e ripetute ad alta pressione, attraverso le valvole per il preconsolidamento. Il tubo impiegato sarà in vetroresina del tipo ad aderenza migliorata del diametro 60 mm e spessore 10 mm; le giunzioni dei tubi saranno eseguite con i necessari manicotti e collanti che dovranno garantire, anche in corrispondenza del giunto, la medesima resistenza a trazione e taglio dei tratti di tubo giuntati. Il tubo sarà corredato del tappo di fondo, del tubo di sfogo dell'aria e delle valvole per l'iniezione, costituite da manicotti in gomma di spessore 3,5 mm.

Il terreno consolidato dovrà presentare le caratteristiche meccaniche esposte nella tabella che segue, uniformemente distribuite nell'ambito dei volumi minimi considerati:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL TERRENO CONSOLIDATO	INTERVALLO DELLA PROVA	
	DOPO 48 h DALLA INIEZIONE	DOPO 7 h DALLA INIEZIONE
resistenza a compressione semplice	$\geq 1$ MPa	$\geq 1,5$ MPa
R.D.Q. (indice di recupero modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto degli spezzoni di carota di lunghezza $\geq 100$ mm	$\geq 50\%$	$\geq 70\%$

L'Impresa, a sua totale cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvederà alla messa a punto della tecnologia d'intervento procedendo preliminarmente, mediante prove e sondaggi, alla determinazione delle caratteristiche geomeccaniche, livello di falda e permeabilità del terreno da consolidare; in base ai risultati ottenuti definirà:

la quantità e distribuzione dei tubi di iniezione;

il passo delle valvole;

la composizione delle miscele con specifico riferimento alla viscosità, che dovrà essere bassa per poter eseguire le iniezioni in tempi brevi, il rapporto acqua cemento ed l'impiego di additivi adeguati;

la finezza del cemento;

la pressione di iniezione, che di norma dovrà essere inferiore a quella di cedimento del sistema (clacquage).

L'Impresa dovrà inoltre eseguire, sempre a sua cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, la verifica degli effetti indotti nel terreno ed infine l'accertamento dell'uniformità e delle caratteristiche meccaniche del terreno consolidato mediante prove in sito ed in laboratorio su campioni prelevati con carotaggi.

L'Impresa potrà dare corso ai trattamenti soltanto dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il suo benestare in base ai risultati delle prove di cui sopra, con l'avvertenza che in ogni caso tale benestare non ridurrà la responsabilità dell'Impresa circa il raggiungimento delle prescrizioni progettuali in termini di spessore e resistenza del terreno consolidato.

#### 17.6.4.1 ESECUZIONE DEI TRATTAMENTI

Le attrezzature impiegate dovranno essere in grado di eseguire le lavorazioni richieste con la necessaria continuità per assicurare la uniformità dei trattamenti; i tubi di iniezione dovranno essere atti a resistere a pressioni non inferiori a 12 MPa; l'impianto di miscelazione dovrà essere munito di dispositivo di pesatura del cemento e di misura dell'acqua, dosatore di additivi e contacicl di miscelazione progressivo; la centrale di

iniezione sarà attrezzata con pompe ad alta pressione munite di manometri posti a bocca' foro, con certificato ufficiale di taratura.

Qualora si dovessero riscontrare variazioni sensibili nelle caratteristiche dei terreni attraversati rispetto a quelle assunte inizialmente per la messa a punto del sistema, l'Impresa, a sua cura spese, dovrà verificare puntualmente l'idoneità dei parametri adottati provvedendo eventualmente ad una loro ritaratura in corso d'opera.

L'Impresa in ogni caso dovrà procedere a continui sondaggi nei trattamenti effettuati per verificare la rispondenza alle prescrizioni progettuali relativamente a resistenze e spessori.

A carico dell'Impresa si considerano tutte le operazioni preliminari di sondaggio, prove, progettazione e campo prove; la documentazione dei lavori; la ubicazione dei punti di trattamento; le operazioni di perforazione ed infissione dei tubi valvolati; l'esecuzione delle iniezioni di guaina e di quelle di consolidamento, compreso la fornitura di tutti i materiali ed in particolare:

- il cemento da impiegare nelle iniezioni di guaina e di consolidamento in terreni molto aperti, caratterizzati da un coefficiente di permeabilità fino a  $10^{-2}$  m/s, sarà cemento del tipo normale;
- per le iniezioni di consolidamento in terreni con coefficiente di permeabilità minori di  $10^{-2}$  m/s, si useranno cementi microfini, acqua, additivi fluidificanti, ecc.

Sono, altresì, a carico dell'Impresa eventuali superfici di parete consolidata eccedenti le dimensioni teoriche di progetto.

#### 17.6.4.2 TRATTAMENTO DI IMPREGNAZIONE

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione. Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto. Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

Nei trattamenti di impregnazione l'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

La distanza minima tra due fori iniettati contemporaneamente dovrà essere determinata in relazione alle pressioni di iniezioni in modo da non provocare indesiderati inconvenienti, quali sollevamenti nelle adiacenze o comunicazioni tra fori o colonne vicine, non ancora indurite. A tal fine l'Impresa, sulla base anche delle prove preliminari, dovrà studiare la corretta sequenza di esecuzione.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione, o viceversa, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di  $12 \div 24$  ore.

Fino a quando le operazioni di iniezioni non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

#### 17.6.4.3 TRATTAMENTI DI INTASAMENTO

Saranno eseguiti in conformità con le modalità e le indicazioni date nel progetto di intervento. Ove previsto le iniezioni potranno essere realizzate anche in fase unica, in risalita o in avanzamento, attraverso le aste di perforazione.

#### 17.6.4.4 TRATTAMENTI DI RICOMPRESSIONE

Verificato l'esatto posizionamento delle valvole, si darà luogo alle iniezioni utilizzando portate e pressioni atte a produrre la fratturazione idraulica del terreno, registrando opportunamente la pressione di picco e la successiva pressione di alimentazione della frattura.

L'iniezione sarà arrestata al raggiungimento dei previsti volumi di miscela cementizia.



## **18. SEZ. 18 “OPERE DI DIFESA”**

---

### **18.1. DIFESA DEL CORPO STRADALE**

---

#### **18.1.1. DISGAGGIO DI MASSI**

Dopo una accurata ispezione delle pareti rocciose per l'accertamento della presenza e della disposizione di masse instabili, si dovrà provvedere con qualsiasi mezzo, incluso l'esplosivo, all'abbattimento e rimozione di dette masse, da eseguirsi a qualsiasi quota dal piano stradale.

#### **18.1.2. PARAMASSI**

Si distinguono in:

- paramassi elastici
- paramassi rigidi.

I paramassi elastici dovranno essere formati da:

- Ritti di testata in profilato HEB del tipo B450A non inferiori a 320 mm, controventati da puntoni in profilati a C non inferiori a mm 200, solidamente collegati ai montanti mediante saldatura o imbullonatura, con eventuale ausilio di fazzoletti o piastre ed angolari;
- Ritti intermedi in profilati IPE o NP del tipo B450A non inferiori a 240 mm, muniti di manicotti distanziato da reggicavo, opportunamente svasati alle estremità per evitare danni alle funi e saldati all'ala lato monte dei fitti.

Tali fitti potranno essere incastrati al piede su manufatti esistenti o su nuovi basamenti in c.a., infiggendo il profilato per una altezza non inferiore a 80 cm e sigillando con malte espansive.

Potranno, altresì, essere fissati a mezzo di cerniera meccanica, vincolata al basamento mediante idonea forcilla in acciaio B450C, per consentire la rotazione di fitti sul piano ortogonale.

Orditura longitudinale di cavi funicolari di acciaio del diametro non inferiore a 12 mm aventi ciascuno resistenza a rottura non inferiore a 10 tonnellate, opportunamente tesati infilati nei manicotti dei atti intermedi ed ormeggiati ai atti di estremità mediante cappio con morsetti; detti cavi saranno adagiati in una gola arcuata costituita da profilato a C o simile non inferiore a 35 mm opportunamente calandrato e solidamente fissato al fitto.

I cavi funicolari dovranno essere collegati a due a due mediante distanziatori, in tondino d'acciaio del diametro di 10 mm e del tipo B450A, fissati alle funi stesse e posti ad un interesse non inferiore a 50 cm, sfalsati su file attigue.

Rete metallica a doppia torsione, con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218-1 e 2 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 550 N/mm<sup>2</sup> e allungamento non inferiore al 10%, avente un diametro pari a 3,00 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%) – Cerio - Lantanio conforme alla EN 10244 – Classe A con un quantitativo non inferiore a 245 g/m<sup>2</sup>.

La rete dovrà rispondere inoltre alle “Linee guida per la redazione di capitolati per l’impiego di rete metallica a doppia torsione” del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

La rete sarà stesa a ridosso dell’orditura di funi, lato monte, e legata alle funi con filo di ferro zincato, nel caso di interesse tra i cavi funicolari non superiore a 20 cm; oppure rete a maglie estensibili delle dimensioni non superiori a mm 150x150 costruita con fune, rivestita in PVC, a fili di acciaio aventi resistenza a trazione non inferiore a 160 Kg/mm<sup>2</sup>.

I paramassi, quando hanno ritti incernierati, dovranno avere sempre gli stessi opportunamente tirantati .

La verniciatura protettiva dei profilati metallici dovrà essere eseguita in accordo al seguente ciclo:

- preparazione delle superfici mediante spazzolatura meccanica al grado St3
- secondo lo Swedish-Standard Association;
- applicazione di due mani di minio oliofenolico delle spessore di 35 micron per mano;

dopo la messa in opera, applicazione di due mani:

- al cloro-caucciù intermedia (spessore 40 micron);
- un’altra al cloro-caucciù di finitura (spessore 60micron).

Dovrà essere inoltre realizzata la spalmatura delle funi con due mani di bitume.

Prima della messa in opera delle funi verrà prelevato, previa stesura di apposito verbale, in contraddittorio con l’Impresa, uno spezzone di ogni fune da impiegare; detto campione verrà inviato ad un Laboratorio ufficialmente riconosciuto, per essere sottoposto alle prove di verifica per la determinazione del limite di rottura.

Tutti gli elementi costituenti la barriera saranno zincati a caldo, la barriera sarà del tipo ad elevato assorbimento di energia, deformabile, prodotta in regime di qualità ISO 9001 certificata, a seguito di prove in vera grandezza “crash test”, da Laboratori o Istituti di Prove Ufficiali autorizzati secondo D.P.R. 380/2001 Art. 59 (Legge n.1086/1971 Art. 20) , appartenente alla classe energetica n° 3 (tre) con assorbimento minimo di 1000 kJ.

La barriera sarà sostanzialmente costituita da:

- Montanti in acciaio tubolare, HEA, HEB, IPE, ecc. dotati di cerniera ed elementi passafune posti ad interasse non superiore a 10 m.
- Controventi di monte, di testa, funi longitudinali superiori e inferiori, funi di collegamento in funi di acciaio ad anima metallica con classe di resistenza non inferiore a 180 kg/mm<sup>2</sup> muniti di cappio, dispositivo dissipatore, grilli, manicotti di chiusura e relativa morsetteria a cavallotto.

- Fondazioni costituite da barre, micropali, ancoraggi un fune spiroidale muniti di redancia e sistema di protezione anticorrosiva, dimensionate in base alle risultanze delle prove sperimentali.
- Struttura di contenimento costituita da pannelli di rete in fune con orditura a maglia quadra, romboidale o ad anelli concatenati o altra configurazione, posti in opera tra le campate, uniti con idonei elementi di giunzione al fine di rendere omogenea tutta la struttura in caso di sollecitazione da impatto. Alla rete principale dovrà essere sovrapposta una rete a maglia esagonale cm 8 x 10 a doppia torsione con filo  $\varnothing$  mm 3,0.
- Dissipatori di energia realizzati con elementi tubolari, asole, freni o altri dispositivi, caratterizzati da modalità di funzionamento basato su sollecitazione o deformazione di materiali comunque idonei a non danneggiare le funi di acciaio.

La barriera è sostenuta in posizione dai soli montanti, dai controventi laterali e dai controventi monte.

La barriera paramassi deve rispettare le seguenti caratteristiche tecniche e prestazionali:

- superare n° 1 (una) prova di impatto con energia maggiore o uguale al 100% (M.E.L.: Maximum Energy Level) della classe nominale di resistenza, trattenendo il blocco di prova, senza danni sostanziali ai componenti principali del sistema e presentare un'altezza residua non inferiore al 70% dell'altezza nominale;
- superare una ulteriore prova di impatto, dopo la prova al 100% (M.E.L.), e senza effettuare riparazioni, con energia non inferiore al 100% della classe nominale di resistenza con arresto del blocco di prova e mantenendo la propria funzionalità;
- superare n° 2 (due) prove di impatto eseguite in successione, senza effettuare riparazioni, con energia maggiore o uguale ad 1/3 (S.E.L.: Service Energy Level) della classe nominale di resistenza, trattenendo il blocco di prova, senza danni sostanziali ai componenti principali del sistema e presentare un'altezza residua non inferiore al 70% dell'altezza nominale in entrambe le prove;
- superare una prova di impatto con piccoli corpi di lancio (almeno 3 (tre) con energia cinetica totale all'impatto non inferiore a 3,50 kJ al fine di verificare la resistenza alla perforazione della rete;
- la deformata massima nelle prove M.E.L. e S.E.L. non deve essere superiore a 4,00 metri in tutte le prove;
- le prove "crash test", considerato anche quanto previsto dalle Linee Guida Europee ETAG 027/2006, e considerata altresì le indicazioni delle " Direttive per l'omologazione delle reti paramassi" edite a cura dell'UFAFP Svizzero, dovranno essere effettuate secondo le seguenti modalità e prescrizioni, i cui dati dovranno essere riportati nel certificato delle prove:
  - gli impatti durante i "crash test" devono avvenire per caduta libera del blocco di prova e senza interazioni dello stesso con il terreno o altri vincoli;
  - la velocità del blocco di prova non può essere inferiore a 25 m/sec., rilevata mediante idonea strumentazione (attrezzatura video, apparecchiatura a raggi laser o similari)
  - la deformata massima dovrà essere rilevata durante la prova al momento della massima estensione della rete, mediante idonea strumentazione (attrezzatura video o altri sistemi equivalenti)

- dovranno essere rilevati, mediante celle di carico, le forze agenti su tutti i punti di fondazione:
  - Ancoraggi di monte
  - Ancoraggi laterali
  - Eventuali ancoraggi di valle

Tutti i materiali e/o componenti devono essere nuovi di fabbrica ed accompagnati da certificazione di origine e dichiarazioni di conformità, secondo le normative UNI EN 10025 (montanti in acciaio), UNI ISO 2408 (funi d'acciaio), UNI EN 10244-2 (zincatura fili e funi), UNI EN ISO 1461 (zincatura carpenteria metallica).

Tutte le certificazioni, i manuali di montaggio e la documentazione tecnica, devono essere preventivamente sottoposte per approvazione alla D.L.

Il certificato dovrà comprendere una specifica dichiarazione relativa al corretto funzionamento della barriera e dovrà essere privo di condizioni e/o riserve.

### **18.1.3. RIVESTIMENTI DI PARETI E SCARPATE**

#### **18.1.3.1 MANTELLATE IN LASTRE**

Se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08 dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} \geq 25$  MPa, in elementi di dimensioni di 50x25x5 cm.

La superficie in vista delle lastre dovrà risultare perfettamente piana e liscia; i bordi dovranno essere sagomati in modo da formare un giunto aperto su tutto il perimetro.

Si procederà preliminarmente alla regolarizzazione del piano di posa che dovrà essere accuratamente costipato e livellato, anche con apporto di sabbia; la posa in opera delle lastre dovrà procedere dal basso verso l'alto avendo cura di ottenere fughe longitudinali e trasversali ben allineate, con giunti aperti verso l'alto, all'interno dei quali sarà posta l'armatura metallica costituita da barre del diametro di 6 mm in acciaio del tipo B450C, annegate nella malta di sigillatura dosata a 500 Kg/m<sup>3</sup> di cemento.

La sigillatura dei giunti dovrà essere preceduta da abbondante bagnatura; la malta dovrà essere lisciata a cazzuola così da dare continuità alla superficie; durante i primi giorni la mantellata dovrà essere bagnata e se necessario ricoperta con stuoie.

I giunti di dilatazione dovranno essere realizzati ogni 4-5 m, trasversalmente all'asse della mantellata; dovranno essere intasati con materiale bituminoso di appropriate caratteristiche, tale da aderire alle lastre e di non colare.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione dovrà essere interrotta la continuità dell'armatura metallica.

#### 18.1.3.2 MANTELLATE A GRIGLIATO ARTICOLATO

Se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08 dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato avente  $R_{ck} \geq 30$  MPa, armato con tondini di acciaio B450C del diametro non inferiore a 6 mm.

Gli elementi avranno superficie di circa  $0,25 \text{ m}^2$  e dovranno essere muniti di naselli ad incastro a coda di rondine per ottenere una mantellata continua ma articolata, in grado di seguire eventuali assestamenti della superficie di posa.

Ciascun elemento avrà spessore di 9-10 cm e peso di 30-35 kg; dovrà presentare cavità a tutto spessore per circa il 35-40 % della sua superficie.

Potranno essere richiesti elementi speciali provvisti di armatura rinforzata in corrispondenza degli incastri, da utilizzare dove siano prevedibili sforzi di trazione più accentuati.

In corrispondenza di superfici coniche dovranno essere forniti elementi di speciale sagomatura.

La posa in opera dovrà comprendere la regolarizzazione e costipamento del piano di posa, il riempimento della cavità con terra vegetale, la semina con idoneo miscuglio di erbe da prato perenni.

#### 18.1.3.3 RIVESTIMENTO CON RETE METALLICA

Il rivestimento sarà realizzato mediante posa di rete metallica, del peso non inferiore a  $1,400 \text{ kgm}^2$ , formata con filo di ferro zincato del diametro di 3 mm, a maglie esagonali a doppia torsione con fissaggio alle pareti mediante barre di acciaio  $\phi=12$  mm ad aderenza migliorata del tipo B450C in numero di almeno una ogni 4 metri quadrati, lunghe fino a m 2, ancorate in fori del diametro di 2 pollici con malta cementizia.

#### 18.1.3.4 RIVESTIMENTO MEDIANTE IMPIEGO DI MALTA DI CEMENTO SPRUZZATA

Per il consolidamento delle scarpate si applicheranno le norme nel DM 14/01/2008.

Tale consolidamento verrà eseguito procedendo, di norma, dall'alto verso il basso della scarpata.

Si dovrà procedere innanzi tutto a conformare la scarpata da trattare a gradoni la cui profilatura sarà definita dagli elaborati di progetto.

I ripiani dei vari gradoni avranno una leggera inclinazione verso monte e sui gradoni stessi, al piede del gradone, dovrà essere costruita una scolina nella quale confluiranno le acque meteoriche.

Eseguito il gradonamento come sopra indicato, si procederà alla stesa ed al fissaggio sulle pareti subverticali di una rete metallica a maglie esagonali della larghezza di norma di mm 51 composta di filo n. 4 a doppia torsione.

Il fissaggio della rete avverrà a mezzo di staffe in ferro aventi, di norma, il diametro di mm 10 e la lunghezza non inferiore a cm 40 preventivamente trattate con antiruggine e poste ad interesse non superiore a cm 50.

Sulle pareti subverticali, dopo un'accurata bagnatura, si procederà all'esecuzione del rivestimento con malta di cemento, le cui caratteristiche dovranno essere definite in sede di progetto; in assenza di questo si potrà

fare riferimento ad una malta a Kg. 400 di cemento per ogni metro cubo di sabbia, applicata a spruzzo ed eventualmente anche a mano.

Lo spessore reso di tale strato di rivestimento non dovrà mai essere inferiore a cm 3.

Durante la stesa della rete metallica l'impresa dovrà provvedere a riquadrare la rete stessa sui lati ed in corrispondenza di necessari giunti di dilatazione a mezzo di tondino di ferro del diametro di 4 o 6 mm secondo le disposizioni che all'uopo verranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

Così consolidate le pareti subverticali si procederà al trattamento delle superfici orizzontali costituenti i gradoni mediante l'apporto di uno strato di terra vegetale di conveniente spessore, ma comunque non inferiore a cm 10, e la messa a dimora delle essenze che saranno ritenute più idonee in relazione alle caratteristiche fisico-chimiche dei terreni ed alle condizioni climatologiche locali.

L'Impresa avrà obbligo di effettuare tutte le necessarie cure colturali comprese, quando occorra, le irrigazioni di soccorso fino a che non risulterà il completo attecchimento delle piante messe a dimora, nonché l'onere della sostituzione delle piante che non fossero attecchite.

Qualora i lavori venissero eseguiti in presenza di traffico, durante la loro esecuzione l'impresa dovrà evitare, con ogni mezzo, qualsiasi ingombro della sede stradale e dovrà preservare, a sua cura e spese, l'efficienza sia del piano viabile bitumato che dell'impianto segnaletico esistente nel tratto stradale interessato dai lavori.

#### **18.1.4. GABBIONATE**

A difesa del corpo stradale, oltre ai citati interventi, possono essere impiegate le gabbionate.

Saranno realizzate a qualsiasi altezza rispetto al piano stradale e saranno costituite da gabbioni metallici di qualsiasi tipo e dimensione.

Se necessario potrà essere posto in opera uno strato filtrante geotessile non tessuto per garantire il drenaggio delle acque piovane.

##### **18.1.4.1 GABBIONI METALLICI**

I gabbioni metallici dovranno avere forma prismatica ed essere costituiti da rete metallica a doppia torsione, a maglia esagonale, tessuta a macchina con trafilato di ferro a forte zincatura in ragione di 260-300 g di zinco per metro quadrato di superficie zincata e dovranno rispondere alle Norme di cui alle "Linee guida per la redazione di capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. .

La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi, essere esente da strappi ed avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiorato rispetto a quello della rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza.

Gli elementi dovranno presentare una perfetta forma geometrica secondo i tipi e le dimensioni fra quelli di uso corrente.

I gabbioni dovranno essere posti in opera secondo le previsioni di progetto.

Preliminarmente l'impresa dovrà procedere alla regolarizzazione del piano di posa, quindi al posizionamento degli elementi collegandoli tra loro mediante cuciture.

Il filo da impiegare nelle cuciture dovrà avere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete e comunque non dovranno avere diametro inferiore a 2,20mm per i gabbioni e 2,00 mm per i materassi.

Le cuciture dovranno essere tali da creare la struttura monolitica ed assicurare la sua massima resistenza in funzione delle caratteristiche delle singole opere.

Le cuciture più importanti normalmente dovranno essere effettuate passando un filo continuo dentro ogni maglia e con un doppio giro ogni 25-30 cm.

Sono ammessi altri sistemi purché siano giudicati idonei dalla Direzione Lavori.

Durante il riempimento dovranno essere posti in opera i previsti tiranti, costituiti da un unico spezzone di filo avente le stesse caratteristiche di quello usato per le cuciture, fissato alla rete di pareti adiacenti od opposte dell'elemento.

Il materiale da usarsi per il riempimento dei gabbioni e materassi potrà essere costituito da pietrame o ciottoli, di composizione compatta, sufficientemente duro, di elevato peso specifico e di natura non geliva.

Sarà escluso il pietrame alterabile dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua con cui l'opera verrà a contatto.

Il materiale di riempimento dovrà in ogni caso essere ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori; le sue dimensioni dovranno essere comprese fra 100 e 150% della maggiore dimensione della maglia della rete, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

Il pietrame dovrà essere assestato dentro all'elemento in modo da avere il minor numero di vuoti possibile ma senza provocare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento e le facce in vista saranno lavorate con le stesse modalità della muratura a secco (l'indice di porosità del gabbione dovrà essere compreso tra 0.3 e 0.4).

La chiusura degli elementi dovrà essere effettuata mediante cuciture, come indicato in precedenza.

Dopo la chiusura degli elementi, la rete delle pareti e del coperchio dovrà risultare ben tesa e con i filoni dei bordi tra di loro a contatto, evitando attorcigliamenti.

### **18.1.5. TUBAZIONI, CANALETTE, CUNETTE E CUNICOLI**

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, canalette, cunette e cunicoli.

#### 18.1.5.1 TUBAZIONI

##### TUBAZIONI IN C.A.V.

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 25$  MPa (se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08);
- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
- sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento.

Dovranno essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfiacati; il conglomerato per la platea ed i rinfiacchi sarà del tipo di fondazione avente  $R_{ck} \geq 25$  MPa se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08.

Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a  $400 \text{ Kg/m}^3$  di cemento.

##### 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 norma UNI EN 1401-1:2009.

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 rinfiacato con conglomerato del tipo di fondazione con  $R_{ck} \geq 25$  MPa se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08.

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 inadeguati.

##### POZZETTI E CHIUSINI

Dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 30$  MPa se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08;
- armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.



Saranno conformi alla norma UNI EN 124:1995.

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

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

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

#### 18.1.5.2 CANALETTE

Le canalette saranno in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M. 167-70 e AASHTO M. 36-70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40 % spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI, carico unitario di rottura non minore di 34 Kg/mm<sup>2</sup> e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a 305 g/m<sup>2</sup> per faccia.

Nella posa in opera saranno compresi i raccordi, i tiranti, i profilati di raccordo, la bulloneria ed ogni altro onere per l'esecuzione del lavoro.

#### CANALETTE AD EMBRICI

Se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08 dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente RCK  $\geq$  25 MPa, in elementi di 50/40 x 50x20 cm e spessore 5 cm, secondo i disegni tipo di progetto.

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.

Prima della posa in opera l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro 24 mm e lunghezza non inferiore a 80 cm, infissi nel terreno per almeno 60 cm, in modo che sporgano almeno 20 cm.

Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle.

In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato.

La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

#### 18.1.5.3 CUNETTE

La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi.

Questa opera comprenderà 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.

(Ogni partita composta di 200 elementi per tubazioni, pozzetti e cordonature di 500 elementi per canalette, mantellate, cunette e fossi).

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

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

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

#### 18.1.5.4 CUNICOLI

La costruzione di cunicoli drenanti, aventi sezione all'interno del rivestimento, non superiore a 30 m<sup>2</sup>, potrà avvenire con perforazione sia a mano che meccanica in terreni di qualsiasi natura durezza e consistenza, compresi gli oneri per la presenza e lo smaltimento di acqua di qualsiasi entità e portata; compresi gli oneri per tutte le puntellature, armature e manto di qualsiasi tipo, natura, ed entità.

Nella esecuzione del lavoro si potranno adottare gli stessi sistemi di scavo utilizzati per le gallerie, quali l'impiego di centinature, semplici o accoppiate, costituite da profilati o da strutture reticolari in ferro tondo, se del caso integrate da provvisorie puntellature intermedie; il contenimento del cielo o delle pareti di scavo con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio con conglomerato cementizio lanciato a pressione con l'eventuale incorporamento di rete e centine metalliche; l'impiego di ancoraggi e bullonaggi, marciavanti e lamiere metalliche; l'uso di attrezzature speciali e di altre apparecchiatura meccaniche ed in genere qualsiasi altro metodo di scavo a foro cieco.

Per l'esecuzione degli scavi in presenza di terreni particolarmente compatti, potrà essere consentito l'uso delle mine ma con cariche modeste e alloggiare in fori di profondità adeguatamente limitata, previa autorizzazione delle competenti autorità.

Per quanto concerne le prescrizioni per gli scavi in sotterraneo e per il rivestimento in conglomerato delle pareti di scavo, valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni di cui alla sezione "Gallerie" del presente Capitolato.

#### 18.1.5.5 RIVESTIMENTO PER CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA

##### IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A.V.

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, classe C32/40 se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo B450C.

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 piaalla; 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.

##### IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO, GETTATO IN OPERA

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio di classe C32/40 se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, la formazione di giunti.

##### IN MURATURA DI PIETRAMA

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 kg/m<sup>3</sup> di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti.

Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

#### 18.1.5.6 CORDONATURE

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} \geq 30$  MPa se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08, 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 se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08, 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.

## **18.2. DIFESE SPONDALI**

---

Il tipo di rivestimento per proteggere dall'erosione le sponde, dipende materiali disponibili, dalle condizioni di stabilità delle sponde e dalla velocità della corrente.

Per sponde inclinate e stabili la protezione potrà essere eseguita in scogliera, naturale o artificiale, a grossa pezzatura, gabbioni e/o materassi in pietrame.

Qualora oltre alla protezione della sponda, si dovesse rendere necessario assicurare anche la stabilità delle stesse, si utilizzeranno gabbioni e/o materassi in pietrame, paratie, prismi in conglomerato cementizio, palificate, muri di sponda.

### **18.2.1. PRISMI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} \geq 25$  MPa se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08, in elementi di forma cubica delle dimensioni previste in progetto.

I prismi dovranno presentare facce piane, aspetto compatto e regolarità di forma; la Direzione Lavori rifiuterà quelli che non rispondessero alle caratteristiche di cui sopra.

Per il controllo della resistenza del conglomerato si procederà secondo le prescrizioni riportate alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato, con l'avvertenza che l'Impresa non dovrà porre in opera i prismi prima che siano state effettuate le prove per la determinazione della resistenza e prima che la Direzione Lavori abbia terminato le operazioni di conteggio.

A questo scopo i prismi dovranno essere costruiti in file rettilinee e parallele.

Nell'eventualità che la cassetta interessi solo le quattro facce laterali del prisma, onde assicurare la regolare conformazione dello stesso anche per la faccia a diretto contatto con il terreno, sarà necessario provvedere prima del montaggio delle casseforme a regolarizzare la superficie di appoggio spianandola e compattandola in modo adeguato.

Il calcestruzzo verrà versato nelle casseforme a strati regolari ed ogni strato sarà accuratamente vibrato in modo da evitare la formazione di vuoti e rendere l'ammasso il più possibile omogeneo e compatto.

Dovranno essere inglobate nel getto idonee armature in acciaio costituenti i ganci per la movimentazione dei prismi.

Si potrà procedere alla scasseratura delle pareti laterali non prima che siano trascorse 24 h dal getto.

La rimozione ed il trasporto dei prismi non potrà aver luogo prima che siano trascorsi trenta giorni dalla data del loro confezionamento ed in ogni caso solo previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Nel trasporto e nel collocamento in opera si dovrà usare la massima cautela per evitare che i prismi possano essere danneggiati.

Prima di iniziare le operazioni di posa l'impresa dovrà in contraddittorio con la Direzione Lavori, procedere al picchettamento della difesa riportando fedelmente sul terreno il tracciato indicato in progetto.

Terminate le operazioni di tracciamento l'Impresa potrà provvedere alla realizzazione della difesa procedendo nelle operazioni di posa dei prismi da monte verso valle.

La posa in opera dovrà avvenire nel rispetto delle sagome di progetto mediante la collocazione di ogni singolo elemento sul piano di appoggio preventivamente regolarizzato.

Ciascun elemento dovrà essere disposto in modo da garantirne una giacitura stabile indipendentemente dalla posa in opera degli elementi adiacenti; i giunti dovranno risultare sfalsati sia in senso longitudinale che in quello trasversale e permettere uno stretto contatto tra gli elementi adiacenti.

### **18.2.2. MASSI DI ROCCIA**

I massi da impiegare nella costruzione di scogliere dovranno essere inalterabili, tenaci, privi di fratture e piani di scistosità e il loro peso di volume  $P$  dovrà essere maggiore o uguale a 21 kN/m<sup>3</sup>, il peso specifico  $p$  dovrà essere maggiore o uguale 23 kN/m<sup>3</sup> ed il grado di compattezza  $C = P/p$  sarà maggiore o uguale 0.95.

Le categorie di massi saranno le seguenti:

- Massi di I categoria: elementi di peso complessivo fra 50 e 100 kg
- Massi di II categoria: peso fra 100 e 500 kg
- Massi di III categoria: peso fra 500 e 1500 kg
- Massi di IV categoria: peso fra 1500 e 4000 kg
- Massi di V categoria: peso oltre i 4000 kg

La roccia, costituente i massi, non dovrà risultare geliva alla prova eseguita secondo le norme armonizzate di riferimento per l'ottenimento della marcatura  $C_e$  delle pietre naturali da costruzione. Per l'accertamento delle caratteristiche dei massi, l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà predisporre, per l'invio a laboratorio, campioni costituiti da una serie di 24 cubi a facce perfettamente piane e parallele e con spigoli regolari delle dimensioni di 10 cm, e da una serie di 8 cubi con spigoli di 3 cm; su ciascun campione si indicheranno quali sono le facce parallele al piano di giacitura in cava.

La forma dei massi sarà tale che, inscrivendo ogni masso in un parallelepipedo, il minore dei lati del parallelepipedo circoscritto non risulterà inferiore alla metà del lato maggiore dello stesso. La Direzione Lavori ha la facoltà di integrare le prove sopra prescritte con prove di caduta massi direttamente in cava, secondo modalità fissate dalla stessa.

Tutte le prove di cui sopra saranno effettuate all'inizio della fornitura e sistematicamente ripetute nel corso della fornitura stessa, secondo opportunità.

Per la classificazione dei massi secondo le categorie di cui sopra, l'Impresa dovrà disporre di:

- una bilancia tarata, della portata non inferiore a 20 tonnellate, per la pesatura dei massi che verranno approvvigionati con mezzi terrestri; tale bilancia sarà del tipo a registrazione automatica e dovrà essere montata attuando ogni accorgimento per la perfetta regolarizzazione del piano di appoggio;

- mezzi fluviali, utilizzati per la formazione ed il ricarico delle scogliere radenti e dei pennelli, dotati cri appositi dinamometri tarati per la determinazione del peso di ciascun masso.

Nell'esecuzione dei lavori i massi di maggiore dimensione dovranno essere posti verso l'esterno e quelli di minore dimensione verso l'interno, cosicché risulti graduale il passaggio dei massi di peso maggiore a quelli di peso minore.

Il completamento e la sistemazione delle scogliere dovrà essere effettuato a tutta sagoma, procedendo per tratti successivi che dovranno essere mano a mano completati secondo la sagoma prescritta, in modo da realizzare una perfetta continuità fra i vari tratti.

Non saranno accettati i massi che, all'atto della posa in opera, dovessero presentare lesioni o rotture, così come quelli che, nelle operazioni di posa, dovessero essere fuori sagoma.

### **18.2.3. GABBIONI**

Si realizzeranno in conformità alle indicazioni del punto 1.4.1 della presente Sezione.

### **18.2.4. MATERASSI IN PIETRAMME**

Il materasso in pietrame è costituito da una struttura metallica, avente forma parallelepipedica di notevole ampiezza e piccolo spessore, divisa in più celle, costituita da una rete metallica a maglia esagonale a doppia torsione, fortemente zincata ed eventualmente protetta con rivestimento in materiale plastico; tale elemento viene riempito in opera con ciottoli o pietrisco di idonee dimensioni.

Il materasso sarà realizzato da un telo continuo di rete sul quale, alla distanza di 1,00m l'uno dall'altro, verranno inseriti i diaframmi dello stesso tipo di rete in modo tale da formare una struttura cellulare di larghezza da 2,00 ma 3,00 m, il telo continuo servirà per formare sia la base che le pareti laterali dell'elemento. il coperchio sarà costituito da un telo di rete separato da quello di base.

I teli di rete saranno delimitati, esternamente lungo i bordi, da fili di diametro più grosso di quello usato per fabbricare la rete, che rinforzeranno la struttura e faciliteranno, durante la messa in opera, le legature di chiusura delle tasche e di unione degli elementi fra di loro.

La rete metallica a maglia esagonale e doppia torsione sarà realizzata in accordo alla norma UNI EN 10223-3:1999 tessuta con trafilato di ferro, a forte zincatura, in accordo a quanto previsto dalla "Linee guida per la redazione di capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. .

Per materassi lavoranti in ambiente marino, oppure in ambienti particolarmente inquinati il filo zincato, prima di essere tessuto, sarà rivestito per estrusione con una guaina continua in PVC di spessore 0.4-0.6 mm.

La pezzatura varierà tra 1 e 1,5-2 volte la dimensione D della maglia della rete.

L'indice di porosità sarà contenuto tra 0.3 e 0.4. Non è richiesto impiego di materiale con caratteristiche particolari, purché non si tratti di materiale gelivo o di marne friabili; è opportuno che il pietrame sia di natura compatta e con peso specifico non inferiore a 2000 Kg/m<sup>3</sup>.

Prima della posa in opera il singolo materasso verrà allestito effettuando le sole legature di unione fra i diaframmi ed i lembi laterali del telo base che costituiscono le pareti dell'elemento.

La linea di piegatura delle pareti laterali sarà ben definita, nella posizione voluta, da un filo metallico di diametro maggiore.

E' preferibile che i singoli elementi di materasso siano allestiti fuori opera, anche quando la scarpata sulla quale si debba eseguire il rivestimento non sia molto inclinata, e ciò per maggiore comodità e per non danneggiare il terreno già livellato.

Dopo aver predisposto sul piano di posa un certo numero di elementi, già assemblati nella loro forma cellulare, si dovrà procedere a collegarli fra di loro con solide cuciture lungo tutti gli spigoli che si vengono a trovare a contatto.

Le legature saranno eseguite passando il filo in modo continuo in tutte le maglie, con un doppio giro ogni due maglie, e il collegamento in opera dei materassi sarà eseguito ad elementi vuoti per rendere più facile tale operazione.

Qualora i materassi fossero senza diaframmi, all'interno saranno apposti dei tiranti tra parti opposte.

Quindi si procederà alla operazioni di riempimento.

Ultimate tali operazioni si procederà alla chiusura degli elementi utilizzando il singolo coperchio, oppure rete in rotoli ed effettuando le dovute legature di unione sia lungo i bordi laterali che lungo quelli dei diaframmi interni.

Si eseguiranno prima le legature che fissano il coperchio ai bordi laterali dell'elemento, poi quelle che lo collegano ai diaframmi trasversali.

Normalmente le scarpate di appoggio si faranno inclinate di 1:1,5 o di 1:2 secondo la natura del terreno, tenendo la pendenza massima in casi di terre vegetali di media consistenza e la minima con quelle argillose. Qualora si stia procedendo ad un rivestimento d'alveo, il materasso verrà disposto sulle sponde trasversalmente al corso d'acqua e cioè secondo la massima inclinazione delle sponde e perpendicolarmente al filo della corrente.

Questa disposizione non è tassativa; potrà a volte convenire disporre gli elementi in senso longitudinale alla corrente come ad esempio nei rivestimenti del fondo, e, nel caso di corsi d'acqua con notevole velocità, anche nei rivestimenti di sponda; a determinare la scelta fra i due suddetti sistemi interverranno anche la maggior facilità di posa in opera o ragioni costruttive di varia natura.

La posa in opera direttamente in acqua sarà eseguita come per i gabbioni.

### **18.2.5. SOGLIE DI FONDO**

Le soglie di fondo sono strutture trasversali all'alveo e poco emergenti dal fondo, destinate ad evitarne l'approfondimento in quanto costituenti un livello inderodibile nell'alveo stesso.

Saranno preferibilmente scavate sezioni trapezie, e la soglia sarà costituita da pietrame di grossa pezzatura, o si potranno realizzare come platee in calcestruzzo o in gabbioni e/o materassi di pietrame, soprattutto per la difesa di opere particolari, quali pile di ponti o altro, nel qual caso la soglia si prolungherà a monte e a valle dell'opera.

## **18.3. MURI DI SOSTEGNO**

---

Potranno essere realizzati in muratura, in calcestruzzo semplice e/o armato, in gabbioni di pietrame o in elementi prefabbricati.

Il comportamento dell'opera di sostegno, intesa come complesso strutture-terreno, deve essere esaminato tenendo conto della successione e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di fondazione e di eventuali materiali di riporto, interessati dall'opera, dalla falda idrica, dai manufatti circostanti, dalle caratteristiche di resistenza e deformabilità dell'opera, dei drenaggi e dispositivi per lo smaltimento delle acque superficiali e sotterranee, nonché delle modalità di esecuzione dell'opera e dell'eventuale rinterro, così come indicato dalle vigenti disposizioni di legge.

### **18.3.1. MURI IN MURATURA**

Verranno realizzati mediante l'impiego di muratura di pietrame a secco e/o di pietrame e malta.

Per ciò che attiene le caratteristiche dei materiali costituenti l'opera si rimanda alla sezione "Murature" del presente Capitolato.

### **18.3.2. MURI IN CALCESTRUZZO**

Potranno essere realizzati in calcestruzzo semplice e/o armato.

Per ciò che attiene le caratteristiche dei materiali costituenti l'opera si rimanda alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato.

### **18.3.3. MURI IN GABBIONI**

Nei muri in gabbioni, i singoli gabbioni componenti saranno saldamente collegati tra loro mediante legature sino a realizzare una struttura monolitica; il dimensionamento verrà condotto con i criteri delle opere di sostegno a gravità.



Le caratteristiche dei gabbioni nonché la loro esecuzione si atterranno a quanto prescritto nel punto 1.4.1 della presente Sezione di Capitolato ed alle indicazioni specifiche, compatibilmente a quelle delle maglie onde ottenere una densità quanto più possibile uniforme; lo spessore dei singoli elementi si manterrà intorno a 0.50 m, e detti elementi si disporranno con il lato più lungo parallelo alla sezione verticale del muro; i muri potranno essere realizzati con gradonatura verso valle, oppure verso monte (staticamente più consigliabile); per altezze superiori ai 3 m non saranno adottati paramenti verticali, ma si inclinerà l'opera a reggipoggio di almeno 6° oppure si realizzeranno adeguate riseghe; per altezze superiori ai 5-6 m si consiglia una gradonatura verso valle.

Per contrastare la deformabilità comunque elevata dell'opera, potranno essere impiegati uno o più ordini di tiranti, il drenaggio a tergo dell'opera sarà effettuato con i consueti metodi; sarà evitata per motivi statici la disposizione a faccia-vista del pietrame sulla facciata esterna, adottabile per motivi estetici solamente in strutture poco sollecitate.

## **18.4. OPERE DI SOSTEGNO IN TERRA RINFORZATA**

Potranno essere realizzate mediante l'impiego delle seguenti tipologie di armature:

- in acciaio laminato;
- geotessile, geogriglie, etc.

Per quanto riguarda la prima tipologia di rinforzi, questi dovranno essere costituiti da un rilevato armato con armature lineari ad alta aderenza in acciaio laminato del tipo B450C, di sezione 40x5 mm o equivalente, zincato a caldo in ragione di 5 g/dm<sup>2</sup> e spessore medio 0,07 mm e da un paramento verticale in pannelli prefabbricati di c.a.v., avente  $R_{ck} \geq 30$  MPa se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08 ed armatura in barre in acciaio B450A controllato in stabilimento.

Il collegamento tra i pannelli e le armature del terrapieno è realizzato con attacchi in acciaio zincato a caldo annegati nel getto dei pannelli e vincolati ai ferri d'armatura del conglomerato cementizio.

I pannelli di paramento, sagomati e disposti come da progetto, alterneranno nelle file di base e di sommità elementi interi con elementi speciali costituiti da semipannelli; in corrispondenza di spigoli e di coronamento suborizzontali dovranno essere impiegati pannelli speciali in misure fuori standard.

I giunti tra i pannelli devono essere attrezzati per permettere un assestamento flessibile in quelli orizzontali ed il passaggio dell'acqua con trattenuta dei materiali fini in quelli verticali.

I giunti orizzontali saranno costituiti pertanto da strati dello spessore di almeno 2 cm di sughero pressato trattato con resine epossidiche.

Quelli verticali da strisce di schiuma di poliuretano a cellule aperte di sezione 4x4 cm.

I pilastri d'angolo e le lastre coprigiunto, in elementi prefabbricati di c.a.v., dovranno avere le stesse caratteristiche dei pannelli e dovranno comprendere i pezzi speciali, gli attacchi e quant'altro necessario.

In aderenza al paramento interno delle lastre dovrà essere fornito e posto in opera in più riprese un rivestimento costituito da un telo in geotessile non tessuto in polipropilene del peso di 350 g/m<sup>2</sup>.

Il coronamento in sommità dei pannelli costituenti il paramento verticale sarà realizzato in cemento armato secondo le previsioni di progetto.

Nella formazione del rilevato costituente il terrapieno armato dovranno essere applicate norme e prescrizioni alla sezione "Movimenti di terra" del presente Capitolato.

L'Impresa dovrà porre particolare cura alla selezione dei materiali costituenti il rilevato, dovrà effettuare il costipamento in spessori ridotti per la presenza delle armature e con particolari cautele a ridosso del paramento esterno.

#### **18.4.1. STRUTTURE DI SOSTEGNO A SCOMPARTI CELLULARI**

Costituite da elementi in c.a.v. prefabbricati, atti a formare, mediante sovrapposizione alternata ortogonale, scomparti cellulari da riempire con materiale lapideo sciolto di fiume, di cava o di frantoio, di idonea pezzatura, contenente una percentuale di fino (limo o argilla) variabile dal 10÷15% ed avente peso specifico non inferiore a 1,9 t/m<sup>3</sup>.

Gli elementi prefabbricati in c.a.v., di sagomatura come da progetto, dovranno avere  $R_{ck} \geq 35$  MPa se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08 ed armatura in barre di acciaio B450C controllato in stabilimento.

La configurazione delle pareti longitudinali potrà essere verticale o a scarpa, a seconda delle indicazioni di progetto.

Le caratteristiche geometriche degli elementi in c.a.v. dovranno essere tali da inibire la fuoriuscita del materiale di riempimento; in particolare tutti gli elementi longitudinali formanti il paramento in vista dovranno essere sagomati in modo da presentare verso l'esterno una vaschetta che dovrà essere riempita con terreno agrario ed impiantata con piantine di essenze arbustive, rampicanti e tappezzanti, in ragione di quattro piantine per metro di vaschetta.

La struttura sarà appoggiata su fondazione in cemento armato, che dovrà risultare perfettamente orizzontale; nel caso che il piede della struttura dovesse seguire una pendenza longitudinale, la fondazione dovrà essere eseguita a gradoni, ciascuno di altezza pari o multipla di quella degli elementi.

Durante la realizzazione del muro si dovranno adottare tutti gli accorgimenti necessari per allontanare l'acqua eventualmente presente, in modo da poter eseguire le lavorazioni di posa in opera degli elementi prefabbricati e del terreno agrario all'interno delle vaschette in assenza di acqua.

Inoltre è prevista la possibilità di utilizzo di blocchi per muri di contenimento, che consentono significativi risparmi nei costi dovuti ai ridotti tempi richiesti per l'installazione e ad una minore quantità di terreni acquistati, oltre ad i seguenti vantaggi:

- Installazione veloce ed economica in qualsiasi condizione atmosferica

- Posatura a secco senza l'uso di malte
- Altezza raggiunta senza l'uso del basamento reticolare
- Può essere installato con ridotti spazi di lavoro
- Aspetto di pietra naturale che ben si armonizza con l'ambiente circostante
- Flessibilità nella progettazione e nella consegna
- Struttura prefabbricata senza uso di armature
- Ridotta manodopera e disgregazione del sito ridotta al minimo
- Manutenzione minima

#### **18.4.2. STRUTTURE DI CONTENIMENTO IN ELEMENTI SCATOLARI**

Costituite da elementi scatolari in c.a.v. prefabbricati, disposti su file perfettamente orizzontali, tra loro intervallati in modo che le pareti degli elementi delle file sottostanti costituiscano appoggio per le pareti degli elementi delle file sovrapposte.

L'arretramento di ciascuna fila rispetto a quella sottostante determinerà un paramento in vista inclinato di circa 70° rispetto all'orizzontale.

Ad avvenuto completamente di ciascuna fila, la struttura risultante dovrà essere riempita fino al contatto con la retrostante parete con un misto di cava od altro materiale, permeabile e sciolto, di idonea pezzatura, compattato a fondo all'interno e tra gli elementi, fino all'incontro con la parete a tergo della struttura.

Per il riempimento degli ultimi 20 cm delle superfici che restano in vista dovrà essere impiegato terreno vegetale così da agevolare l'attecchimento della vegetazione.

Le caratteristiche geometriche degli elementi in c.a.v. e le modalità esecutive della struttura dovranno essere comunque tali da impedire la fuoriuscita del materiale di riempimento.

Gli elementi scatolari ed i relativi pezzi speciali in c.a.v., di forma, dimensioni e finitura come da progetto, dovranno avere  $R_{ck} \geq 30$  MPa se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08, ed essere armati con barre e/o rete elettrosaldata di acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento in ragione di 55 kg di acciaio per metro cubo di conglomerato cementizio.

La struttura sarà appoggiata su fondazione in cemento armato, dimensionata come da progetto e dovrà risultare perfettamente orizzontale; nel caso che il piede della struttura dovesse seguire una pendenza longitudinale, sarà eseguita a gradoni, ciascuno di altezza pari o multipla di quella degli elementi.

La struttura dovrà essere completata con gli elementi speciali di chiusura laterale e di chiusura di coronamento; in corrispondenza di ciascun elemento scatolare dovranno essere impiantate almeno tre piantine di essenze arbustive, rampicanti e tappezzanti; dovrà essere sistemato il terreno a monte del coronamento della struttura.

## **18.5. OPERE DI SOSTEGNO IN TERRA RINFORZATA**

---

### **18.5.1. DIFESA DEL CORPO STRADALE**

#### 18.5.1.1 DISGAGGIO DI MASSI

Prima di dare inizio alle attività di rimozione di masse pericolose, si dovrà disporre di:

- una planimetria della zona oggetto del lavoro con l'indicazione delle masse da disgiungere;
- una breve relazione sulle modalità di rimozione;
- data o periodo in cui avverranno le attività.

Nel caso di impiego di esplosivi, saranno riportate anche le misure di sicurezza adottate.

Nel caso di impiego di esplosivi verranno i controlli indicati nella specifica relativa al loro impiego e riportata alla sezioni "Movimenti di terra" del presente Capitolato.

Alla fine dei lavori la DL accerterà che:

- tutte le masse identificate come pericolose siano state rimosse;
- che non siano stati provocati danni a manufatti pre-esistenti;
- che non siano state poste in instabilità ulteriori masse.

L'esito delle verifiche dovrà essere riportato su apposita relazione, redatta dall'Impresa, che dovrà essere controfirmata dalla DL.

#### 18.5.1.2 PARAMASSI

##### CONTROLLI SUI MATERIALI

Tutti i seguenti materiali:

- profilati in acciaio
- cavi funicolari
- reti metalliche
- lamiere lisce e sagomate

dovranno essere accompagnati, per ogni lotto di fornitura, da certificazione del fornitore dimostrante la conformità alle specifiche del presente Capitolato e forniti dalla DL.

La certificazione dei profilati dovrà attestare la conformità alle specifiche anche del ciclo di verniciatura, nel caso che i profilati vengano forniti in elementi già tagliati e verniciati.

##### CONTROLLI IN POSA IN OPERA

Durante le fasi di posa in opera la DL dovrà effettuare le seguenti verifiche, redigendo apposito verbale:

- Verifica che il ciclo di verniciatura dei profilati per i paramassi elastici, sia alle specifiche del presente Capitolato. Nel caso che gli elementi in profilato provengano dal fornitore già verniciati, si dovrà controllare l'integrità del trattamento protettivo.
- Verifica della corrispondenza alle specifiche di Capitolato degli elementi dei paramassi elastici (se questi non provengano già preparati dal fornitore e delle barriere rigide e dell'assemblaggio in opera di questi.
- Prova del limite di rottura dei cavi funicolari, su spezzoni di ogni fune da impiegare.

I campioni potranno essere prelevati in contraddittorio con la DL; le prove dovranno essere eseguite presso un laboratorio ufficiale approvato.

### **18.5.2. RIVESTIMENTI DI PARETI E SCARPATE**

Gli elementi componibili prefabbricate o le reti metalliche per i rivestimenti dovranno provenire da un fornitore qualificato ed approvato, il quale dovrà certificare la conformità dei suoi prodotti alle specifiche indicate alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato.

Alla D.L. dovranno essere con sufficiente anticipo i fornitosi.

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

(Ogni partita. composta di 200 elementi per tubazioni, pozzetti e cordonature di 500 elementi per canalette, mantellate, cunette e fossi).

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

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

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

#### **18.5.2.1 GABBIONI E MATERASSI METALLICI**

Prima della messa in opera di ogni partita di gabbioni o materassi metallici giunta in cantiere, l'impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato dal produttore, redatto secondo quanto indicato nella "Linee guida per la redazione di capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. .

La Direzione Lavori procederà al collaudo del materiale di ogni partita.

Preliminarmente effettuerà una ricognizione a vista dei gabbioni e/o dei materassi per controllare che nei punti di torsione della rete lo zinco non presenti sollevamento o screpolature.

Nel caso che tali anomalie fossero presenti in più del 10% delle verifiche, la partita sarà rifiutata e l'impresa dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese.

Procederà quindi al prelevamento di campioni di filo, ciascuno della lunghezza di almeno 40 cm, in ragione di almeno un campione ogni 100 gabbioni o materassi ed un campione ogni lo matasse di filo per cuciture, per determinare la quantità di zinco presente, espressa in grammi per metro quadrato di superficie zincata, che dovrà risultare uguale o superiore ai valori riportati nella tabella che segue:

<b>Diametro dei fili</b>	<b>quantità di zinco (PER m<sup>2</sup> DI SUPERFICIE ZINCATA)</b>
1,8 mm 2,0 mm 2,2 mm	240 g
2,4 mm 2,7 mm	260 g
3,0 mm 3,4 mm	270 g
3,8 mm ed oltre	290 g

Metà di ciascun campione verrà sottoposto a prova per verificare il peso unitario dello strato di zinco mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura.

Sull'altra metà dovranno essere eseguite prove per verificare l'uniformità dello spessore dello strato di zincatura mediante cinque immersioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata, senza che compaiono sul ferro depositi di rame aderente.

Entrambe le prove dovranno essere effettuate, a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla stessa Direzione Lavori, nel rispetto della Norma UNI EN 10244-1:2009.

Qualora il peso unitario dello strato di zinco risulti inferiore a quello indicato in tabella in più del 20% dei campioni e l'uniformità dello strato risulti carente in eguale misura, la partita sarà rifiutata e l'impresa dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese.

Del pari la partita sarà rifiutata in assenza od incompletezza del certificato di collaudo e garanzia che il produttore deve rilasciare per ogni partita.

Per quanto riguarda il pietrame, deve avere caratteristiche che rispondano ai requisiti prescritti dal Capitolato di Costruzione, come di seguito dettagliato:

- non gelivo, alla prova eseguita secondo le norme armonizzate di riferimento per l'ottenimento della marcatura Ce.
- non friabile,
- non dilavabile,
- di buona durezza,
- di peso specifico rilevante (maggiore di 2000 Kg/m<sup>3</sup> per i materassi)

Le prove sulle suddette caratteristiche saranno eseguite nel laboratorio di cava, o in altro laboratorio e i relativi certificati saranno vistati dalla DL.

Le prove in corso di fornitura saranno eseguite su lotti quantitativamente definiti dalla DL, in funzione delle caratteristiche della cava, del materiale, delle dimensioni dei massi e delle opere da realizzare.

Durante l'esecuzione dei lavori saranno effettuate le seguenti verifiche:

**a)** Verifica dell'esistenza del certificato di analisi della pezzatura del pietrame.

Questa deve essere compresa tra 1÷1.5 volte la dimensione massima della maglia della rete impiegata, salvo quanto diversamente specificato nel progetto, e sarà specificata nell'ordine di fornitura alla cava.

Questa prova sarà eseguita in cava e ne dovrà essere redatto apposito certificato accompagnante ogni lotto di fornitura.

**b)** verifica che le modalità operative di riempimento del materiale consentano di ottenere un indice di porosità rientrante nei valori di riferimento: 0,3 ÷ 0,4 .

La prova sarà effettuata, prima dell'inizio dei lavori, utilizzando il laboratorio di cantiere, su un campione per ogni tipo di gabbione o materasso da utilizzare.

In corso d'opera saranno eseguiti controlli giornalieri sull'applicazione della procedura operative per la posa in opera dei materiali:

**a)** verifica a spot, sul lotto giornaliero di lavori, della conformità delle legature dei gabbioni e dei materassi a quanto prescritto dal presente Capitolato Speciale, sia sui singoli elementi che sugli accoppiamenti e sulle inserzioni di diaframmi di rinforzo.

**b)** verifica a spot, sul lotto giornaliero di lavori, dell'inserimento di tiranti tra le pareti opposte di ogni singolo elemento di gabbione, nel caso che questo non sia munito di diaframmi intermedi.

#### 18.5.2.2 OPERE IN PIETRAMME: CONTROLLI DEI MASSI E LORO POSIZIONAMENTO

Si dovranno effettuare prima della loro posa in opera, seguenti controlli:

**a)** classificazione mediante pesatura a spot, con la bascula disponibile in cantiere, e suddivisione dei massi in base alle categorie riportate al punto 2.2 del presente Capitolato.

Ogni mucchio dovrà riportare chiare indicazioni sulla classe dei massi in esso contenuti.

**b)** Verifica dell'assenza di rotture o lesioni, da effettuare a spot per i massi fino alla terza categoria e su ogni singolo, masso per le categorie superiori.

- c) Controllo che venga rispettato il posizionamento dei massi secondo le dimensioni, così come prescritto dal presente Capitolato e la ripartizione proporzionale delle varie categorie prescritta dal progetto.
- d) Provvedere all'eliminazione incondizionata di tutti i massi che, durante la posa, dovessero cadere fuori sagoma.

L'attuazione dei controlli suddetti, dovrà essere effettuata almeno sul lavoro svolto giornalmente.

### **18.5.3. MURI DI SOSTEGNO**

Le strutture di sostegno e contenimento in elementi prefabbricati dovranno essere realizzate secondo gli elaborati esecutivi di progetto, redatti nel rispetto delle norme emanate in applicazione al DM 14/01/2008.

La Direzione Lavori, dopo che il Progettista avrà preso visione della previsione di utilizzazione del manufatto prefabbricato e il suo organico inserimento nel progetto, autorizzerà l'impresa a porre in opera la struttura prefabbricata.

Nella realizzazione dei componenti in conglomerato cementizio vibrato semplice od armato, normale o precompresso, nonché per gli acciai di armatura dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato i geotessili dovranno rispondere alle caratteristiche di cui ai punti 2.4.7.4 e 2.4.6 della sezione "Movimenti di terra" del presente Capitolato.

Per tutte le strutture di sostegno e contenimento di cui al presente punto, gli oneri di brevetto nonché quelli relativi ai calcoli di progetto dei muri prefabbricati sono a carico dell'Impresa.

Quando previsto in progetto, i muri avranno paramento a faccia vista realizzato con lastre in pietra di Luserna o porfido, dello spessore non inferiore a 2 cm, disposte secondo le indicazioni di progetto ed inglobate nel getto.

Relativamente agli scavi di fondazione, l'impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a cura e spese dell'Impresa.

#### **18.5.3.1 MURI DI SOSTEGNO IN PANNELLI DI C.A.V.**

Costituiti da pannelli in c.a.v. prefabbricati, disposti verticalmente o con scarpa fino al 10%, secondo le previsioni di progetto, irrigiditi nella parte interna da una costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello e da una platea di base in conglomerato cementizio armato, gettata in opera.

Muri di altezza superiore a 5,0 m dovranno avere le costolature collegate con la platea di base mediante tiranti prefabbricati in c.a.v.; la cerniera tra tirante e costolatura del pannello dovrà essere sigillata con malta reoplastica premiscelata a ritiro compensato.

I pannelli dovranno avere lo spessore ai bordi non inferiore a 10 cm e dovranno presentare la faccia in vista piana e ben rifinita, con gli spigoli arrotondati. Difetti di planarità, verificati con un regolo della lunghezza di



4 m, superiori a 5 mm comporteranno automaticamente il rifiuto del pannello che l'impresa dovrà allontanare dal cantiere a sua cura e spese.

Al piede dei pannelli dovrà essere realizzato un bordino di rifinitura in malta cementizia.

Nei giunti verticali fra i pannelli dovranno essere inseriti profilati in PVC di idonea sagomatura, atti a trattenere materiali di granulometria superiore a 0,5 mm ed aventi superfici dei fori e/o fessure non inferiore a 50 cm per metro quadrato di pannello per consentire un facile drenaggio delle acque presenti nel rilevato.

Il conglomerato cementizio dei pannelli e dei tiranti prefabbricati dovrà avere  $R_{ck} \geq 35$  MPa; quello per la platea gettato in opera dovrà avere  $R_{ck} \geq 30$  MPa se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08; l'acciaio di armatura dovrà essere del tipo B450C controllato in stabilimento.

Particolari cautele dovranno essere adottate nel compattamento del rilevato a ridosso dei pannelli facendo eventualmente ricorso anche a pestelli pneumatici per non danneggiare le strutture.

Relativamente agli scavi, l'impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a sua cura e spese.

#### 18.5.3.2 MURI DI SOSTEGNO IN PANNELLI DI C.A.P.

Costituiti da pannelli in c.a.p. prefabbricati, posti in opera in posizione verticale entro fondazione in c.a.; per muri di altezza superiore a 3,00 m, i pannelli vengono ancorati al rilevato retrostante mediante geotessili tessuti in polipropilene rinforzato con cavetti in acciaio.

I pannelli dovranno essere monolitici a tutta altezza, di larghezza standard 2,40 m, con superficie in vista concava a profilo circolare e spessore variabile dai 26 cm ai bordi e 16 cm in mezzzeria, rifinita mediante getto su matrici in gomma.

I bordi laterali dei pannelli, finiti come da progetto, dovranno essere rinforzati con inserti metallici in acciaio zincato, sagomati in modo da costituire giunto a maschio e femmina che garantisca complanarità al paramento del muro.

In corrispondenza di ciascun giunto dovrà essere creato un drenaggio verticale protetto da geodreno di dimensioni minime 10x1,5 cm, con scarico verso l'esterno al piede.

I geotessili di ancoraggio, che hanno una estremità annegata nel getto dei pannelli e sono posizionati nel numero ed alle quote previste in progetto, vengono stesi ed inglobati nei rilevati mano a mano che procede la loro formazione.

Particolare cura dovrà essere posta nel costipamento del rilevato al di sopra dei geotessili di ancoraggio in modo da poter garantire un'adeguata efficacia degli stessi ancoraggi.

Il conglomerato cementizio dei pannelli dovrà avere  $R_{ck} \geq 45$  MPa se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08; l'acciaio per l'armatura lenta dovrà essere del tipo B450A controllato in stabilimento; i trefoli di precompressione dovranno essere formati con fili aventi  $f_p(1) k \geq 1670$  MPa e  $f_{ptk} \geq 1860$  MPa.

#### 18.5.3.3 MURI DI CONTRORIPA IN PANNELLI DI C.A.V.

Costituiti da pannelli in c.a.v. prefabbricati, disposti verticalmente o con scarpa fino al 15%, secondo le previsioni di progetto, irrigiditi nella parte interna da una costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello e da una platea in conglomerato cementizio armato gettato in opera.

La platea gettata in opera, nel caso dei muri di controripa, è posta in posizione rialzata rispetto alla base dei pannelli per cui in questo tipo di muri, rispetto a quelli di sostegno, non vi sono tiranti di collegamento tra pannelli e platea.

Per quanto riferenti alle caratteristiche dei pannelli, bordino al piede, giunti tra i pannelli, classe dei conglomerati cementizi, tipo dell'acciaio di armatura, cautele esecutive, si richiama integralmente il contenuto del precedente punto 5.3.2, ribadendo, in particolare, che eventuali eccedenze di scavo dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a cura e spese dell'Impresa.

#### 18.5.3.4 MURI DI SOSTEGNO IN MURATURA

Per quanto riguarda le opere di sostegno in muratura di pietrame, si dovrà verificare che il materiale impiegato, soddisfi i requisiti riportati nella sezione "Murature" del presente Capitolato.

#### 18.5.3.5 MURI DI SOSTEGNO IN CALCESTRUZZO

Per quanto riguarda i calcestruzzi e gli acciai di armatura valgono le prescrizioni riportate alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato.

#### 18.5.3.6 MURI DI SOSTEGNO IN ELEMENTI PREFABBRICATI (C.A.V. , C.A.P.)

Per l'accettazione ed i controlli di qualità di questi manufatti, e in particolare di quelli prodotti in serie, valgono le prescrizioni delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art.21 della Legge 05/11/1971 n. 1086 e DM 14/01/2008.

La Direzione Lavori potrà prescrivere prove sperimentali atte a prevedere il comportamento della struttura da realizzare con tali manufatti, avuto particolare riguardo alla durata nel tempo, alla efficienza dei collegamenti, agli effetti dei fenomeni di ritiro e viscosità e dei carichi alternati o ripetuti.

Sui manufatti saranno effettuati controlli, a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, sulla resistenza del calcestruzzo, prelevando da ogni lotto almeno un manufatto dal quale ricavare, mediante carotaggio o taglio con sega a disco, quattro provini da sottoporre a verifica della resistenza a compressione.

Qualora la resistenza media a compressione dei quattro provini risultasse inferiore a quella richiesta e comunque non al di sotto del 90% della stessa, alla partita sarà declassata del 10% del valore verrà applicata una penale con le medesime modalità previste dall'art.15; qualora risultasse inferiore al 90% della resistenza richiesta, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

In facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo, a cura dell'Impresa, anche altri manufatti oltre il primo, sui quali verificare anche:

- il rispetto del copriferro, previsto in un minimo di 2 cm;
- eventuali difetti superficiali e di finitura;
- la resistenza a compressione tramite prova pull out con tasselli Fischer.

#### 18.5.3.7 MURI DI SOSTEGNO TERRA RINFORZATA

Per quanto riguarda questa tipologia di opere, si richiede che i materiali impiegati e le loro modalità di posa in opera, soddisfino i requisiti indicati ai punti 2.4.6 e 2.4.7.4 della Sez. Movimenti di Terra del presente Capitolato.

#### 18.5.3.8 MURI IN TERRA RINFORZATA E RINVERDITA

Il paramento inclinato rinverdibile è composto da pannelli in rete elettrosaldata da mm 8 a maglia cm 15 x 15, posti in opera con un sistema di irrigidimento costituito da due barre sagomate del diametro di 10 ed 6 mm per realizzare l'inclinazione prevista. I pannelli sono rivestiti all'interno da una geostuoia biodegradabile in fibra naturale trapuntata, preconcimata e preseminata.

Al paramento con opportuni ganci sono collegate armature orizzontali formate da aste in acciaio ad aderenza migliorata di lunghezza predeterminata in funzione della qualità del materiale di rilevato e dell'altezza dello stesso.

Una volta montato il pannello di altezza 95 cm, viene steso uno strato di rilevato ed uno strato di terreno vegetale in prossimità del paramento. Dopo la prevista compattazione vengono infissi nella geostuoia ed appoggiati sul terreno vegetale arbusti radicati, di lunghezza pari a circa 40 cm, uno ogni metro circa. Ripetendo l'operazione di posa del rilevato e del terreno vegetale e l'infissione degli arbusti, sfalzati rispetto ai precedenti, si ottiene una densità di circa 5 arbusti di rinverdimento per metroquadro.

## 19. SEZ.19 “OPERE DI DRENAGGIO”

---

### 19.1. CLASSIFICAZIONE, DEFINIZIONI E NORMATIVE.

---

#### 19.1.1. CLASSIFICAZIONE

I dreni sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:

- microdreni
- trincee drenanti
- pozzi drenanti.

##### 19.1.1.1 MICRODRENI

I microdreni sono costituiti da fori appositamente realizzati nel terreno mediante sonde di perforazione ed attrezzi con tubi parzialmente o totalmente filtranti.

I microdreni possono avere lunghezza variabile ed essere inclinati fino alla quasi orizzontalità, a seconda dello scopo per cui il progetto ne prevede la installazione.

##### 19.1.1.2 TRINCEE DRENANTI

Le trincee drenanti consistono in scavi di sezione prestabilita, riempiti con materiale arido permeabile, di granulometria selezionata. Le trincee sono di norma eseguite lungo le linee di massima pendenza delle scarpate da proteggere. La loro profondità può variare da 4÷5 m a 10÷15 m, per cui le attrezzature di scavo dovranno essere prescelte in base alle esigenze progettuali e alle loro effettive capacità operative.

Il fondo dello scavo dovrà essere adeguatamente impermeabilizzato, mediante posa di canalette in elementi prefabbricati in c.a. oppure impregnando con bitume il corrispondente tratto dei geotessili impiegati per rivestire le pareti dello scavo.

##### 19.1.1.3 POZZI DRENANTI

I pozzi drenanti sono utilizzati negli interventi di consolidamento di scarpate instabili, allo scopo di intercettare le acque di falda sino a grande profondità.

L'intervento consiste nella realizzazione di batterie di pozzi di diametro generalmente compreso fra 1.2 e 2 m, a interassi variabili fra 6 e 10 m circa, filtranti su tutto il mantello, reciprocamente collegati sul fondo con uno o più collettori di raccolta e scarico.

Le acque di drenaggio vengono smaltite per gravità, realizzando i collettori di fondo con una pendenza in genere non inferiore al 2%.

## **19.2. MICRODRENI**

---

### **19.3.1. GENERALITÀ**

I dreni hanno la funzione di captare venute localizzate di acqua o di limitare al valore richiesto il regime delle pressioni interstiziali.

Le caratteristiche dei dreni per quanto concerne tipo, interasse, lunghezza, diametro e disposizione saranno definite dal progetto; l'Impresa dovrà realizzare i dreni con le prescritte caratteristiche, sottoponendo preventivamente alla DL eventuali proposte di variazione rispetto alle caratteristiche tipologiche prefissate, che dovranno comunque essere tali da garantire le medesime capacità e funzionalità.

### **19.3.2. CARATTERISTICHE DEI TUBI FILTRANTI**

Il tubo filtrante avrà caratteristiche (diametro, lunghezza, e apertura della fessurazione) conforme al progetto. Il materiale costituente dovrà essere plastico non alterabile, con spessore e resistenza tale da garantire la corretta posa in opera nelle specifiche condizioni del sito e di ciascuna operazione. Qualora non diversamente prescritto, lo spessore sarà di almeno 2.5 mm, l'apertura della finestratura di 0.2 mm, il diametro esterno del tubo di almeno 40 mm.

Il tratto cieco avrà diametro interno uguale a quello del tratto finestrato. La parte terminale dei tubi di ciascun dreno, per una lunghezza di almeno 5 m, sarà sufficientemente resistente da non subire danni o deformazioni consistenti, una volta in opera, in conseguenza del congelamento dell'acqua in essa contenuta. La perforazione dovrà essere condotta con modalità approvate, comunque con un solo diametro per tutto il foro, con eventuali maggiorazioni di tale diametro in corrispondenza del tratto equipaggiato con tubazione cieca, qualora ritenuto utile o necessario per il raggiungimento della profondità richiesta.

La perforazione sarà sempre accompagnata da rivestimento provvisorio, senza impiego di fluidi diversi da acqua eventualmente additivata con polimeri biodegradabili in 20÷40 ore.

E' ammesso uno scostamento massimo dell'asse teorico non superiore al 3%.

Al termine della perforazione il foro sarà energeticamente lavato con acqua pulita.

Si eviterà, se non altrimenti approvato, di perforare contemporaneamente dreni con interasse inferiore a 10 m.

Il dreno sarà inserito nell'interno del rivestimento provvisorio, che sarà solo successivamente estratto. La bocca del tubo dovrà sporgere di 4-6 cm dal paramento di boccaforo e verrà protetta da staffe di acciaio sporgenti.

Nel caso di dreni con tratto cieco maggiore di 10 m in lunghezza, il tubo dovrà essere dotato di accessori atti a separare il tratto filtrante da quello cieco mediante cementazione dell'intercapedine tra tubo e foro lungo il tratto cieco.

A questo scopo dovranno essere predisposti:

2 valvole a manicotto distanti 100 e 150 cm dal punto di giunzione tra tratto filtrante e cieco;  
un sacco otturatore in tela juta o simili, avente 40 cm di diametro e lunghezza di circa 200 cm, legato alle estremità e disposto a copertura delle valvole, nel tratto di tubo cieco più profondo;  
alcune valvole a manicotto lungo la parte cieca del tubo non occupato dal sacco otturatore.

La cementazione si eseguirà ponendo in opera una miscela cementizia, mediante un condotto di iniezione munito di doppio otturatore, subito dopo l'estrazione del rivestimento provvisorio.

La sequenza operativa sarà la seguente:

posizionamento del sacco otturatore in corrispondenza della valvola inferiore;  
iniezione di un volume di miscela corrispondente al volume del sacco otturatore completamente espanso, con una pressione di iniezione alla quota della valvola compresa tra 0.2  $\sigma$ H ed un prudenziale margine rispetto alla pressione che procura la lacerazione e la sfilatura del tubolare dalle sue legature alle estremità ( $\sigma$ H equivale alla differenza di quota tra valvola inferiore e bocca foro);  
spostamento del doppio otturatore sulla valvola appena sopra il sacco otturatore iniettato e riempimento con miscela in pressione fino al suo rifluimento a bocca foro.

Ove previsto dal progetto il tratto filtrante sarà rivestito con un foglio di geotessile, le cui caratteristiche saranno di volta in volta specificate, e comunque non inferiori a quanto prescritto nella tabella seguente:

#### CARATTERISTICHE MINIME E LIMITI DI ACCETTABILITA' DEI GEOTESSILI PER DRENAGGI

<i>Spessore</i>	2.5 mm
<i>Peso</i>	300 g/m <sup>2</sup>
<i>resistenza a trazione (UNI EN 29073-3 E UNI EN ISO 13934-1)</i>	350 N/5 cm
<i>allungamento (UNI EN 29073-3 E UNI EN ISO 13934-1)</i>	70%
<i>trazione trasversale (UNI EN 29073-3 E UNI EN ISO 13934-1)</i>	500 N/5 cm
<i>allungamento trasversale (UNI EN 29073-3 E UNI EN ISO 13934-1)</i>	30%
<i>permeabilità</i>	5 x 10 <sup>-3</sup> cm/sec

Terminate le operazioni di installazione ed eventuale cementazione dei tubi, il dreno dovrà essere lavato con acqua mediante una lancia con tratto terminale metallico dotato di ugelli per la fuoriuscita radiale del liquido;

la lancia scorrerà entro il tubo grazie a dei pattini opportunamente disposti e tali da prevenire ogni danneggiamento del dreno.

Il lavaggio sarà eseguito a partire da fondo dreno, risalendo a giorno in forma graduale e progressiva dopo aver osservato la fuoriuscita di acqua limpida da bocca foro. Il lavaggio sarà se necessario ripetuto fino alla sicura creazione di un filtro rovescio naturale nel terreno circostante il dreno, in modo tale da assicurare che nelle fasi di esercizio il drenaggio delle acque non sia accompagnato da indesiderati fenomeni di trasporto solido.

A installazione e lavaggio avvenuti, ogni dreno sarà mantenuto tale da permettere l'accesso alla bocca per periodiche ispezioni e misure della portata emunta.

### **19.3. TRINCEE DRENANTI**

---

Per trincee di modesta profondità (6 ÷ 7 m) è possibile utilizzare degli escavatori a braccio rovescio, con benna a cucchiaio. In tal caso lo scavo procederà con continuità, e le operazioni di posa dei geotessili e di riempimento saranno effettuate a seguire.

Per l'esecuzione di trincee drenanti profonde saranno utilizzate le attrezzature e le tecniche di scavo dei diaframmi.

Lo scavo della trincea dovrà essere necessariamente eseguito a secco, provvedendo al suo immediato riempimento con il materiale drenante. Nei casi in cui la coesione del terreno non sia tale da garantire la stabilità dello scavo, potranno essere utilizzati fanghi biodegradabili. In alternativa si realizzeranno schermi costituiti da pozzi drenanti.

Le pareti dello scavo saranno di norma rivestite con un foglio di geotessile le cui caratteristiche saranno stabilite dal progettista, in relazione alla granulometria del terreno naturale e del materiale di riempimento.

Di norma il geotessile deve essere prodotto utilizzando poliestere insensibile ai raggi ultravioletti, alla aggressione salina e non putrescibile. Il processo meccanico di produzione deve prevedere la legatura dei filamenti (agugliatura), senza aggiunta di leganti.

In ogni caso il geotessile dovrà avere caratteristiche non inferiori a quanto riportato nella tabella precedente e rispondere alle prescrizioni riportate nella Sez. Movimenti di Terra del presente Capitolato.

I vari fogli di geotessile dovranno essere cuciti tra loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione dei fogli dovrà essere di almeno cm 50.

La parte inferiore del geotessile, a contatto con il fondo della trincea e per un'altezza di almeno cm 30 sui fianchi, dovrà essere impregnata con bitume a caldo, o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul geotessile. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del "geotessile" stesso o, per trincee poco profonde, anche dopo la sua sistemazione in opera. Si dovrà

prevedere la fuoriuscita di una quantità di geotessile sufficiente ad una doppia sovrapposizione dello stesso sulla sommità del drenaggio (2 volte la larghezza della trincea).

Sul fondo dello scavo si disporrà un tubo drenante, corrugato e formato in PVC del diametro non inferiore a 80 mm, per la raccolta delle acque drenate.

Il cavo rivestito sarà quindi immediatamente riempito con materiale drenante, curando in particolare che il geotessile aderisca alle pareti dello scavo.

Si utilizzerà materiale lapideo pulito e vagliato, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm e trattenuto al crivello 10 mm UNI.

Il riempimento verrà arrestato a circa 50 cm dal piano campagna. Quindi saranno risvoltati i fogli di geotessile e si ritornerà il tutto con argilla compattata.

## **19.4. POZZI DRENANTI**

---

### **19.4.1. ATTREZZATURE**

Per la realizzazione di schermi di pozzi drenanti saranno utilizzate le attrezzature per l'esecuzione di pali trivellati con impiego di colonne di rivestimento provvisorio. E' tassativamente esclusa la possibilità di impiego di fanghi bentonitici. Possibilmente la perforazione dovrà essere effettuata "a secco"; l'impiego di acqua o di fanghi biodegradabili potrà essere autorizzato, in determinate circostanze, dalla DL.

Per la realizzazione dei collettori di fondo saranno utilizzate sonde a rotazione e/o rotopercolazione a manovra corta, le cui dimensioni dovranno essere compatibili con il diametro dei pozzi. Le sonde potranno essere a funzionamento automatico, telecomandato o manuale.

Il diametro della perforazione non dovrà essere inferiore a 120 mm.

I collettori dovranno essere realizzati introducendo un tubo in PVC ondulato o gracato, ad elevato allungamento e flessibilità, avente diametro minimo di 75-85 mm, ed in grado di resistere alle pressioni interne ed esterne.

Alle sonde dovranno essere asservite attrezzature di servizio integrate, costituite da una gru, motore e centralina idraulica, pompe sommerse per lo svuotamento provvisorio dei pozzi, etc.

La perforazione della condotta di fondo dovrà essere eseguita in conformità a tutte le prescrizioni in materia di igiene e sicurezza sul lavoro.

Prima dell'inizio dei lavori l'Impresa dovrà trasmettere alla Direzione Lavori una planimetria con indicati tutti i pozzi drenanti, numerati progressivamente, specificando i previsti allestimenti finali (pozzi drenanti, pozzi ispezionabili, etc.) e la sequenza di esecuzione.

Di norma i lavori dovranno iniziare dal pozzo posto più a valle, in modo da consentire il funzionamento dell'impianto sin dalle prime fasi di lavoro.



In generale la pendenza media della condotta di fondo non dovrà essere inferiore al 2%.

Tale condotta può essere realizzata anche a gradini.

#### **19.4.2. ESECUZIONE DEI COLLEGAMENTI TRA I POZZI**

Prima di effettuare i collegamenti dovranno essere controllati tutti i parametri geometrici delle perforazioni verticali ed orizzontali, allo scopo di assicurare la necessaria precisione plano-altimetrica del collegamento.

L'Impresa deve trasmettere alla Direzione Lavori le modalità di controllo della geometria delle perforazioni.

Detta tubazione deve essere continua ed attraversare il pozzo immersa nel materiale drenante. In questo tratto il tubo dovrà essere forato e rivestito di geotessile per la captazione dell'acqua drenata.

L'intercapedine tra tubazione e perforazione sarà adeguatamente impermeabilizzata utilizzando una miscela cementizia plastica.

#### **19.4.3. ALLESTIMENTO DEFINITIVO DEI POZZI**

Sono possibili i seguenti allestimenti:

- pozzi drenanti a tutta sezione;
- pozzi drenanti ispezionabili;
- pozzi drenanti con rivestimento strutturale.

##### **19.4.3.1 POZZI DRENANTI A TUTTA SEZIONE**

Impermeabilizzato il fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo, si eseguirà il riempimento con materiale arido pulito provvedendo contemporaneamente all'estrazione del rivestimento provvisorio. Si utilizzerà di norma un fuso granulometrico compreso fra 2÷25 mm circa, con passante al vaglio 200 ASTM non superiore al 5%; il materiale dovrà essere lavato ed esente da materiali organici coesivi.

Per favorire il corretto assestamento della ghiaia potrà essere opportuno facilitarne la discesa mediante il deflusso di una piccola portata di acqua.

Completato il riempimento, si provvederà alla realizzazione di un tappo superiore di impermeabilizzazione, separato dal materiale drenante per mezzo di una membrana geotessile o in PVC.

##### **19.4.3.2 POZZI ISPEZIONABILI**

Si tratta di pozzi aventi rivestimento definitivo  $\phi$ 1.5 m, in modo da realizzare una intercapedine di spessore 15 cm.

In presenza di tubo forma, questo sarà estratto contemporaneamente alla immissione del materiale drenante, curando che rimanga sempre immerso nello stesso per impedirne la contaminazione; si dovrà,

anche in questo caso, procedere alla impermeabilizzazione del fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo. La presenza del rivestimento definitivo consente in ogni momento di accedere alla tubazione di collegamento per verificare il normale funzionamento ed eseguire, se necessario, eventuali manutenzioni.

Il mantello drenante di questi pozzi sarà ottenuto tramite il riempimento di questa corona anulare esterna con il materiale granulare arido 2÷25 mm.

Eseguita l'impermeabilizzazione del fondo (esterno ed interno) si procederà al versamento del materiale drenante mediante opportuni convogliatori.

Eseguito anche il tappo superiore, si provvederà ad installare all'interno del rivestimento definitivo una scala metallica munita di gabbia di protezione.

Infine verrà posto in opera il chiusino di testa, in cemento armato prefabbricato, munito di botola in ghisa.

#### 19.4.3.3 POZZI DRENANTI CON RIVESTIMENTO STRUTTURALE

Si tratta di pozzi aventi diametro minimo  $\phi 2$  m, il cui mantello drenante, di spessore medio  $s = 10$  cm, è coassiale ed esterno ad un rivestimento in conglomerato cementizio armato di 30 cm di spessore.

Si dovrà, anche in questo caso, procedere alla impermeabilizzazione del fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo

Esecutivamente il pozzo sarà realizzato inserendo entro la perforazione  $\phi 2$  m due rivestimenti ondulati  $\phi 1.2$  e  $\phi 1.8$  m, coassiali, al cui interno verrà quindi posizionata l'armatura. I due rivestimenti, il cui spessore ( $\geq 2.7$  mm) è comunque da dimensionare in base alla profondità del getto di cls, fungono da cassero "a perdere". Se realizzati in acciaio zincato essi possono essere considerati, sotto certe condizioni, collaboranti permanentemente.

Posizionati i lamierini e l'armatura si eseguirà il riempimento dell'intercapedine esterna con materiale drenante e quindi il getto di cls, previo adeguato puntellamento interno. Le acque di drenaggio vengono raccolte all'interno del pozzo tramite 2÷3 perforazioni radiali del rivestimento in c.a.

L'allestimento del pozzo sarà infine completato in maniera analoga a quanto previsto per i pozzi ispezionabili (scala, chiusino, botola, etc.).

Ove previsto dal progetto si installeranno dall'interno dei pozzi delle raggiera di tubi microfessurati in PVC. L'importanza di questi micro-dreni è dovuta alla possibilità che offrono di incrementare la captazione delle acque in terreni poco permeabili, o al contatto tra coltre e substrato.

L'allontanamento definitivo delle acque sarà ottenuto mediante il loro recapito dai pozzi terminali ad un sistema di canalette superficiali, da disporre lungo opportune direttrici.

## **20. SEZ. 20 “OPERE IN VERDE”**

---

### **20.1. CONSIDERAZIONI GENERALI**

---

Le scarpate in rilevato od in scavo, le aiuole ed in genere tutte le aree destinate a verde secondo le indicazioni del progetto esecutivo dovranno essere rivestite con manto vegetale appena ultimata la loro sistemazione superficiale, previa ripulitura da tutto il materiale non idoneo. Il terreno dovrà essere mantenuto sgombero dalla vegetazione spontanea infestante, anche mediante l'impiego di diserbanti chimici, purché vengano evitati danni alle colture adiacenti o a materiali di pertinenza della sede stradale, e comunque previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Eventuali erosioni, solcature, buche od altre imperfezioni dovranno essere riprese dall'Impresa con terreno agrario, riprofilando le superfici secondo le pendenze di progetto. Dovrà essere curata in modo particolare la conservazione ed eventualmente la sistemazione delle banchine dei rilevati; inoltre l'Impresa non potrà modificare i piani inclinati degli scavi e dei rilevati che, anche dopo il rivestimento del manto vegetale, dovranno risultare perfettamente regolari e privi di buche, tracce di pedonamento od altro, compiendo a sua cura e spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, le riprese occorrenti per ottenere, nelle scarpate, una perfetta sistemazione.

Le indicazioni specifiche riportate nel seguente capitolo inerenti le diverse tipologie di specie arboree e arbustive individuate, sono da considerarsi come riferimento di massima nel caso in cui non in contrasto con quanto indicato nel progetto definitivo o riportato nel progetto esecutivo.

### **20.2. FORNITURA E SISTEMAZIONE DI TERRENO VEGETALE**

---

Nelle aree interessate dal progetto esecutivo delle opere a verde il terreno vegetale dovrà avere caratteristiche fisiche e chimiche atte a garantire un sicuro attecchimento e sviluppo di colture erbacee, arbustive od arboree permanenti; inoltre il terreno dovrà risultare di reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto, privo di pietre, ciottoli, detriti, radici, erbe infestanti.

Il suolo dovrà provenire da scotico di terreno a destinazione agraria, fino alla profondità massima di un metro; qualora il prelievo venga fatto da terreni non coltivati, la profondità di prelievo dovrà essere contenuta allo strato esplorato dalle radici delle specie erbacee presenti ed in ogni caso non dovrà superare il mezzo metro.

L'Impresa prima di effettuare il prelievo e la fornitura della terra dovrà darne avviso alla Direzione Lavori, affinché possano venire prelevati, in contraddittorio, i campioni da inviare ad un laboratorio, per le

analisi di idoneità del materiale secondo i metodi ed i parametri normalizzati di analisi del suolo, pubblicati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo - S.I.S.S.

Il terreno dovrà essere posto in opera in strati uniformi, ben sminuzzato, spianato e configurato in superficie secondo le indicazioni di progetto.

Non è ammessa nel terrenovegetale la presenza di pietre (di cui saranno tuttavia tollerate quantità massime del 5% con diametro inferiore a 15,0 cm, salvo il rispetto pedologico delle caratteristiche locali secondo le indicazioni progettuali o della D.L.) di tronchi, di radici o di qualunque altro materiale dannoso per la crescita delle piante.

### **20.3. RIVESTIMENTO DELLE SCARPATE**

---

Il rivestimento di scarpate in rilevato ed in scavo dovrà essere eseguito mediante inerbimento, nel rispetto delle indicazioni fornite negli elaborati di progetto e nei paragrafi del presente capitolato.

### **20.4. LAVORAZIONE DEL TERRENO**

---

L'Impresa dovrà effettuare un'accurata lavorazione del terreno. Sulle scarpate in rilevato tale lavorazione dovrà avere il carattere di vera e propria erpicatura, eseguita però non in profondità, in modo da non compromettere la stabilità delle scarpate stesse; sostanzialmente l'Impresa avrà cura di far lavorare il terreno a zappa, spianando eventuali leggere solcature, anche con l'eventuale riporto di terreno vegetale, sì da rendere le superfici di impianto perfettamente profilate.

L'epoca di esecuzione dell'operazione è in relazione all'andamento climatico ed alla natura del terreno; tuttavia, non appena completata la profilatura delle scarpate, l'Impresa procederà immediatamente all'operazione di erpicatura, non appena l'andamento climatico lo permetta ed il terreno si trovi in tempera.

Con le operazioni di lavorazione del terreno l'Impresa dovrà provvedere anche alla esecuzione di tutte le opere che si ritenessero necessarie per il regolare smaltimento delle acque di pioggia, come canalette in zolle, incigliature od altro, per evitare il franamento delle scarpate o anche solo lo smottamento e la solcatura delle stesse.

Sempre durante la lavorazione del terreno l'Impresa avrà cura di eliminare dalle aree destinate agli impianti tutti i ciottoli ed i materiali estranei che con la lavorazione dovessero essere riportati in superficie.

Per le scarpate in scavo la lavorazione del terreno, a seconda della consistenza dei suoli, potrà limitarsi alla creazione di buchette per la messa a dimora di piantine o talee qualora questa sia prevista dal progetto, oppure alla creazione di piccoli solchetti, o piccole gradonature, che consentano la messa a dimora di piante

o la semina di miscugli, sempre nel rispetto delle indicazioni progettuali. Qualsiasi operazione dovrà comunque essere eseguita in modo tale da non compromettere la stabilità delle scarpate e la loro regolare profilatura.

Qualora sull'area interessata dagli interventi di recupero ambientale siano presenti alberi, arbusti infestanti o in cattivo stato fitosanitario questi dovranno essere rimossi prima di qualsiasi intervento sul terreno.

Se le dimensioni dei medesimi saranno tali da far ritenere che i rispettivi apparati radicali possano essere portati in superficie con le successive lavorazioni di aratura, sarà sufficiente procedere al loro taglio al colletto; in caso contrario l'impresa dovrà procedere all'estirpazione, avendo cura di asportare completamente la ceppaia. Le buche derivanti da questa operazione dovranno essere richiuse. Tutto il materiale di risulta dell'opera di decespugliamento deve essere condotto alla discarica secondo la normativa del cantiere.

Nel caso di alberi esemplari che siano dichiarati particolarmente importanti per le loro caratteristiche ecologiche, di età, di dimensioni, ecc. questi dovranno essere salvaguardati. Dovranno essere segnalati con apposite indicazioni e saranno rivestiti attorno al fusto con idonee protezioni imbottite e colorate in modo evidente. Nel caso in cui gli scavi possano in qualsiasi modo danneggiare gli apparati radicali, sempre nell'ipotesi di un'attenta valutazione dell'importanza del mantenimento di tali alberi esemplari, si dovrà procedere con opportune protezioni degli apparati radicali, costituite da paratie in legno posate nel terreno attorno agli apparati radicali precedentemente preparati con recisioni nette.

## **20.5. CONCIMAZIONI**

In occasione del lavoro di erpicatura e prima delle operazioni di semina e della messa a dimora delle piante l'Impresa dovrà effettuare a sua cura e spese le analisi chimiche dei terreni per poter definire la concimazione di fondo, che di norma è costituita da concimi minerali somministrati nei seguenti quantitativi:

- concimi fosfatici titolo medio 18% : 0,80 t/ha;
- concimi azotati titolo medio 16% : 0,40 t/ha;
- concimi potassici titolo medio 40% : 0,30 t/ha.

La somministrazione dei concimi minerali sarà effettuata in occasione della lavorazione di preparazione del terreno, di cui al punto precedente.

E' facoltà della Direzione Lavori, in relazione ai risultati delle analisi dei terreni ed inoltre per esigenze particolari delle piante da mettere a dimora, variare le proporzioni di cui sopra senza che l'Impresa possa chiedere alcun compenso o indennizzo.

Qualora il terreno risultasse particolarmente povero di sostanza organica, parte dei concimi minerali potrà essere sostituita da terricciati o da letame ben maturo, da spandersi in modo uniforme sul terreno, previa

rastrellatura e miscelazione del letame stesso con la terra. Il letame potrà eventualmente essere fornito in pellets purchè in quantità tali da avere lo stesso apporto di elementi minerali. Ogni eventuale sostituzione dovrà essere autorizzata dalla Direzione Lavori ed il relativo onere deve intendersi compreso nei prezzi unitari dell'elenco.

L'uso dei concimi fisiologicamente alcalini, o fisiologicamente acidi, sarà consentito in terreni a reazione anomala, e ciò in relazione al pH risultante dalle analisi chimiche.

Oltre alla concimazione di fondo, l'impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi e tenendo comunque presente che lo sviluppo della vegetazione e del manto di copertura dovrà risultare, alla ultimazione dei lavori ed alla data di collaudo, a densità uniforme, senza spazi vuoti o radure.

Le modalità delle concimazioni di copertura non vengono precisate, lasciandone l'iniziativa all'Impresa, la quale è anche interessata all'ottenimento della completa copertura del terreno nel più breve tempo possibile ed al conseguente risparmio dei lavori di risarcimento, diserbo, sarchiatura, ripresa di smottamenti ed erosioni, che risulterebbero certamente più onerosi in presenza di non perfetta vegetazione, come pure ad ottenere uno sviluppo uniforme e regolare degli impianti a verde.

I concimi usati per le concimazioni di fondo e di copertura, dovranno essere forniti nelle confezioni originali di fabbrica, risultare a titolo ben definito e, nel caso di concimi complessi, a rapporto azoto-fosforo-potassio precisato.

Da parte della Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le composizioni delle concimazioni di fondo, in rapporto al pH dei terreni, da impiegare nei vari settori costituenti l'impianto.

Prima di effettuare le concimazioni di fondo, l'impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione Lavori affinché questa possa disporre eventuali controlli d'impiego delle qualità e dei modi di lavoro.

Lo spandimento dei concimi dovrà essere effettuato esclusivamente a mano, con impiego di personale pratico e capace, per assicurare uniformità nella distribuzione.

Per le aree in scavo eventualmente rivestite con semenzali o talee la concimazione potrà essere localizzata.

Nella eventualità che lo spessore della terra vegetale e la sua natura non dessero garanzia di buon attecchimento e successivo sviluppo delle piantagioni, l'Impresa è tenuta ad effettuare la sostituzione del materiale stesso con altro più adatto alle esigenze dei singoli impianti. Resta d'altronde stabilito che di tale eventuale onere l'Impresa ha tenuto debito conto nella offerta di ribasso.

## 20.6. SEMINE

### 20.6.1. MISCUGLIO-BASE PER LA FORMAZIONE DEL PRATO MESOFILO

Nella tabella che segue è riportata la composizione indicativa del miscuglio-base da impiegare per la realizzazione del prato mesofilo lungo tutto il tracciato dell'opera in progetto (utilizzo di sementi nazionali per la formazione del prato stabile), sia per le aree in pendenza (scarpate in rilevato ed in scavo, dune con funzioni antirumore e/o di inserimento paesaggistico) che nelle aree pianeggianti (aiuole, aree interposte, aree al piede della scarpata, ecc.).

La miscela dovrà essere accompagnata dall'indicazione di origine delle sementi, grado di purezza e germinabilità. L'Impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori la data della semina, affinché possano essere fatti i prelievi dei campioni di seme da sottoporre a prova e per il controllo della quantità e delle lavorazioni.

Per la realizzazione delle aree prative dovranno essere preferibilmente utilizzate specie facilmente reperibili e comunque idonee per la formazione del prato stabile nel contesto territoriale di interesse.

Il miscuglio base di semina per la formazione del prato mesofilo non dovrà contenere specie difficilmente reperibili e/o di provenienza non certificabile, mentre sarà preferibile l'utilizzo di specie diffusamente utilizzate negli inerbimenti.

Non dovrà essere adottata la tipologia del prato igrofilo in quanto le caratteristiche dell'intervento in oggetto (inerbimento di rilevati e aree residuali) non presentano caratteristiche (ambientali, microclimatiche e di disponibilità idrica) idonee all'utilizzo di tale tipologia vegetazionale.

Gli eventuali interventi di arricchimento floristico, giustificabili in aree di particolare rilevanza ambientale quali ad esempio gli attraversamenti dei Parchi, potranno essere attuati mediante l'impiego di fiorume prelevato da prati donatori adiacenti al tracciato e/o con l'utilizzo di sementi o piantine selezionate allo scopo.

Ogni eventuale variazione nella composizione dei miscugli, ad es. per il consolidamento dei tratti di scarpata con terreni di natura facilmente erodibile dalle acque di pioggia, dovrà essere ordinata per iscritto dalla Direzione Lavori.

<b>Prato Mesofilo (PM)</b>		
<b>Specie</b>	<b>%</b>	<b>Kg seme per ettaro</b>
<i>Loietto perenne</i>	25	75
<i>Loietto italico</i>	15	45
<i>Festuca arundinacea</i>	30	90
<i>Erba mazzolina</i>	5	15
<i>Festuca pratense</i>	5	15
<i>Fleolo pratense</i>	5	15

Prato Mesofilo (PM)		
<i>Specie</i>	<i>%</i>	<i>Kg seme per ettaro</i>
<i>Ginestrino</i>	5	15
<i>Trifoglio b. repens</i>	2,5	7,5
<i>Trifoglio pratense</i>	2,5	7,5
<i>Trifoglio ibrido</i>	5	15
<b><i>Totale</i></b>	<b>100</b>	<b>300</b>

## 20.6.2. MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DELLE SEMINE

### 20.6.2.1 SEMINA A SPAGLIO MANUALE O MECCANICA

La semina sarà eseguita a spaglio, effettuata a più passate per gruppi di semi di volumi e peso quasi uguali mescolati fra loro; ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.

Le superfici da rivestire mediante semina a spaglio, secondo le previsioni di progetto, dovranno essere preparate come descritto nel presente Capitolato; in particolare prima della semina, e dopo lo spandimento dei concimi, il terreno dovrà venir erpicato con rastrello a mano per favorire l'interramento del concime.

Inoltre, a parziale modifica di quanto previsto per le altre tipologie di intervento, la concimazione dovrà essere effettuata in due tempi: all'atto della semina dovranno essere somministrati i concimi fosfatici e potassici, mentre i concimi azotati dovranno essere somministrati a germinazione avvenuta. Si procederà quindi alla semina di un miscuglio di erbe da prato perenne con l'impiego di 300 kg di seme per ettaro di superficie (30 g/m<sup>2</sup>).

Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento; la ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano con erpice a sacco.

Dopo la semina il terreno dovrà essere rullato o battuto con il rovescio della pala, e l'operazione dovrà essere ripetuta a germinazione avvenuta.

L'Impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione (escludendo preferibilmente i periodi di siccità estiva e di gelo invernale), restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.

#### IDROSEMINA

Nelle zone a maggiore pendenza (scarpate in rilevato ed in scavo e dune in terra con funzioni di schermatura visiva ed acustica) le aree prative potranno essere realizzate mediante idrosemina ed eventuale protezione con paglia, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori e dove questa, a suo insindacabile giudizio, lo riterrà opportuno.

In tal caso, dopo che le superfici da rivestire saranno state opportunamente preparate come descritto nel presente Capitolato, la semina potrà procedere secondo tre differenti modalità di intervento e precisamente:

- impiego di miscuglio di seme, fertilizzante ed acqua;



- b) impiego di miscuglio come al precedente punto a), ma con l'aggiunta di sostanze collanti come cellulosa, bentonite, torba, ecc.;
- c) impiego di miscuglio come al precedente punto a) e successivo spandimento di paglia.

In tutte e tre le tipologie di intervento i miscugli di sementi da spandere saranno impiegati nei quantitativi di 300 kg/ha; in tutti casi le operazioni saranno effettuate nel rispetto delle prescrizioni che la Direzione Lavori impartirà tratto per tratto, riservandosi la possibilità di variare la composizione del miscuglio stesso, fermo restando il quantitativo totale di seme. Dovrà inoltre essere impiegato fertilizzante ternario (PKN) a pronta, media e lenta cessione in ragione di 700 kg/ha.

Per il sistema indicato al punto b) è inoltre prevista l'aggiunta di scarto di cellulosa o bentonite sufficiente per ottenere l'aderenza dei semi e del concime alle pendici delle scarpate.

In particolari settori, sempre secondo gli ordini della Direzione Lavori, l'intervento sarà attuato secondo quanto indicato al punto c), ovvero alla semina effettuata con il primo sistema seguirà uno spandimento di paglia da effettuarsi con macchine adatte allo scopo, che consentano contemporaneamente la spruzzatura di emulsione bituminosa. In tal caso la quantità impiegata per ettaro di superficie da trattare sarà di 500 kg, mentre quella di emulsione bituminosa, avente la funzione di collante dei fucelli di paglia, sarà di 120 kg per ettaro.

Altri materiali variamente composti proposti dall'Impresa dovranno essere preventivamente accettati dalla Direzione Lavori.

Per quanto attiene le tempistiche di intervento, l'Impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione (escludendo preferibilmente i periodi di siccità estiva e di gelo invernale), restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.

## **20.7. RIMBOSCHIMENTO CON SPECIE ARBOREE ED ARBUSTIVE**

Sulle superfici preparate e concimate come indicato nei precedenti punti del presente Capitolato, l'Impresa procederà, secondo quanto previsto dal progetto, all'impianto di specie arboree ed arbustive.

Salvo diverse comunicazioni scritte da parte della D.L., l'intervento sarà attuato nel rispetto delle indicazioni progettuali previste per le diverse tipologie di intervento vegetazionale, di seguito descritte.

A tale proposito, prima dell'inizio dei lavori di impianto, da parte della Direzione Lavori sarà consegnato all'impresa un ordine di servizio in cui saranno indicate le varie specie da impiegare nei singoli settori di impianto.

Nell'esecuzione delle piantagioni le distanze tra gli esemplari indicate dal progetto dovranno essere rigorosamente osservate; qualora venisse indicata dalla Direzione Lavori (con ordine scritto) la messa a dimora a distanze diverse da quelle prefissate, si terrà conto, in aumento o in diminuzione ai prezzi di

elenco, della maggiore o minore quantità di piante adoperate, restando escluso ogni altro compenso all'Impresa.

### **20.7.1. CESPUGLIETO DI RACCORDO C1 (MESOFILO) - C2 (IGROFILO) - C3 (RIPARIALE)**

Si tratta di tipologie arbustive impiegate in modo differenziato a seconda delle caratteristiche stazionali nei confronti della disponibilità idrica:

- cespuglieto di raccordo C3 ripariale, inserito in vicinanza dei corsi d'acqua, dunque con elevata disponibilità idrica nel terreno,
- cespuglieto di raccordo C2 igrofilo, inserito in zone con buona disponibilità idrica,
- cespuglieto di raccordo C1 mesofilo, inserito in aree che non coinvolgono reticoli idrici, in cui la disponibilità idrica al terreno non dipende dunque da apporti della falda o dai corsi d'acqua limitrofi.

L'impiego di tali tipologie ha un significato di principale raccordo tra ambienti o tra le diverse tipologie di interventi mitigativi: le tipologie C2 e C3 sono legate agli ambienti fluviali e la loro collocazione assume un prevalente significato ecologico di raccordo tra gli il territorio agricolo e i corsi d'acqua, mentre la tipologia C1 raccorda il territorio agricolo o il prato (PM) ad altre tipologie di tipo arboreo, oltre ad essere impiegato dove la mitigazione non ha significato di mascheramento ma di inserimento ambientale di altre strutture (ad esempio le dune realizzate a tutela di alcuni centri abitati).

Le tre tipologie hanno le seguenti composizioni specifiche:

<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>
<i>Eunymus europaeus</i>	<i>Salix caprea</i>	<i>Salix caprea</i>
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Salix cinerea</i>	<i>Salix cinerea</i>
<i>Sambucus nigra</i>	<i>Frangula alnus</i>	<i>Salix eleagnos</i>
<i>Viburnum opulus</i>	<i>Sambucus nigra</i>	<i>Frangula alnus</i>
<i>Ligustrum vulgare</i>		
<i>Corylus avellana</i>		
<i>Cornus sanguinea</i>		
<i>Prunus padus</i>		
<i>Prunus spinosa</i>		

Tutti i cespuglieti hanno le medesime caratteristiche d'impianto riportate negli abachi vegetazionali. L'ampiezza della fascia di riferimento (fascia utilizzata per il calcolo della densità di impianto) è mediamente di 10 m, con sesto d'impianto di 2,5 m x 2 m (2,5 m tra le file e 2 m nella fila). Inoltre, per conferire una fisionomia naturale alle formazioni, all'interno della fila è previsto un vuoto d'impianto di 4 m dopo un gruppetto di 5 arbusti.

Gli esemplari utilizzati saranno giovani piantine forestali autoctone (a motivo della maggiore reattività post-impianto e delle percentuali di sopravvivenza superiori rispetto a quanto manifestato da piante più vecchie). Per questa tipologia vegetazionale le caratteristiche dimensionali minime prevedono la fornitura di piante autoctone di anni 1+1 in vaso 9x9x13 o similari.

Riguardo la rappresentatività delle diverse specie, tutte le specie verranno impiegate in pari abbondanza secondo lo schema riportato negli abachi vegetazionali facenti parte della documentazione cartografica di progetto.

### **20.7.2. CESPUGLIETO RUSTICO AD ISOLE - C4**

Si tratta di una tipologia impiegata esclusivamente per le aree interposte, la cui composizione prevede l'impiego di sole specie arbustive, nello specifico di specie autoctone particolarmente rustiche con ridotte esigenze di manutenzione, soprattutto relativamente all'approvvigionamento idrico. La disposizione degli arbusti, riportata graficamente negli abachi della vegetazione delle aree interposte, segue uno schema geometrico a semicerchi con orientamento alternato, intervallati da porzioni di prato mesofilo.

L'adozione di tale tipologia segue il seguente criterio:

- i nuclei di C4 saranno disposti ad isole con forma semicircolare che si alternano con il prato mesofilo nella fascia centrale dell'area interposta.

L'intervento consente una variazione graduale della copertura vegetazionale lungo le due infrastrutture. Le specie utilizzate sono le seguenti:

<b>C4</b>
<i>Rosa canina</i>
<i>Berberis vulgaris</i>
<i>Prunus spinosa</i>
<i>Cornus mas</i>
<i>Rhamnus catharticus</i>
<i>Cystus scoparius</i>

Gli esemplari utilizzati saranno giovani piantine forestali autoctone (a motivo della maggiore reattività post-impianto e delle percentuali di sopravvivenza superiori rispetto a quanto manifestato da piante più vecchie). Per questa tipologia vegetazionale le caratteristiche dimensionali minime prevedono la fornitura di piante autoctone di anni 1+1 in vaso 9x9x13 o similari.

### **20.7.3. SIEPE PLURIFILARE ARBUSTIVA DI INVITO PER I PASSAGGI FAUNA (S2)**

La siepe plurifilare arbustiva di invito S2 viene realizzata in corrispondenza dell'imbocco dei passaggi fauna, allo scopo di schermare il rilevato stradale e richiamare ed attirare la fauna selvatica verso l'ingresso dei passaggi stessi.

Dato la particolare funzione che tali siepi svolgono e considerata la loro ubicazione, le specie della tipologia S2 sono esclusivamente arbustive; inoltre, è previsto l'utilizzo di specie che producono frutti e/o bacche gradite alla fauna selvatica.

La tipologia vegetazionale prevista ha la seguente composizione specifica:

<b>S2</b>
<i>Frangula alnus</i>
<i>Corylus avellana</i>
<i>Crataegus monogyna</i>
<i>Rosa canina</i>
<i>Ligustrum vulgare</i>
<i>Rhamnus catharticus</i>
<i>Cornus sanguinea</i>

Riguardo la rappresentatività delle diverse specie, dovrà essere seguita la composizione di seguito indicata, mantenendo una successione delle essenze irregolare:

- 13% *Frangula alnus*;
- 16% *Corylus avellana*;
- 18% *Crataegus monogyna*;
- 18% *Rosa canina*;
- 8% *Ligustrum vulgare*;
- 13% *Rhamnus catharticus*;
- 13% *Cornus sanguinea*.

Le caratteristiche d'impianto della siepe sono descritte graficamente negli abachi vegetazionali allegati alla documentazione di progetto. Data una profondità complessiva della fascia a siepe di 3 m, la piantumazione sarà costituita da 2 file ravvicinate con sesto d'impianto di 1 m x 1 m. Gli esemplari utilizzati saranno giovani piantine forestali autoctone (a motivo della maggiore reattività post-impianto e delle percentuali di sopravvivenza superiori rispetto a quanto manifestato da piante più vecchie). Per questa tipologia vegetazionale le caratteristiche dimensionali minime prevedono la fornitura di piante autoctone di anni 1+1 in vaso 9x9x13 o similari.

#### **20.7.4. SIEPE PLURIFILARE NATURALIFORME (S3) MESOFILA E (S4) IGROFILA**

La siepe plurifilare naturaliforme mesofila S3 viene in genere impiegata come elemento di raccordo nei contesti agricoli, mentre la siepe plurifilare naturaliforme igrofila S4 si localizza in corrispondenza di corsi d'acqua.

Dato che tali tipologie spesso fiancheggiano i campi coltivati, onde evitare un eccessivo ombreggiamento delle colture le specie della tipologia S3 sono in prevalenza arbustive e con specie arboree di seconda grandezza. Inoltre, al fine di non occupare troppo terreno, entrambe le tipologie sono costituite da due sole file, per un'ampiezza complessiva di 5 m.

Le due tipologie previste hanno le seguenti composizioni specifiche:

<b>S3 - specie arbustive</b>	<b>S4 - specie arbustive</b>
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Corylus avellana</i>
<i>Sambucus nigra</i>	<i>Viburnum opulus</i>
<i>Viburnum opulus</i>	<i>Frangula alnus</i>
<i>Ligustrum vulgare</i>	
<i>Corylus avellana</i>	
<i>Cornus sanguinea</i>	
<i>Prunus padus</i>	
<i>Prunus spinosa</i>	
<b>S3 - specie arboree</b>	<b>S4 - specie arboree</b>
<i>Prunus avium</i>	<i>Salix alba</i>
<i>Acer campestre</i>	<i>Alnus glutinosa</i>
	<i>Populus nigra</i>
	<i>Populus alba</i>

Le caratteristiche d'impianto delle siepi sono descritte graficamente negli abachi vegetazionali allegati alla documentazione di progetto. Data una profondità complessiva della fascia a siepe di 5 m, la piantumazione sarà costituita da 2 file con sesto d'impianto di 2,5 m x 2 m. Con riferimento all'elaborato grafico, la componente arbustiva risulta prevalente su quella arborea, particolarmente evidente nella tipologia S3 che prevede una specie arborea ogni 12 m d'impianto. Gli esemplari utilizzati saranno giovani piantine forestali autoctone (a motivo della maggiore reattività post-impianto e delle percentuali di sopravvivenza superiori rispetto a quanto manifestato da piante più vecchie). Per questa tipologia vegetazionale le caratteristiche dimensionali minime prevedono la fornitura di piante autoctone di anni 1+1 in vaso 9x9x13 o similari.

Riguardo la rappresentatività delle diverse specie, tutte le specie verranno impiegate in pari abbondanze secondo lo schema riportato negli abachi vegetazionali allegati alla documentazione cartografica di progetto.

### **20.7.5. FASCIA ALBERATA FA - FASCIA ALBERATA FC**

La composizione specifica delle due tipologie è la medesima, con inserimento di un ricco corredo di specie arboree e arbustive autoctone:

<b>FA - FC specie arbustive</b>	<b>FA - FC specie arboree</b>
<i>Eunymus europaeus</i>	<i>Carpinus betulus</i>
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Quercus robur</i>
<i>Sambucus nigra</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>
<i>Viburnum opulus</i>	<i>Tilia cordata</i>
<i>Ligustrum vulgare</i>	<i>Prunus avium</i>
<i>Corylus avellana</i>	<i>Ulmus minor</i>
<i>Cornus sanguinea</i>	<i>Acer campestre</i>
<i>Prunus padus</i>	
<i>Prunus spinosa</i>	

Le caratteristiche d'impianto delle fasce boscate sono descritte graficamente negli abachi vegetazionali. Come si evince dagli schemi riportati la tipologia FA è costituita da una fascia mista di ampiezza maggiore (arborea e arbustiva), in cui la componente arbustiva (per tipologia riconducibile a C1) è prevista a ridosso della recinzione stradale, mentre la fascia mista arborea-arbustiva espleta un maggiore effetto schermante a tutela del territorio agricolo circostante. La fascia boscata FC (di ampiezza minore rispetto ad FA) deriva, come schema compositivo, dalla stessa FA, rispetto alla quale è stata ridotta l'ampiezza della fascia arbustiva.

Riguardo la rappresentatività delle diverse specie, per la tipologia FA valgono le medesime prescrizioni di C1 per la fascia arbustiva, mentre per la porzione mista arborea-arbustiva dovrà essere seguita la seguente composizione (si rimanda anche allo schema planimetro riportato nell'abaco vegetazionale):

- 1/3 delle specie sono arboree, di cui:
  - 20% *Quercus robur*;
  - 20% *Carpinus betulus*;
  - 15% *Tilia cordata*;
  - 10% *Fraxinus excelsior*;
  - 15% *Prunus avium*;
  - 10% *Ulmus campestre*;
  - 10% *Acer campestre*.
- 2/3 delle specie sono arbustive impiegate in pari abbondanza.

Gli esemplari utilizzati saranno giovani piantine forestali autoctone (a motivo della maggiore reattività post-impianto e delle percentuali di sopravvivenza superiori rispetto a quanto manifestato da piante più vecchie). Per questa tipologia vegetazionale le caratteristiche dimensionali minime prevedono la fornitura di piante autoctone di anni 1+1 in vaso 9x9x13 o similari.

Il sesto d'impianto è di 2,0 m x 2,5 m (mantenendo un'interdistanza tra gli esemplari arborei di 6 m).

### **20.7.6. BOSCO MISTO (BM) - BOSCO RIPARIALE (BR)**

Le specie utilizzate sono rispettivamente le seguenti:

<b>BM specie arbustive</b>	<b>BR specie arbustive</b>
<i>Eunymus europaeus</i>	<i>Salix cinerea</i>
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Crataegus monogyna</i>
<i>Sambucus nigra</i>	<i>Sambucus nigra</i>
<i>Viburnum opulus</i>	<i>Viburnum opulus</i>
<i>Ligustrum vulgare</i>	<i>Frangula alnus</i>
<i>Corylus avellana</i>	<i>Cornus sanguinea</i>
<i>Cornus sanguinea</i>	
<i>Prunus padus</i>	
<i>Prunus spinosa</i>	
<b>BM specie arboree</b>	<b>BR specie arboree</b>
<i>Carpinus betulus</i>	<i>Alnus glutinosa</i>
<i>Quercus robur</i>	<i>Salix alba</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Salix caprea</i>
<i>Tilia cordata</i>	<i>Populus nigra</i>
<i>Prunus avium</i>	<i>Populus alba</i>
<i>Ulmus minor</i>	
<i>Acer campestre</i>	

Le caratteristiche d'impianto dei boschi sono descritte graficamente negli abachi vegetazionali allegati alla documentazione cartografica. Come si evince dagli schemi riportati entrambe le tipologie sono costituite da una fascia mista (arborea e arbustiva): in genere è prevista pari densità tra specie arbustive e arboree, eccetto che per la prima fila rivolta verso la recinzione dell' autostrada, costituita da un filare monospecifico di *Quercus robur*, per la tipologia BM, e da *Salix alba*, per la tipologia BR (in entrambi i casi il sesto d'impianto del filare è pari a 5 m).

La tipologia BM, con esclusione dunque della prima fila a filare monospecifico di Farnia, segue la seguente composizione (seguendo lo schema planimetro riportato nell'abaco vegetazionale):

- 1/2 delle specie sono arboree, di cui:
  - 20% *Quercus robur*;
  - 20% *Carpinus betulus*;
  - 15% *Tilia cordata*;
  - 10% *Fraxinus excelsior*;
  - 15% *Prunus avium*;
  - 10% *Ulmus campestris*;
  - 10% *Acer campestre*.
- 1/2 delle specie sono arbustive impiegate in pari abbondanze.

La tipologia BR, con esclusione dunque della prima fila a filare monospecifico di Salice bianco, segue la seguente composizione (si rimanda anche allo schema planimetro riportato nell'abaco vegetazionale):

- 1/2 delle specie sono arboree, di cui:
  - 30% *Salix alba*;
  - 20% *Populus nigra*;
  - 20% *Populus alba*;
  - 15% *Alnus glutinosa*;
  - 15% *Salix caprea*;
- 1/2 delle specie sono arbustive impiegate in pari abbondanze, privilegiando la Frangola e il Salice grigio nelle zone con maggior disponibilità idrica al terreno.

Gli esemplari utilizzati saranno giovani piantine forestali autoctone (a motivo della maggiore reattività post-impianto e delle percentuali di sopravvivenza superiori rispetto a quanto manifestato da piante più vecchie). Per questa tipologia vegetazionale le caratteristiche dimensionali minime prevedono la fornitura di piante autoctone di anni 1+1 in vaso 9x9x13 o similari.

Il sesto d'impianto è di 2,5 m x 2,5 m (con interdistanza tra gli esemplari arborei pari a 5 m).

#### **20.7.7. FILARI MONOSPECIFICI F1X - FILARE POLISPECIFICO F2 - FILARE PAESAGGISTICO F3X**

Tutte e tre le tipologie riguardano singoli filari che si differenziano tra loro per il sesto d'impianto e/o per la composizione delle specie:

- **F1x:** sono filari monospecifici aventi un sesto d'impianto di 6 metri con funzione di schermo/quinta arborea, impiegato in corrispondenza e/o a tutela di elementi puntuali. A seconda delle specie



impiegate, si individuano quattro tipi di F1, impiegati a seconda degli elementi arborei presenti descritti nel censimento vegetazionale e/o a seconda dell'effetto di mascheramento voluto:

- **F1a** - *Populus nigra* var. italica;
  - **F1b** - *Carpinus betulus pyramidalis*;
  - **F1c**-*Prunus avium*;
  - **F1d** - *Populus alba*.
- **F2:** è un filare polispecifico avente un sesto d'impianto di 6 metri sempre con funzione di schermo/quinta arborea, impiegato in corrispondenza e/o a tutela di elementi puntuali. Rispetto a F1x, il filare polispecifico possiede anche una valenza ambientale, per l'inserimento alternato di specie arbustive e arboree, e verrà quindi inserito quando sarà necessario conferire anche una valenza ecologica al filare o per raccordarsi ad altre tipologie di elevato significato ecologico. La composizione specifica è sempre la seguente e dovrà essere eseguita nel rispetto dell'ordine spaziale proposto:
- *Tilia cordata*;
  - *Prunus pado*;
  - *Fraxinus excelsior*;
  - *Corylus avellana*;
  - *Carpinus betulus*;
  - *Acer campestre*;
  - *Prunus avium*;
  - *Viburnum opulus*.
- **F3x:** sono filari monospecifici e polispecifici con sesto d'impianto di 12 metri, aventi prevalente significato paesaggistico; sono filari radi impiegati per valorizzare alcuni elementi presenti sul territorio attirando, nel contempo, l'attenzione e lo sguardo dell'utente fruitore dell'infrastruttura. A volte vengono inseriti anche per interrompere il piatto paesaggio agricolo, creando leggere interruzioni in senso trasversale al tracciato, in contrapposizione allo sviluppo rettilineo dell'autostrada. A seconda delle specie impiegate, si individuano quattro tipi di F3, impiegati a seconda dell'effetto paesaggistico voluto:
- **F3a** - *Populus nigra* var. italica;
  - **F3b** - *Platanus hybrida*;
  - **F3c** - *Quercus robur* e *Prunus avium*;
  - **F3d** - *Celtis australis*.

Le caratteristiche d'impianto dei filari sono descritte graficamente negli abachi vegetazionali. Il sesto d'impianto di 6 metri impiegato per le tipologie F1x e F2 considera gli ingombri delle piante a maturazione, quando le chiome dei soggetti si intersecheranno e l'effetto di mascheramento sarà omogeneo sull'intera fila. Per questo motivo e per il significato paesaggistico dei filari F3x, l'impianto di tutte e tre le tipologie di filare

prevede l'impiego di soggetti che possiedono caratteristiche dimensionali di una certa rilevanza, con chiome regolari, ampie e ben conformate, in perfette condizioni fitosanitarie. Per questa tipologia vegetazionale le caratteristiche dimensionali minime prevedono la fornitura di piante forestaliautoctone con altezza compresa tra 2 e 3 metri, in vaso o in zolla, inclusa la fornitura di palo tutore e legatura.

### **20.7.8. FILARE DISEGNATO (FDX) - ARBUSTETO DISEGNATO (AD)**

Sono impianti regolari arborei (FD) o arbustivi (AD) che ricordano gli impianti arborei propri dell'arboricoltura da legno, come i pioppeti, che sono previsti con accompagnamento di prato mesofilo per non ostacolare la visibilità da parte degli utenti dell'infrastruttura. Proprio per la fisionomia "geometrica" di tali formazioni, queste tipologie sono inserite nelle aree intercluse, soprattutto negli svincoli e nelle rotonde, dove le fasce boscate (aventi maggior valenza naturalistica) non avrebbero significato.

- **FDx:** impianto arboreo con sesto d'impianto di 9x9 metri, realizzato con fascia di PM come corona esterna di 10 m (sempre dalla recinzione stradale) per mantenere una buona visibilità degli utenti nei tratti articolati degli svincoli. A seconda delle specie arboree impiegate, si individuano quattro tipi di FD:
  - **FDa** - *Prunus avium*;
  - **FDb** - *Quercus robur* e *Prunus avium*;
  - **FDc** - *Acer campestre* e *Tilia cordata*;
  - **FDd** - *Carpinus betulus* e *Quercus robur*.
- **AD:** impianto arbustivo che si alterna con aree prative, impiegato in piccoli svincoli o in corrispondenza delle rotonde sottostanti l'infrastruttura e quelle localizzate lungo il reticolo viabilistico secondario. Sempre per non creare intralcio e ostacolo alla visuale è prevista una fascia di PM, come corona esterna dalla recinzione, maggiore di 1,5 m.  
 Le specie arbustive impiegate sono le seguenti:

<b>AD specie arbustive</b>
<i>Eunymus europaeus</i>
<i>Crataegus monogyna</i>
<i>Viburnum opulus</i>
<i>Cornus sanguinea</i>

Le caratteristiche d'impianto dei filari e degli arbusteti sono descritte graficamente negli abachi vegetazionali degli elaborati di progetto. Il sesto d'impianto di 9x9 metri impiegato per i filari disegnati è stato pensato tale per non creare densità troppo elevate dato che tale tipologia non ha un significato di prevalente mascheramento. Riguardo il tipo d'impianto degli arbusteti disegnati, lo schema geometrico è quello riportato

nell'abaco vegetazionale con gruppetti di arbusti alternati al prato (PM), in cui il sesto d'impianto è di 2x2 metri.

Per le due tipologie di intervento considerate le caratteristiche dimensionali minime prevedono:

- per FD la fornitura di piante forestali autoctone con altezza compresa tra 2 e 3 metri, in vaso o in zolla inclusa la fornitura di n. 1 palo tutore e legatura;
- per AD la fornitura di piantine forestali autoctone di anni 1+1 in vaso 9x9x13 o similari.

### **20.7.9. MODALITÀ DI IMPIANTO**

L'impianto potrà essere fatto a mano od a macchina, comunque in modo tale da poter garantire l'attecchimento ed il successivo sviluppo regolare e rapido.

Prima della messa a dimora delle piantine a radice nuda, ove necessario, l'Impresa avrà cura di regolare l'apparato radicale, rinfrescando il taglio delle radici ed eliminando le ramificazioni che si presentassero appassite, perite o eccessivamente sviluppate, impiegando forbici a doppio taglio ben affilate. Sarà inoltre cura dell'Impresa trattare l'apparato radicale con una miscela di terra argillosa e letame bovino, diluita in acqua.

L'Impresa avrà cura di approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato in maniera da evitare fermentazioni e disseccamenti durante il trasporto. In ogni caso le piantine o talee disposte negli imballaggi, qualunque essi siano (ceste, casse, involucri di ramaglie, jute, ecc.) dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessaria al buon attecchimento; dovranno quindi risultare bene avvolte e protette da muschio, o altro materiale, che consenta la traspirazione e respirazione e non dovranno essere eccessivamente stipate e compresse. Qualora i materiali non rispondessero alle caratteristiche di cui sopra la Direzione Lavori ne ordinerà l'allontanamento dal cantiere.

Nell'eventualità che per avverse condizioni climatiche le piantine o talee, approvvigionate a piè d'opera, non possano essere poste a dimora in breve tempo, l'Impresa avrà cura di liberare il materiale vivaistico ponendolo in opportune tagliole, o di provvedere ai necessari adacquamenti, evitando sempre che si verifichi la pregermogliazione delle talee o piantine. In tale eventualità le talee, o piantine, dovranno essere escluse dalla piantagione. L'impianto dovrà essere effettuato nel periodo di riposo vegetativo quando le condizioni stagionali lo permettano, in accordo con la D.L..

### **20.7.10. CARATTERISTICHE E PORTAMENTO DI ALBERI E ARBUSTI**

Alberi e arbusti da mettere a dimora devono avere la parte aerea a portamento e forma regolare, simile agli esemplari cresciuti spontaneamente, a sviluppo robusto, non filato e che non dimostri una crescita troppo rapida per eccessiva densità di coltivazione in vivaio, in terreno troppo irrigato o concimato.

Gli alberi e gli arbusti dovranno rispondere alle specifiche indicate nell'elenco dei prezzi per quanto riguarda le seguenti voci (da utilizzare tutte o in parte, conformemente alle caratteristiche proprie delle diverse specie):

- circonferenza del tronco, misurata ad un metro dal colletto;
- altezza totale;
- altezza di impalcatura, dal colletto al ramo più basso;
- diametro della chioma a due terzi dell'altezza per gli alberi, in corrispondenza alla proiezione della chioma per i cespugli;
- densità della chioma, numero medio di ramificazioni laterali su cm di tronco.

Le piante dovranno essere trapiantate un numero di volte sufficienti secondo le buone regole vivaistiche con l'ultima lavorazione alle radici, risalente a non più di tre anni secondo la seguente tabella.

<i>Piante a foglia caduca</i>	fino a circonf. cm 12-15	almeno 1 trapianto
	fino a circonf. cm 20-25	almeno 2 trapianti
	fino a circonf. cm 30-35	almeno 3 trapianti
	fino ad alt. di m 2-2,5	almeno 1 trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza
	fino ad alt. di m 2,5-4	almeno 1 trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza

L'apparato radicale, che dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane, sarà racchiuso in contenitore (vaso, cassa, mastello) con relativa terra di coltura o in zolla rivestita (paglia, plan plast, juta, rete metallica, fitocella).

## 20.8. ESTRAZIONE DAL VIVAIO E CONTROLLO DELLE PIANTE

L'estrazione delle piante dal vivaio deve essere effettuata con tutte le precauzioni necessarie per non danneggiare le radici principali e secondo le tecniche appropriate per conservare l'apparato radicale capillare ed evitare di spaccare, scortecciare o danneggiare la pianta. L'estrazione non deve essere effettuata con vento che possa disseccare le piante o in tempo di gelata.

L'estrazione si effettua a mano nuda o meccanicamente; le piante potranno essere fornite a radice nuda o collocate in contenitori o in zolle. Le zolle dovranno essere imballate opportunamente con involucro di juta, paglia, teli di plastica o altro.

Prima della messa a dimora lo stato di salute e la conformazione delle piante devono essere verificate in cantiere e le piante scartate dovranno essere immediatamente allontanate;

Per ciascuna fornitura di alberi, sia adulti che giovani, un'etichetta attaccata deve dare, attraverso una iscrizione chiara ed indelebile, tutte le indicazioni atte al riconoscimento delle piante (genere, specie, varietà e numero, nel caso la pianta faccia parte di un lotto di piante identiche);

La verifica della conformità dell'esemplare alla specie ed alla varietà della pianta si effettua, al più tardi, nel corso del primo periodo di vegetazione che segue la messa a dimora.

## **20.9. PRECAUZIONI DA PRENDERE FRA L'ESTRAZIONE E LA MESSA A DIMORA**

---

Nell'intervallo compreso fra l'estrazione e la messa a dimora devono essere prese le precauzioni necessarie per la conservazione delle piante e per evitare traumi o disseccamenti nonché danni per il gelo.

## **20.10. EPOCA DI MESSA A DIMORA**

---

Per la piantagione delle piantine l'Impresa è libera di effettuare l'operazione in qualsiasi periodo, entro il tempo previsto per l'ultimazione, che ritenga più opportuno per l'attecchimento, restando comunque a suo carico la sostituzione delle fallanze o delle piantine che per qualsiasi ragione non avessero attecchito.

Ciò premesso, localmente e laddove l'esecuzione dei lavori di pavimentazione della strada lo consiglia, la Direzione dei Lavori potrà ordinare che l'impianto venga eseguito in tempi successivi, ritardando la messa a dimora delle piantine sulle banchine o prossime al ciglio delle scarpate; per tale motivo l'Impresa non potrà richiedere alcun compenso o nuovo prezzo.

Fermo restando quanto sopra indicato, per limitare il rischio di fallanze si consiglia comunque di effettuare la messa a dimora degli alberi tra metà ottobre e metà aprile tenendo conto del clima, della regione e dell'altitudine, evitando i periodi di gelate ed i periodi in cui la terra è imbibita d'acqua in conseguenza di pioggia o del disgelo. Si ricorda inoltre che la messa a dimora delle piante a radice nuda s'effettua di norma in un periodo più ristretto, da metà novembre a metà marzo, mentre per le piante messe a dimora con zolla il periodo può essere esteso dall'inizio di ottobre a fine aprile o anche all'inizio di maggio. Alcune tecniche di piantagione permettono di piantare in tutte le stagioni (contenitori, zolle imballate in teli di plastica saldati a caldo, ecc.); per le piante messe a dimora a stagione avanzata dovranno comunque essere previste cure

particolari per assicurarne l'attecchimento, senza che l'Impresa possa richiedere alcun compenso o nuovo prezzo.

## 20.11. PREPARAZIONE DELLE PIANTE PRIMA DELLA MESSA A DIMORA

---

Prima della messa a dimora le eventuali lesioni del tronco dovranno essere curate nei modi più appropriati; le radici, se nude, dovranno essere ringiovanite recidendo le loro estremità e sopprimendo le parti traumatizzate o secche.

E' tuttavia bene conservare il massimo delle radici minori soprattutto se la messa a dimora é tardiva.

Se si dovesse rendere necessaria la potatura della parte aerea della pianta, questa dovrà essere eseguita in modo da garantire un equilibrio fra il volume delle radici e l'insieme dei rami.

## 20.12. MESSA A DIMORA DELLE PIANTE

---

Le modalità di messa a dimora delle piante sono di seguito indicate:

- *Tutori*: i tutori sono conficcati nella buca di piantagione prima della messa a dimora delle piante. In rapporto alla pianta, il tutore é posto in direzione opposta rispetto al vento dominante; Il tutore deve affondare almeno 30 cm oltre il fondo della buca;
- *Collocazione delle piante e riempimento delle buche*: sul fondo della buca dovrà essere disposto uno strato di terra vegetale, con esclusione di ciottoli o materiali impropri per la vegetazione, sulla quale verrà sistemato l'apparato radicale. La pianta deve essere collocata in modo che il colletto si trovi al livello del fondo della conca di irrigazione. L'apparato radicale non deve essere compresso. La buca di piantagione é poi colmata di terra fine. La compattazione della terra deve essere eseguita con cura in modo da non danneggiare le radici e non squilibrare la pianta, che deve restare dritta e non lasciare sacche d'aria. Ad operazione ultimata il terreno intorno alla piantina non dovrà mai formare cumulo; si effettuerà invece una specie di svaso allo scopo di favorire la raccolta e la infiltrazione delle acque di pioggia; il migliore compattamento sarà ottenuto attraverso un'abbondante irrigazione, che favorisce inoltre la ripresa del vegetale;
- *Legature e colletti*: legature e colletti circondano il tronco e sono disposti in modo che attraverso la loro azione il tutore serva d'appoggio alle piante. La legatura più alta é posta a circa 20 cm al di sotto delle prime ramificazioni, la più bassa ad 1 m dal suolo. In queste misure occorre tenere conto del compattamento successivo del suolo; le legature per rendere solidali le piante ai pali di sostegno ed agli

ancoraggi, al fine di non provocare strozzature al tronco, dovranno essere realizzate per mezzo di collari speciali o di idoneo materiale elastico, (cinture di gomma, nastri di plastica, ecc.) oppure, in subordine, con corda di canapa (mai filo di ferro). Per evitare danni alla corteccia, è indispensabile interporre, fra tutore e tronco, un cuscinetto antifrizione di adatto materiale;

- *Potature di formazione:* la potatura di formazione, se ed ove richiesta dal progetto, si effettua conformemente alle prescrizioni di questo;
- *Conche di irrigazione :* la terra va sistemata al piede della pianta in modo da formare intorno al colletto una piccola conca; l'impresa effettua una prima irrigazione che fa parte dell'operazione di piantagione e non va quindi computata nelle operazioni di manutenzione.

Salvo diverse prescrizioni della D.L., le quantità approssimative d'acqua per l'irrigazione al momento della messa a dimora sono:

- 40/50 litri per albero;
- 15/20 litri per arbusti.

Prima dell'impianto l'Impresa, dopo aver provveduto, ove necessario, alle opere idonee a garantire il regolare smaltimento delle acque onde evitare ristagni, dovrà eseguire una lavorazione agraria del terreno consistente in un'aratura a profondità variabile da 40 cm a 100 cm, a seconda della situazione, e nell'epicatura ripetuta fino al completo sminuzzamento o, su superfici di limitata estensione, in una vangatura, avendo cura in ogni caso di eliminare sassi, pietre o materiali che possano impedire la corretta esecuzione dei lavori.

In occasione delle lavorazioni di preparazione del terreno e prima della messa a dimora delle piante saranno effettuate, a cura e spese dell'Impresa, le analisi chimiche del terreno in base alle quali la D.L. indicherà la composizione e le proporzioni della concimazione di fondo da effettuarsi con la somministrazione di idonei concimi minerali e/o organici. Oltre alla conciliazione di fondo l'Impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura. Prima dell'inizio dei lavori d'impianto, la D.L. indicherà all'Impresa le varie specie arboree ed arbustive da impiegare nei singoli settori.

Nella preparazione delle buche l'Impresa dovrà assicurarsi che non ci siano ristagni d'acqua nella zona di sviluppo delle radici, nel qual caso provvederà con idonee opere idrauliche (scoli, drenaggi).

Nel caso che il terreno scavato non sia adatto alla piantagione l'Impresa dovrà riempire le buche con terra vegetale idonea. Si dovrà comunque verificare che le piante non presentino radici allo scoperto o internate oltre il livello del colletto.

## **20.13. APERTURA DI BUCHE E FOSSE PER LA MESSA A DIMORA DELLE PIANTE**

I lavori per l'apertura di buche e fosse per la futura messa a dimora delle piante sono effettuati dopo i movimenti di terra a carattere generale prima dell'eventuale apporto di terra vegetale.

Questi lavori riguardano:

- buche individuali per i soggetti isolati;
- buche e fosse per la messa a dimora di piante raggruppate.

Salvo diverse prescrizioni della D.L., le dimensioni delle buche dovranno essere almeno le seguenti:

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| • alberi adulti (con circonferenza del tronco di almeno 18÷20 cm): | 1 m x 1 m x 1m;                      |
| • giovani piante:  | 0,7 m x 0,7 m x 0,7 m                |
| • arbusti:   | 0,50 m x 0,50 m x 0,50 m;            |
| • siepi continue:  | 0,50 m x 0,50 m x 1 m di profondità; |
| • piantine forestali:  | 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m;            |
| • piante da fioritura:   | 0,30 m x 0,30 m x 0,30 m.            |

I materiali impropri che appaiono nel corso delle lavorazioni sono eliminati attraverso la discarica. Se necessario, le pareti ed il fondo delle buche o fosse sono opportunamente spicconati perché le radici possano penetrare in un ambiente sufficientemente morbido ed aerato. Salvo diverse prescrizioni della D.L., buche e fosse potranno essere aperte manualmente o meccanicamente e non dovranno restare aperte per un periodo superiore ad otto giorni.

## **20.14. APPLICAZIONE DEL PALO TUTORE E DEL PACCIAMANTE**

Al fine di garantire il corretto accrescimento delle piantine forestali, al momento dell'impianto dovrà essere posato un tutore in bambù di altezza pari a 150 cm. Per le piante più grandi (esemplari "pronto effetto" di altezza compresa tra 200-300 cm, impiegati per la realizzazione delle diverse tipologie di filari) andrà collocato un palo tutore per pianta, preferibilmente in legno di castagno (diametro di 4-5 cm, lunghezza 2 metri), infisso nel terreno per circa 40-50 cm.

I pali tutori manterranno in posizione verticale l'apparato epigeo delle piante costituendo un valido supporto in caso di vento, al fine di evitare sradicamenti, rotture o crescita contorta delle piantine. Essi andranno legati con corda ai fusti senza costituire un limite fisico all'accrescimento diametrico ed infissi senza creare danni all'apparato radicale sottostante.



Per contenere lo sviluppo della vegetazione spontanea infestante a stretto contatto con il materiale vivaistico collocato a dimora, saranno posizionati appositi pacciamanti in dischi (biodischi di almeno 50 cm di diametro), costituiti in fibra di cocco, che mediante l'azione fisica di copertura del terreno limiteranno lo sviluppo della vegetazione infestante e faciliterà notevolmente le operazioni di diserbo, da effettuare nelle cure colturali. Eventuali altri materiali pacciamanti potranno essere concordati con la D.L. e indicati su apposito registro di campo, che verrà conservato nella documentazione delle opere a verde.

Il pacciamante costituisce, inoltre, una limitata riserva idrica in prossimità delle piantine ed un ombreggiamento alle radici, oltre ad un apporto di sostanza organica al suolo, in seguito alla propria degradazione naturale progressiva.

## **20.15. APPLICAZIONE DI PROTEZIONI INDIVIDUALI (TREE SHELTER)**

---

Per proteggere il postime dall'eventuale morso della fauna, per preservarlo dalla brucatura delle foglie e dei giovani getti, oltre che dallo scortecciamento o dallo sfregamento sui fusti, per le sole piantine forestali si ricorrerà alla fornitura e posa di protezioni individuali a rete in materiale plastico ("tree shelter"), di altezza pari ad almeno 60 cm.

Lo *shelter* non è previsto per i filari, dato che le dimensioni dei soggetti "pronto effetto" utilizzati sono tali da non rendere necessaria tale protezione.

## **20.16. CURE COLTURALI**

---

Dal momento dell'impianto a verde, certificato dalla DL, per i primi due anni, l'Impresa dovrà effettuare opportune attività per garantire il corretto attecchimento delle specie.

Ciò è da intendersi applicabile anche per le aree prative, per il corretto attecchimento delle quali sarà necessario eseguire gli sfalci periodici per i predetti primi tre anni dalla data della semina.

Poiché l'attività di sfalcio, pur rientrando nelle operazioni di corretto attecchimento, si estenderà per un periodo di tempo che andrà a sovrapporsi all'esercizio dell'infrastruttura, è necessario che essa sia svolta con le medesime modalità previste dal piano di manutenzione.

Pertanto l'operazione di sfalcio dovrà essere eseguita con una frequenza minima di 2 volte l'anno. L'eventuale adozione da parte dell'Impresa dello sfalcio manuale al posto di quello meccanico, non potrà comportare né variazione nei prezzi stabiliti, né proroghe dei tempi di esecuzione fissati nei singoli ordinativi di servizio. L'Impresa sarà obbligata ad effettuare lo sgombero dell'eventuale presenza di residui degli sfalci dalla piattaforma autostradale nel più breve tempo possibile e comunque entro tre giorni dallo sfalcio, di tutto il

materiale di risulta delle prestazioni da conferire a impianto di recupero o discarica. E' fatto assoluto divieto di bruciare l'erba sul luogo del taglio e sulle pertinenze autostradali.

Nell'esecuzione delle operazioni di sfalcio e rimozione è assolutamente necessario che non vi siano dispersioni del materiale sul piano viabile, pena la rimozione completa a spese e cura dell'Impresa, e non vi sia in generale pregiudizio per la sicurezza della circolazione per qualsivoglia motivo e/o pregiudizio della qualità del tappeto erboso. Analogamente, l'impresa dovrà anche assicurare la perfetta funzionalità, del sistema di raccolta e smaltimento delle acque che dovesse risultare ostruito a causa della dispersione degli sfalci, pena la disostruzione completa del sistema stesso a spese e cura dell'Impresa.

Dopo aver eseguito l'impianto, per i primi 3 anni successivi all'impianto, l'Impresa è tenuta ad effettuare tutte le cure colturali e le attività che di volta in volta si renderanno necessarie per garantire il corretto attecchimento delle tipologie vegetazionali, come sostituzione di fallanze, potature, diserbi, sarchiature, concimazioni in copertura, sfalci, trattamenti antiparassitari, ecc., nel numero e con le modalità richiesti per ottenere le scarpate e le altre aree di progetto completamente rivestite da manto vegetale. E' compreso nelle cure colturali anche l'adacquamento di soccorso delle piantine in fase di attecchimento, e pertanto nessun compenso speciale, anche per provvista e trasporto di acqua, potrà per tale operazione essere richiesto dall'Impresa, oltre quanto previsto nei prezzi di Elenco.

## **20.17. PULIZIA DEL PIANO VIABILE**

---

Al termine di ogni operazione d'impianto o manutentoria il piano viabile dovrà risultare assolutamente sgombro di rifiuti; la terra eventualmente presente dovrà essere asportata mediante spazzolatura e, ove occorra, con lavaggio a mezzo di abbondanti getti d'acqua.

Qualora risultasse sporcata la segnaletica orizzontale, questa dovrà essere pulita accuratamente a mezzo lavaggio.

## **21. SEZ.21 “OPERE SPECIALI-POSA IN OPERA CONDOTTE”**

### **21.1. TECNOLOGIA SPINGITUBO**

#### **21.1.1. GENERALITÀ**

Lo spingitubo è una tecnologia no dig consistente in una trivellazione orizzontale controllata con successiva infissione di tubi (controtubo).

Come tutte le tecnologie no dig permette la posa in opera di condotte interrata senza eseguire scavi a cielo aperto.

È analoga al Microtunnelling ma si differenzia da questo per l'assenza di fresaposta sulla testa di perforazione e per il fatto che lo scavo non può essere direzionato.

L'Impresa, a sua cura e spese, predispone il relativo progetto secondo le norme vigenti da parte degli enti proprietari dei sedimi da attraversare. Il tutto sarà presentato alla DL che avrà cura di inoltrarlo all'Ente Appaltante per l'iter burocratico del rilascio della relativa concessione.

È utilizzata frequentemente per attraversamenti trasversali di strade statali, linee ferroviarie, piste d'aeroporto e anche per l'attraversamento di piccoli corsi d'acqua.

Dovranno altresì essere adottate, negli attraversamenti idraulici, tutte le metodologie necessarie ad evitare sifonamenti, smottamenti e quant'altro potesse compromettere la stabilità e sicurezza delle opere incontrate.

Una volta realizzato l'attraversamento, (che normalmente viene completato con due pozzetti in calcestruzzo armato, uno di monte e l'altro di valle, in corrispondenza delle estremità del controtubo), viene introdotta la condotta interrata all'interno del controtubo.

#### **21.1.2. MODALITÀ DI REALIZZAZIONE**

Prima di effettuare l'attraversamento con la tecnologia dello spingitubo, viene realizzata, ad una adeguata distanza dall'opera da attraversare, una cameretta di spinta a una profondità variabile in funzione della quota dell'attraversamento.

La formazione della livelletta per la posa delle tubazioni dovrà essere eseguita con attrezzatura laser. Quando il controtubo viene realizzato con tubazioni in acciaio, dalla direttrice inferiore del tubo alla platea di fondo della cameretta sono necessari circa 60 cm per poter saldare le tubazioni stesse man mano che vengono spinte all'interno della trivellazione.

Nel caso di manufatti in calcestruzzo armato (es. tubazioni) dalla direttrice inferiore del tubo alla platea di fondo sono necessari circa 40 cm.

Realizzata la cameretta di spinta, in essa si posiziona l'attrezzatura di spinta, costituita da:

- martinetti idraulici,
- scudo di testata completo di attrezzi per lo scavo sul fronte e pistoncini direzionali,
- laser autolivellante per il controllo planoaltimetrico del fronte di scavo.

Si procede quindi alla spinta dello scudo e delle tubazioni in c.a. o di quelle in acciaio saldate fra loro man mano che si procede con lo scavo sul fronte.

## **21.2. TECNOLOGIA MICROTUNNELLING**

---

### **21.2.1. GENERALITÀ**

Il microtunnelling è una tecnologia no dig idonea per la posa in opera di nuove condotte, che consente attraversamenti in galleria di strade, ferrovie, corsi d'acqua, zone soggette a tutela ambientale, ecc.

Il sistema può essere impiegato per installare tubazioni aventi diametro da 250 mm a 3.000mm; in casi particolari si possono installare tubazioni aventi diametro superiore.

La lunghezza massima di spinta varia da circa 100 m a 350 m, con l'aumentare del diametro delle tubazioni impiegate.

La perforazione avviene di regola secondo tracciati rettilinei con pendenza massima della livelletta pari al 30% in salita e pari al 10% in discesa.

Si possono realizzare comunque anche attraversamenti con tracciato in tre dimensioni (curvature nel piano orizzontale e verticale) sfruttando la deformabilità del giunto dei tubi costituenti la condotta.

### **21.2.2. PARTI COMPONENTI**

Le principali parti componenti il sistema di microtunnelling sono:

- il microtunneller munito di testa fresante,
- cilindri di spinta e centrale oleodinamica,
- tubazioni di rivestimento scavo (jacking pipes),
- sistema laser costituito da una sorgente e da un bersaglio,
- sistema di smaltimento dello smarino costituito da una tubazione di alimentazione dell'acqua e dalla relativa pompa che viene fatta affluire verso la testa fresante e dal tubo di smarino con la relativa pompa per l'allontanamento verso l'esterno del materiale di scavo.

L'elemento principale del microtunnelling è il microtunneller che è uno scudo telecomandato munito di una fresa rotante che disgrega il materiale durante l'avanzamento.

In funzione delle condizioni geologiche si utilizzano teste fresanti diverse:

- teste per argilla
- teste per ghiaia
- teste per roccia

I tubi impiegati come rivestimento definitivo della galleria devono essere in grado di resistere alla forza di spinta assiale applicata durante la messa in opera, al carico del terreno di ricoprimento e ad eventuali altri carichi esterni applicati in superficie.

Normalmente si utilizzano tubi in calcestruzzo armato o acciaio. È escluso l'impiego di tubazioni flessibili quali quelle in materiali plastici che non sopporterebbero le sollecitazioni di compressione del gruppo di spinta.

### **21.2.3. PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO**

Individuata la profondità di posa della condotta si predispongono due pozzi, uno di partenza ed uno di arrivo. Il microtunneler viene posizionato sul fondo del pozzo di partenza ed inizia a perforare il terreno a sezione piena.

L'avanzamento dell'attrezzatura avviene a mezzo di un carrello di spinta dotato di martinetti (che fanno contrasto su un muro in calcestruzzo armato opportunamente dimensionato, realizzato all'interno del pozzo di monte) che agiscono sui tubi installati, i quali all'avanzare del fronte di scavo, vengono man mano posizionati in coda al microtunneller e trasmettono a questo la spinta.

Con l'avanzamento del microtunneler il materiale di scavo è sospinto all'interno dello scudo dove viene frantumato fino a dimensioni tali da poter essere trasportato all'esterno con circolazione di acqua o di acqua e bentonite in circuito chiuso.

In base al metodo di recupero del materiale di risulta prodotto dalla testa di perforazione, le macchine per il microtunnelling si dividono in due famiglie:

- *Sistema di smarino a coclea*

La coclea, alloggiata all'interno di tubi camicia posti a loro volta all'interno delle tubazioni, oltre a trasmettere il moto alla testa di perforazione, consente il recupero del materiale di scavo che, portato a giorno mediante un contenitore, è pronto per essere smaltito.

Questo metodo è particolarmente indicato nel caso di terreni argillosi o sabbiosi e con bassi livelli di acqua di falda.

- *Sistema di smarino idraulico*

il materiale di risulta è portato in superficie miscelato con acqua o acqua + bentonite in circuito chiuso. La separazione della soluzione, avviene in appositi contenitori di sedimentazione o in separatori vibranti. Questo sistema è indicato per tutti i tipi di terreno e con livelli di falda alti.

Gli aspetti fondamentali che influenzano la scelta del sistema (smarino a coclea o idraulico) più idoneo per la realizzazione della condotta sono:

- Il livello di falda
- La condizione del terreno in relazione ai diametri delle tubazioni
- Lunghezza di spinta

Il sistema è guidato dall'esterno mediante una consolle di comando ubicata in un container esterno, da cui è possibile controllare e variare i parametri di avanzamento in funzione della reazione del terreno attraversato. La posizione della testa fresante viene indicata in continuo da un computer che elabora le informazioni raccolte da un sistema di puntamento laser, costituito da un besaglio fotosensibile, solidale con l'elemento di perforazione, colpito da un raggio laser originato da una sorgente ubicata nel pozzo di partenza.

## **22. SEZ. 22 “BARRIERE FONOASSORBENTI”**

### **22.1. QUALITÀ E CERTIFICAZIONE DEI MATERIALI CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA SPECIFICHE DI MESSA IN OPERA**

Nella esecuzione dei lavori, l'Impresa dovrà attenersi alle prescrizioni che di seguito vengono riportate per le principali categorie di lavoro, nonché a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia. Per tutte le categorie di lavori e quindi anche per quelle relativamente alle quali non si trovino, nelle presenti specifiche tecniche, prescritte speciali norme di esecuzione, l'Impresa dovrà attenersi ai migliori procedimenti prescritti dalla tecnica e dalla normativa vigente nonché 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.

Per quanto non espressamente citato in questo capitolato, nonché per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali e le modalità di esecuzione delle opere di tipo civile, complementari alla realizzazione della barriera acustica, si rimanda alle norme ed alle disposizioni delle specifiche sezioni del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

#### **22.1.1. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI – PROVE DEI MATERIALI – CERTIFICAZIONI**

Le barriere fonoassorbenti dovranno essere realizzate secondo quanto previsto dal Progetto e saranno soggette a marcatura CE in base alla norma EN 14388/05 obbligatoria dal 01/05/2007.

I materiali da impiegare nelle forniture e nei lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, per caratteristiche, 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.

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

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Quando 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 e 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.

### **22.1.2. CERTIFICATI DI QUALITÀ**

Per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali prescritti dal presente atto, l'Impresa, prima della messa in opera, dovrà esibire al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i certificati rilasciati da un laboratorio ufficiale richiesti dal presente capitolato o che verranno eventualmente richiesti dal Direttore stesso. Tali certificati dovranno contenere i dati relativi alla provenienza ed alla individuazione dei singoli materiali o la 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 ai dosaggi e composizioni proposte. Tali 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.

### **22.1.3. PROVE DEI MATERIALI**

In relazione a quanto prescritto circa le qualità e caratteristiche dei materiali, e la loro accettazione, l'Impresa fornitrice sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, attraverso il prelevamento e l'invio dei campioni ai laboratori ufficiali indicati dalla Stazione Appaltante, nonché a tutte le relative prove.

I dati delle prove o 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.

Di detti dati o campioni potrà essere ordinata la conservazione nell'Ufficio Compartimentale, previa apposizione di sigillo e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.



## **22.2. PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO E FORNITURE**

Gli interventi di realizzazione di protezioni antifoniche devono essere realizzati sulla base del progetto acustico e delle relative prescrizioni di Capitolato, sotto il controllo del Direttore dei Lavori, il quale dovrà assicurare che sia sottoposta ad approvazione ogni eventuale modifica del progetto approvato.

Al Direttore dei Lavori ed al Costruttore, ciascuno per la sua parte, spetta la responsabilità della conformità dell'opera al progetto e della qualità dei materiali impiegati.

### **22.2.1. FASE DI ESECUZIONE: ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E MESSA IN OPERA**

#### **22.2.1.1 ACCETTAZIONE**

La fase di accettazione fornisce la certificazione preventiva dei materiali e si compone di:

- prove per certificare i materiali dal punto di vista fisico-chimico e meccanico
- prove per certificare i materiali dal punto di vista acustico, costituite da tre prove:
- prova di laboratorio in camera riverberante;
- prova su barriera campione in campo aperto ed in condizioni normalizzate;
- prova con metodo impulsivo.

#### **22.2.1.2 MESSA IN OPERA**

I controlli e le prove eseguite in fase di messa in opera hanno invece lo scopo di garantire la corretta esecuzione delle opere e la loro rispondenza alle specifiche fissate nel progetto esecutivo.

### **22.2.2. COLLAUDO TECNICO**

Nell'ambito delle attività di sua competenza, al collaudatore compete l'onere di verificare la rispondenza dell'opera intera e delle sue parti a quanto previsto dal progetto acustico e dalle sue eventuali modifiche.

### **22.2.3. CONTROLLI DI QUALITÀ NELLA FASE DI MESSA IN OPERA**

Tutti i materiali impiegati debbono essere verificati in accordo a quanto specificato nell'ordine di acquisto e nella specifica tecnica del fornitore il quale dovrà essere qualificato e notificato alla D.L..

Al fornitore deve essere richiesto di effettuare, per ogni lotto di pannelli fornito, delle prove di collaudo secondo quanto specificato nei capitoli relativi alle specifiche di messa in opera, per verificare che lo stesso risponda alle caratteristiche progettuali e alle specifiche tecniche e normative richiamate nel Capitolato di Costruzione e nelle specifiche tecniche allegate all'ordine di acquisto.

L'esito delle verifiche deve essere riportato in una apposita relazione di collaudo, corredata di tutti i certificati di prova richiesti nella normativa e specifiche citate.

Detta relazione deve essere consegnata alla D.L. almeno 15 giorni prima della posa in opera delle protezioni antifoniche, costituendo la stessa fase vincolante per il montaggio delle stesse.

L'esito del controllo sulla relazione di collaudo deve essere annotato sul P.C.Q., così come le eventuali osservazioni della D.L. o le prove aggiuntive richieste dalla stessa.

Tutti i materiali dovranno pervenire in cantiere provvisti di certificazione di provenienza (fornitore).

I controlli da effettuare in fase di posa in opera sono:

- controllo certificazioni di fornitura;
- verifica esistenza prescrizioni progettuali di montaggio idonee a rispettare le prescrizioni del Capitolato di Costruzione e delle specifiche tecniche;
- verifica della corretta installazione in accordo al progetto e alle modalità di posa in opera sopra richiamate, effettuata a spot sui pannelli installati in ogni giorno di lavoro;
- controllo della corretta messa a terra della barriera protettiva: al termine di ogni lotto di barriera protettiva si dovranno effettuare delle prove di messa a terra in accordo alle prescrizioni della norma C.E.I. 9.6.

Tutti i suddetti controlli debbono essere annotati sui relativi P.C.Q.

#### **22.2.4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

La certificazione sulle prove di controllo materiali di seguito descritte, da effettuarsi ad opera di un Istituto abilitato (riconosciuto da Ente Pubblico competente), sarà a carico del costruttore/fornitore.

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

#### **22.2.5. PANNELLI METALLICI**

I pannelli metallici sono costituiti da una struttura metallica scatolare forata, all'interno della quale è inserito materiale fonoassorbente, costituito da complessi porosi (fibre o schiume) che sfruttano i fenomeni di attrito e di risonanza.

#### 22.2.5.1 CARATTERISTICHE DELLE PARTI METALLICHE

Il pannello deve essere costruito in metallo protetto a tutti gli effetti contro la corrosione (in alternativa è possibile l'utilizzo dell'acciaio CORTEN).

Il trattamento protettivo delle superfici deve essere eseguito sia all'interno che all'esterno del pannello e, in ogni caso, dopo le varie fasi di lavorazione della lamiera (tranciatura, punzonatura, piegatura, ecc.), a meno che il pannello non sia realizzato in lamiera di alluminio con trattamento protettivo secondo il sistema coil-coating. Il trattamento della superficie deve garantire una forte resistenza meccanica e realizzare una superficie esente da pori sia all'interno, sia all'esterno del pannello.

Il fornitore dovrà indicare il numero, lo spessore e la natura degli strati protettivi nonché allegare le schede tecniche relative al trattamento anticorrosivo ed ai prodotti vernicianti impiegati.

Il colore delle protezioni anticorrosive sarà comunicato preventivamente dal Committente.

In caso di incendio i materiali impiegati non devono sviluppare gas tossici o fumi opachi.

#### 22.2.5.2 CARATTERISTICHE SPECIFICHE DEI PANNELLI IN ACCIAIO ZINCATO E VERNICIATO

Lo spessore della lamiera di acciaio non rivestita deve essere di almeno 1,5 mm.

Le caratteristiche del rivestimento di zinco devono essere conformi alle norme UNI EN 10346:2009, UNI EN 10143:2006, UNI EN 13306:2010 e UNI 10147:2003. Il rivestimento di zinco deve essere conforme alla Euronorma 147, con granatura del tipo Z 275 come dalle sopracitate norme. Lo spessore totale della protezione anticorrosiva deve essere non inferiore a 80 µm.

Il trattamento di zincatura dovrà essere effettuato dopo tutte le lavorazioni meccaniche. Inoltre la protezione anticorrosiva del pannello deve corrispondere alle seguenti caratteristiche:

Caratteristica e modalità di prova	Esigenza minima
Spessore della protezione anticorrosiva	I valori dichiarati
Aderenza secondo UNICHIM MU 630	Sia a secco (dry adesion, a tempo zero), sia dopo immersione in acqua a 40° per 150 ore (wet adesion): grado 1
Resistenza alla scalfittura secondo UNI 1518:2001 (da eseguire solo sulla faccia esposta)	60 N
Resistenza all'impronta secondo UNI EN ISO 2815:2005	70
Resistenza alla corrosione da nebbia salina secondo UNI EN ISO 9227:2006	Dopo 500 ore di esposizione: l'arrugginimento e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm. Non è ammessa nessun'altra alterazione visibile o

	perdita di aderenza
--	---------------------

### 22.2.5.3 CARATTERISTICHE SPECIFICHE DEI PANNELLI IN ALLUMINIO VERNICIATO

La lamiera d'alluminio deve essere il lega Alluminio-Magnesio-Manganese (Al-Mg-Mn, lega AA 4015 o similari) secondo norma UNI EN ISO 9001:2008, avente una buona resistenza alla corrosione. Lo spessore della lamiera non rivestita deve essere almeno 1.2 mm.

Prima della verniciatura deve essere eseguito un trattamento della superficie idoneo a garantire un buon ancoraggio del film di vernice.

Tale pretrattamento deve essere costituito da sgrassaggio e risciacquo deionizzato, seguiti da cromatazione, fosfocromatazione oppure ossidazione anodica.

Per le facce esposte lo spessore del film di vernice deve essere almeno 40 µm, mentre per le facce non esposte si dovrà avere uno spessore minimo di 20 µm.

L'alluminio non deve essere stabilmente in contatto con rame o leghe di rame.

Il film di vernice deve inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

Caratteristica e modalità di prova	Esigenza minima
Spessore della protezione anticorrosiva	I valori dichiarati
Aderenza secondo UNICHIM MU 630	Sia a secco (dry adesion, a tempo zero), sia dopo immersione in acqua a 40°C per 150 ore (wet adesion): grado 0
Resistenza alla scalfittura secondo UNI EN ISO 1518-1:2011(da eseguire solo sulla faccia esposta)	60 N
Resistenza all'impronta secondo UNI EN ISO 2815:2005	70
Resistenza alla corrosione da nebbia salino-acetica secondodalla UNI EN ISO 9227:2006	Dopo 1500 ore di esposizione: l'arrugginimento e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm. Non è ammessa nessun'altra alterazione visibile o perdita di aderenza.

### 22.2.5.4 CARATTERISTICHE SPECIFICHE DEI PANNELLI IN ALLUMINIO ANODIZZATO

Lo spessore della lamiera di alluminio anodizzato deve essere di almeno 1,5 mm.

Le superfici anodizzate dovranno avere aspetto privo di venature, inclusioni, cavità, crateri porosi e di altri difetti e non manifestare variazioni di lucentezza e di colore.

Il trattamento elettrochimico deve essere eseguito sui pezzi solo dopo aver effettuato tutte le lavorazioni meccaniche (tagli, forature, fresature, ecc.). Lo strato anodico deve essere di spessore non inferiore a 15 µm e deve risultare ben fissato e continuo.

Il trattamento anodico deve inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

Caratteristica e modalità di prova	Esigenza minima
Spessore della strato anodico secondo	15 µm su entrambe le facce.

UNI EN ISO 3210-2010	
Fissaggio secondo UNI EN ISO 3210-2010	1. Qualità del fissaggio = "buona" secondo la classificazione di cui al punto 9 della suddetta Norma.
Continuità degli strati anodici	Determinata con prova effettuata su cinque punti della superficie scelti a caso, con una goccia di reagente costituito da uguali volumi di acido cloridrico puro e da una soluzione al 6% in peso di bicromato di potassio, preparato al momento dell'impiego: dopo 8 minuti dal deposito del reagente sulla superficie anodizzate non dovrà manifestarsi alcuna colorazione verde.

#### 22.2.5.5 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA MASCHERINA ANTERIORE (LATO FONOASSORBENTE)

La lamiera forata rivolta verso la sorgente di rumore, qualora presenti aperture circolari, dovrà avere per singolo foro un'area inferiore a  $78 \text{ mm}^2$  (raggio = 5 mm circa).

Qualora invece le aperture siano di forma rettangolare, il lato minore dovrà essere compreso tra 6 e 10 mm e il lato maggiore dovrà essere non superiore a 150 mm.

Si dovranno prendere in considerazione tutti gli accorgimenti idonei a garantire la durabilità del materiale fonoassorbente, ad es. prevedendo l'installazione del materiale fonoassorbente senza contatto diretto con la lamiera forata. Dovranno inoltre essere previste opportune forature per il drenaggio.

Il disegno del forato deve essere in ogni caso preventivamente approvato dal Committente.

#### 22.2.5.6 CARATTERISTICHE DEL MATERIALE FONOASSORBENTE

Il materiale fonoassorbente, inserito all'interno della struttura scatolata metallica è costituito da complessi porosi. Generalmente si tratta di uno strato di lana minerale conformato in modo tale da assorbire sia per porosità che per risonanza; esso deve avere uno spessore di almeno 6 cm e deve avere una densità maggiore di  $80 \text{ kg/m}^3$ , se trattasi di lana di roccia, o maggiore di  $48 \text{ kg/m}^3$ , se trattasi di lana di vetro.

Deve essere: imputrescibile, inerte agli agenti chimici ed atmosferici, ininfiammabile o autoestinguento. Saranno preferiti sistemi fonoassorbenti con membrana microporosa lato sorgente di rumore per evitare impregnazioni o ritenzioni di liquidi che ne degradino le caratteristiche meccaniche ed acustiche.

Le caratteristiche di fonoassorbimento devono mantenersi elevate nel tempo con curve di decadimento lente: a 5 anni dall'installazione si tollererà una diminuzione del 10% del coefficiente di assorbimento ed a 10 anni del 20%.

Le prove previste per accertare l'idoneità di detto materiale sono le seguenti:

Caratteristica e modalità di prova	Esigenza minima
Diametro medio delle fibrille secondo UNI 6484/69.	Il diametro medio delle fibrille deve essere compreso tra 6 e 9 $\mu\text{m}$ .
Massa volumica apparente secondo UNI 6485/69.	La massa volumica apparente deve essere maggiore di 80 $\text{kg/m}^3$ oppure di 48 $\text{kg/m}^3$ a seconda che si tratti di lana di roccia o di lana di vetro.
Resistenza al fuoco secondo la FEDERAL STANDARD USA STD 302	Ininfiammabile
Grado di igroscopicità secondo UNI 6543/69 (tempo di prova 1 giorno).	Il grado di igroscopicità non deve essere superiore allo 0,2% in volume.
Resistenza all'acqua secondo il seguente procedimento: si pone un provino del campione in esame di dimensioni 100x100x5 mm completamente immerso in acqua distillata per 24 ore a temperatura ambiente.	Al termine della prova non devono essere avvenuti né sfaldamenti né colorazione rispettivamente del provino e dell'acqua.
Resistenza al calore secondo il seguente procedimento: si pone un provino del campione in esame di dimensioni 100x100x5 mm in una stufa a 150°C per 24 ore poggiando su una delle due facce quadrate (100x100 mm).	Al termine della prova non devono essere avvenute variazioni delle dimensioni originarie del provino superiori a $\pm 5$ mm relativamente ai parametri lunghezza e larghezza. La variazione che si verifica sullo spessore deve essere inferiore a $\pm 1$ mm.
Ancoraggio della lana minerale secondo il seguente procedimento: il pannello, disposto in posizione verticale, verrà sottoposto per 24 ore a vibrazione, anch'essa verticale, a 10 Hz, di ampiezza picco-picco 1 mm.	Al termine della prova, l'ancoraggio deve aver resistito alla sollecitazione applicata.

### **22.2.6. PANNELLI TRASPARENTI**

Qualora particolari esigenze architettoniche o paesaggistiche lo suggeriscano, è possibile impiegare pannelli in materiali trasparenti: polimetilmetacrilato, policarbonato o vetro.

e lastre dovranno essere della qualità e delle dimensioni richieste, di un solo pezzo, di spessore uniforme e prive di difetti, con facce piane perfettamente parallele. Dovranno essere in grado di resistere agli agenti

atmosferici, all'acqua e ai vari componenti chimici usati per eventuali operazioni di pulizia. I pannelli dovranno essere intelaiati sui quattro lati.

Nella progettazione di barriere acustiche con pannelli trasparenti bisogna prestare particolare attenzione al minimizzare le riflessioni di luce potenzialmente pericolose per i conducenti dei veicoli in transito.

La trasparenza dei pannelli inoltre costituisce un pericolo per gli uccelli, che deve essere ridotto inserendo opportune sagome di rapaci locali.

#### 22.2.6.1 PANNELLI IN POLICARBONATO

I pannelli in polycarbonato dovranno avere spessore minimo di 8 mm ed essere protetti su entrambe le superfici dai raggi UV. Il fattore di trasmissione totale (diretta + diffusa) dopo prova di invecchiamento accelerato (secondo ASTM G 26/93) per 4000 ore (2000 ore per faccia) non dovrà scendere al di sotto del 95% del valore iniziale (la prova va condotta secondo ASTM D1003-92).

Lo strato di protezione dagli UV deve essere omogeneo col substrato (identico coefficiente di dilatazione termica lineare) onde evitare fenomeni di deformazione o microfessurazioni dovuti a sollecitazioni meccaniche o termiche.

Particolare cura dovrà essere posta nell'attacco pannello-montante, per poter assorbire le dilatazioni termiche del materiale che raggiungono il valore di 1 cm/m.

La guarnizione, compatibile con il polycarbonato, deve essere in EPDM della durezza di 70 shores e realizzata con profilo ad U che consenta sia di ammortizzare le sollecitazioni ed evitare la fuoriuscita dalla sede, sia di evitare la deformazione della lastra stessa. Per il fissaggio dei profili di contenimento della lastra potranno essere impiegati distanziali, in modo che la lastra conservi la sua planarità, evitando antiestetiche deformazioni dovute ad un cattivo fissaggio. La dimensione dell'incastro dovrà tenere conto delle dilatazioni termiche e delle deformazioni ai carichi del vento.

I pannelli in polycarbonato dovranno rispondere inoltre alle caratteristiche tecniche sotto riportate:

Caratteristiche	Metodo prova ASTM	Esigenza minima
Densità minima	D792	1,1 g·cm <sup>-3</sup>
Resistenza a flessione	D790	100 MN·m <sup>-2</sup>
Resistenza a trazione minima	D638	65 MN·m <sup>-2</sup>
Resistenza minima all'urto Charpy con intaglio	D256	1,5 kJ·m <sup>-2</sup>
Temperatura di rammollimento VICAT minima	D1525	110°C
Coefficiente max di dilatazione termica lineare	D696	80·10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup>
Trasmissione della luce minima per lastre non colorate	D1003 Illuminante A	90%
Indice d'ingiallimento massimo dopo 1000 ore con lampada solare	D1925	2%

Le prove si riferiscono a lastre incolore dello spessore di 3 mm.

#### 22.2.6.2 PANNELLI IN POLIMETILMETACRILATO (PMMA)

I pannelli in polimetilmetacrilato devono essere di tipo colato o estruso con spessore minimo di 15 mm. Essi devono essere conformi, per quanto riguarda inclusioni e tolleranze di spessore, alla norma DIN 16957 e realizzati partendo da metacrilato puro; l'impiego di materiale rigenerato per la costruzione delle lastre non è ammesso.

La guarnizione, compatibile con il metacrilato, deve essere in EPDM della durezza di 70 shores e realizzata con profilo ad U che consenta sia di ammortizzare le sollecitazioni ed evitare la fuoriuscita dalla sede, sia di evitare la deformazione della lastra stessa. Per il fissaggio dei profili di contenimento della lastra potranno essere impiegati distanziali, in modo che la lastra conservi la sua planarità, evitando antiestetiche deformazioni dovute ad un cattivo fissaggio. La dimensione dell'incastro dovrà tenere conto delle dilatazioni termiche e delle deformazioni ai carichi del vento.

I pannelli in PMMA dovranno inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche tecniche:

Caratteristiche	Metodo prova ASTM	Esigenza minima
Densità minima	D792	1,1 g·cm-3
Resistenza a flessione	D790	80 MN·m-2
Resistenza a trazione minima	D638	57 MN·m-2
Resistenza minima all'urto Charpy con intaglio	D256	70 kJ·m-2
Temperatura di rammollimento VICAT minima	D1525	140 °C
Coefficiente max di dilatazione termica lineare	D696	80·10-6 °C-1
Trasmissione della luce minima per lastre non colorate	D1003 Illum. A	85%
Indice d'ingiallimento massimo dopo 1000 ore con lampada solare	D1925	6%

Le prove si riferiscono a lastre incolore dello spessore di 3 mm.

#### 22.2.6.3 PANNELLI IN VETRO

I pannelli devono essere realizzati con vetri di sicurezza stratificati, temperati, martellati o armati, con spessore minimo di 16 mm.

Una particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione delle guarnizioni tra pannello e pannello e tra pannello e montante. La guarnizione tra pannello e montante dovrà essere in neoprene estruso di durezza 20 ÷ 30 shores, mentre la guarnizione alla base della barriera, fra pannello e piano di posa, dovrà essere in neoprene estruso di durezza 50 ÷ 60 shores.

Le lastre dovranno rispondere a quanto prescritto dalle seguenti norme:

- norme UNI EN ISO 12543-1-2-3-4-5-6in particolare per le prove di resistenza;



- norma UNI EN 356:2002 antivandalismo, capitoli 3.1 e 6.1;
- norma UNI EN 1063:2001 antiproiettile classe A 500 J capitoli 3.1 e 3.2.A;
- durezza uguale o superiore al grado 6,5 della scala di Mohs.

Il vetro dovrà inoltre presentare alta resistenza all'abrasione e consentire un agevole rimozione di eventuali scritte vandaliche

#### 22.2.6.4 SPECIFICHE PANNELLO FONOISOLANTE TRASPARENTE IN VETRO STRATIFICATO

Se non diversamente indicato in progetto, sono da considerare le seguenti specifiche.

Il pannello in vetro stratificato composto da:

- sp. 8 mm vetro temperato (lato ricettore)
- sp. 1.52 mm P.V.B.
- sp. 8 mm vetro temperato (lato autostrada).

I pannelli sono inseriti in idonei telai pressopiegati realizzati in lamiera di acciaio zincato di spessore minimo 1,5 mm.

Dimensioni nominali del pannello standard:

- Lunghezza 300 cm
- Altezza 100÷200 cm.

Indice di valutazione dell'isolamento acustico (rif. UNI EN 1793-2): valore minimo se non diversamente indicato in progetto, DLR = 31dB Categoria B3.

#### 22.2.6.5 SPECIFICHE PANNELLO FONOISOLANTE TRASPARENTE IN VETRO STRATIFICATO – TIPO 1

Se non diversamente indicato in progetto, sono da considerare le seguenti specifiche.

Il pannello in vetro stratificato sp. 21.5 mm composto da:

- sp. 10 mm vetro indurito (lato ricettore)
- sp. 1.52 mm P.V.B.
- sp. 10 mm vetro temperato (lato autostrada)

Lastre con caratteristiche autopulenti al fine di ridurre al minimo le operazioni di pulizia in esercizio. Oltre ai montanti con interasse 200 cm, le lastre saranno sostenute da un vincolo orizzontale longitudinale

inferiore in acciaio e da vincoli verticali costituiti da due dischi in acciaio fissati alla colonna di sostegno tra i quali vengono pressate le lastre in vetro stratificato. Dentro ogni vincolo orizzontale e verticali saranno previste idonee guarnizione in modo da fissare le stesse e nella giunzione verticale tra le lastre è previsto una guarnizione siliconica per tutta l'altezza.

Dimensioni nominali del pannello standard:

- Larghezza 200 cm
- Altezza massima 460 cm
- Spessore totale 21,52 mm

Indice di valutazione dell'isolamento acustico (rif. UNI EN 1793-2): valore minimo se non diversamente indicato in progetto DLR=34dB Categoria B3

#### 22.2.6.6 PANNELLI IN CALCESTRUZZO

##### PANNELLI IN CALCESTRUZZO ARMATO NORMALE O PRECOMPRESSO

Gli elementi che costituiscono la barriera dovranno essere realizzati in calcestruzzo armato che risponda ai seguenti requisiti:

Caratteristica	Esigenza
Classe Rck	> 40 N/mm <sup>2</sup> se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08
Rapporto acqua/cemento	< 0,45
Spessore pannello	≥8 cm
Barre di armatura	Acciaio B450
Coefficiente di permeabilità	Con prova a carico costante alla pressione di 1400 kPa su provini di 100 mm di diametro oppure, preliminarmente ai getti, su provini cubici aventi lo spigolo di 150 mm, dovrà essere inferiore o uguale a 10-10 cm·s-1

Su richiesta del Committente le superfici di calcestruzzo potranno essere protette con opportuni impregnanti, in modo da garantire l'idrofobizzazione del supporto trattato, con caratteristiche di trasparenza, traspirazione, resistenza alle intemperie, agli UV, alle muffe, ai cloruri, agli alcali ed agli agenti aggressivi presenti nelle acque meteoriche e nell'atmosfera

La protezione della superficie deve impedire l'infiltrazione delle acque meteoriche, limitando così i rischi del gelo ed impedendo la naturale formazione di vegetazione, nonché la proliferazione di microrganismi all'interno del materiale. Tale trattamento non deve produrre effetti apprezzabili sul coefficiente di assorbimento acustico.

Il trattamento potrà essere costituito da una soluzione composta da acqua e silicone spruzzata sulla superficie, oppure da una soluzione a base di silani (in quantitativi dipendenti dalla porosità del supporto), applicata in stabilimento sulle superfici pulite e asciutte tramite irroratori a bassa pressione.

PANNELLI IN CALCESTRUZZO ARMATO NORMALE O PRECOMPRESSO E CALCESTRUZZO DI ARGILLA ESPANSA O POMICE

Questa tipologia è costituita da pannelli a due o più strati nei quali la funzione portante è assicurata dallo strato in calcestruzzo armato, che deve avere le caratteristiche riportate al punto 3.3.1 e spessore minimo 8 cm, mentre lo strato in calcestruzzo di argilla espansa o pomice, rivolto verso la sorgente di rumore, deve essere tale da realizzare le caratteristiche di fonoassorbimento richieste.

Per le caratteristiche di tali pannelli e degli inerti si dovrà fare riferimento rispettivamente alla normativa UNI EN 13055-1:2003.

In particolare lo strato in calcestruzzo di argilla espansa o pomice dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Caratteristica	Esigenza																				
Composizione inerti (secondo UNI EN 13055-1:2003)	100% argilla espansa o pomice con granulometria: <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>passante al crivello</td> <td>12</td> <td>mm</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>mm</td> <td>90-100%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5</td> <td>mm</td> <td>5-35%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3</td> <td>mm</td> <td>0-10%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2</td> <td>mm</td> <td>0-5%</td> </tr> </table>	passante al crivello	12	mm	100%		10	mm	90-100%		5	mm	5-35%		3	mm	0-10%		2	mm	0-5%
passante al crivello	12	mm	100%																		
	10	mm	90-100%																		
	5	mm	5-35%																		
	3	mm	0-10%																		
	2	mm	0-5%																		
Massa volumica in mucchio degli inerti (UNI EN 13055-1:2003)	Preferibilmente compresa tra 350 e 600 kg/m <sup>3</sup> e comunque mai superiore a 1100 kg/m <sup>3</sup>																				
Tipo di cemento	Pozzolatico o altoforno, dosato non oltre i 250 kg per m <sup>3</sup> di inerti per non intasare i pori con perdita di efficacia antirumore.																				
Resistenza alla compressione	In media 10 N/mm <sup>2</sup> , da misurarsi su cubetti stagionati con spigolo di 100 mm																				
Spessore strato in cls alleggerito	Può essere costante o variabile ma comunque mai inferiore ai 4 cm																				
Barre di armatura	Acciaio B450 e fili per la precompressione come al D.M. 14/01/08.																				

I pannelli dovranno avere apposita protezione della struttura cellulare in argilla espansa o pomice esposta agli agenti atmosferici mediante trattamento, per intrusione, con idoneo prodotto ad elevato potere idrorepellente, traspirante, trasparente, con ottimo ancoraggio al materiale trattato, resistente alle intemperie, agli UV, alle muffe, agli alcali, agli agenti aggressivi presenti nelle acque meteoriche e nell'atmosfera. Tale

prodotto deve assicurare un'elevata durata delle proprie caratteristiche (almeno 10 anni), deve consentire l'eventuale applicazione di vernice sulla faccia esposta del pannello ed inoltre in caso di incendio deve garantire l'assenza di esalazioni tossiche o fumi opachi.

La protezione della superficie deve impedire l'infiltrazione delle acque meteoriche, limitando così i rischi del gelo ed impedendo la naturale formazione di vegetazione, nonché la proliferazione di microrganismi all'interno del materiale. Tale trattamento non deve produrre effetti apprezzabili sul coefficiente di assorbimento acustico.

Il trattamento potrà essere costituito da una soluzione composta da acqua e silicone spruzzata sulla superficie, oppure da una soluzione a base di silani (in quantitativi dipendenti dalla porosità del supporto), applicata in stabilimento sulle superfici pulite e asciutte tramite irroratori a bassa pressione.

Eventuali sistemi di protezione diversi da quello sopra descritto potranno essere autorizzati dal Committente previa presentazione di appositi certificati che ne caratterizzino l'efficacia.

#### PANNELLI IN CALCESTRUZZO ARMATO ALLEGGERITO CON ARGILLA ESPANSA STRUTTURALE

Il pannello, di spessore non inferiore ai 20 cm, è costituito da un impasto omogeneo di calcestruzzo con argilla espansa che assolve contemporaneamente alle funzioni portante e di abbattimento del rumore.

Per le caratteristiche di tali pannelli e degli inerti si dovrà fare riferimento rispettivamente alla normativa UNI EN 13055-1:2003.

Caratteristica	Esigenza
Composizione inerti (secondo UNI EN 13055-1:2003)	100% argilla espansa o pomice con granulometria: passante al crivello 12 mm 100% 10 mm 90-100% 5 mm 5-35% 3 mm 0-10% 2 mm 0-5%
Massa volumica in mucchio degli inerti (secondo UNI EN 13055-1:2003)	Preferibilmente compresa tra 350 e 800 kg/m <sup>3</sup> e comunque mai superiore a 1200 kg/m <sup>3</sup>
Tipo di cemento	Pozzolatico o altoforno, dosato a 350 – 400 kg per m <sup>3</sup> di inerti e non oltre, per non intasare i pori, con conseguente perdita di efficacia antirumore.
Resistenza alla compressione	R <sub>ck</sub> ≥ 25 N/mm <sup>2</sup> se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08
Massa volumica pannello	≥ 1400 kg/m <sup>3</sup>
Spessore pannello	Non inferiore ai 20 cm
Barre di armatura	Acciaio B450C e fili per la precompressione come al D.M.

14/01/08.
-----------

I pannelli dovranno avere apposita protezione delle parti esposte agli agenti atmosferici mediante trattamento, per intrusione, con idoneo prodotto ad elevato potere idrorepellente, traspirante, trasparente, con ottimo ancoraggio al materiale trattato, resistente alle intemperie, agli UV, alle muffe, agli alcali, agli agenti aggressivi presenti nelle acque meteoriche e nell'atmosfera.

Tale prodotto deve assicurare un'elevata durata delle proprie caratteristiche (almeno 10 anni), deve consentire l'eventuale applicazione di vernice sulla faccia esposta del pannello ed inoltre in caso di incendio deve garantire l'assenza di esalazioni tossiche o fumi opachi.

La protezione della superficie deve impedire l'infiltrazione delle acque meteoriche, limitando così i rischi del gelo ed impedendo la naturale formazione di vegetazione, nonché la proliferazione di microrganismi all'interno del materiale. Tale trattamento non deve produrre effetti apprezzabili sul coefficiente di assorbimento acustico.

Il trattamento potrà essere costituito da una soluzione composta da acqua e silicone spruzzata sulla superficie, oppure da una soluzione a base di silani (in quantitativi dipendenti dalla porosità del supporto), applicata in stabilimento sulle superfici pulite e asciutte tramite irroratori a bassa pressione.

Eventuali sistemi di protezione diversi da quello sopra descritto potranno essere autorizzati dal Committente previa presentazione di appositi certificati che ne caratterizzino l'efficacia.

### **22.2.7. PANNELLI IN LEGNO**

I pannelli in legno normalmente sono costituiti da una struttura scatolare al cui interno è alloggiato un materassino di lana minerale che, in combinazione con una eventuale camera d'aria retrostante agisce da dissipatore acustico.

La struttura è formata da:

- griglia anteriore formata da listelli di legno opportunamente sagomati;
- eventuale rete protettiva in HPDE 90% (nera o verde)
- tamponatura posteriore realizzata con tavole in legno di opportuno spessore;
- materiale fonoassorbente;
- eventuali travi in legno disposte orizzontalmente alle estremità del pannello.

Poiché la barriera è direttamente esposta agli agenti atmosferici, i pannelli devono essere realizzati in legno di buona qualità (ad esempio pino pregiato), accuratamente lavorati e trattati in modo ottimale. Il legno deve resistere al deperimento organico e va trattato con prodotti speciali secondo le norme DIN 68 800. In particolare il legno sarà sottoposto all'impregnazione di oli minerali ecologici o sali indilavabili preservanti in autoclavi a vuoto e pressione.

In alternativa possono essere utilizzati pannelli costruiti in legno d'Azobè, di Golden Teak od altre essenze appartenenti alla classe di resistenza Prima secondo la normativa DIN 68364, per i quali non è necessario il trattamento in autoclave ma è sufficiente un trattamento con impregnanti ad azione insetticida e fungicida. Tali legni devono avere una certificazione di durabilità non inferiore ai 20 anni rilasciata da un Laboratorio Ufficiale.

Particolare cura va posta nel trattamento degli elementi più prossimi al suolo.

Per la sicurezza della circolazione in caso di incendio, i pannelli (pur essendo ininfiammabili) devono essere resistenti al fuoco; i montanti devono essere ininfiammabili e agire da barriera contro il fuoco, altrimenti sarà necessaria, ogni 100 m, una zona larga almeno 4 m realizzata con elementi ininfiammabili.

I pannelli dovranno essere facilmente smontabili e sostituibili in caso di danneggiamenti; a tal fine, su richiesta del Committente, le dimensioni del singolo pannello devono essere contenute, per permettere il montaggio dello stesso senza l'impiego di mezzi meccanici che possono arrecare disturbo al flusso veicolare. Particolare cura deve essere posta nello studio delle giunzioni, che devono essere progettate in modo da tenere conto di eventuali movimenti di contrazione e rigonfiamento. Ogni singolo modulo potrà munito di proprie guarnizioni laterali EPDM dimensionate secondo ingombri, eguarnizioni di chiusura lungo tutta la lunghezza orizzontale del pannello in appoggio al piano di fondazione secontinuo (cordolo) e tra pannello e pannello se sovrapposti.

I montanti saranno realizzati in legno massiccio o in alternativa la struttura portante sarà costituita da profili in acciaio tipo HE, idoneamente dimensionati in riferimento all'altezzacomplessiva della barriera in opera, muniti di piastre forate per l'aggancio alle fondazioni. Tale struttura sarà zincata a caldo ed eventualmente verniciata a polvere.

Per le caratteristiche del materiale fonoassorbente si rimanda a quanto riportato in progetto.

#### **22.2.8. PANNELLI IN LATERIZIO FORATO**

Le barriere formate da pannelli in laterizio forato sono schermi fonoassorbenti che sfruttano la proprietà di attenuazione del rumore di una cavità per risonanza.

La massa d'aria contenuta all'interno della cavità, sotto l'effetto delle onde sonore incidenti, si pone in vibrazione ed attraverso lo smorzamento dovuto ai molteplici urti sulle pareti ne trasforma l'energia in calore. L'assorbimento per risonanza, essendo legato alle dimensioni del foro di ingresso e della cavità, funziona per una specifica frequenza: per coprire la gamma di frequenze richieste si realizzano blocchi in laterizio con serie di fori comunicanti con l'esterno con diverse dimensioni delle cavità interne.

Questo sistema, pur non comprendendo tutto il campo di frequenze assorbite dai pannelli tradizionali con fibre minerali (con gli elementi in laterizio normalmente si coprono le frequenze fra 100 e 1000 Hz), ha però il vantaggio di un costo contenuto per altezze non eccessive.

La struttura portante di queste schermature è generalmente costituita da pilastri in cemento armato, con cordolo inferiore ed eventuale trave di collegamento superiore sempre in cemento armato.

Varianti di questo tipo di barriera si possono ottenere con blocchi di calcestruzzo dotati delle stesse cavità risonanti.

## **22.2.9. MONTANTI**

### **22.2.9.1 MONTANTI METALLICI**

I montanti metallici devono essere realizzati in acciaio con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo B450C (secondo la Norma UNI EN 10025-1-2:2005) e zincati a caldo per immersione in accordo alle Norme UNI EN 12532:2001, UNI EN 10143:2006, UNI EN 10346:2009 per uno spessore non inferiore a 60  $\mu\text{m}$ , previo ciclo di sabbiatura SA 2½ oppure trattamento di decapaggio chimico. Per assicurare una buona e durevole aderenza del prodotto verniciante alla superficie zincata è richiesto inoltre l'applicazione di uno dei seguenti trattamenti della superficie, subito dopo la zincatura:

- ciclo completo di cataforesi
- ciclo completo di brugalizzazione
- lavaggio e sgrassaggio delle superfici zincate, seguiti da applicazione di uno strato di fondo a base di pittura epossidica al fosfato di Zn (spessore 60 ÷ 80  $\mu\text{m}$ ), quindi da uno strato di copertura a base di pittura poliuretana (spessore 60 ÷ 80  $\mu\text{m}$ ).

La successiva verniciatura deve essere effettuata a polveri o a smalto e seguita da polimerizzazione a 140°. Lo spessore minimo locale della protezione, compreso lo spessore della zincatura, deve essere di almeno 180  $\mu\text{m}$  in modo da realizzare una superficie esente da pori.

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

Il colore delle protezioni anticorrosive sarà comunicato preventivamente dal Committente.

In caso di incendio i materiali impiegati non devono sviluppare gas tossici o fumi opachi.

Le prove previste sul montante sono le seguenti:

- verifica della zincatura;
- misura degli spessori degli strati protettivi;
- controllo della rispondenza dei prodotti vernicianti alle caratteristiche dichiarate.

Sui profili costituenti i montanti che non risultino "prodotti qualificati" ai sensi del DM 14/01/2008 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche" devono essere effettuate tutte le prove meccaniche e chimiche previste dalle norme UNI in numero atto a fornire

un'ideale conoscenza delle proprietà di ogni singolo lotto di fornitura e comunque almeno tre saggi per ogni 20 t di ogni singolo profilo.

Tutti i singoli valori sperimentali dovranno rispettare le prescrizioni di cui al DM citato per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche, tabelle UNI corrispondenti, e caratteristiche chimiche.

I montanti metallici, qualora previsto in progetto, potranno essere realizzati in acciaio CORTEN.

#### **22.2.9.2 MONTANTI IN CALCESTRUZZO ARMATO**

I montanti in calcestruzzo armato normalmente sono elementi prefabbricati; essi devono essere realizzati con calcestruzzo rispondente agli stessi requisiti prescritti al paragrafo 2.7.1 per i pannelli in calcestruzzo armato.

I montanti avranno predisposti al proprio interno gli eventuali dispositivi per l'ancoraggio delle pannellature prefabbricate.

#### **22.2.9.3 MONTANTI IN LEGNO**

I montanti in legno devono essere realizzati in legno secondo le specifiche prescritte per i pannelli in legno, seguendo gli stessi trattamenti specificati nel paragrafo 2.8. Per la parte infissa dovranno essere messi in atto tutti gli accorgimenti per evitare l'imputrescenza.

### **22.2.10. PORTE DI ISPEZIONE E DI SICUREZZA**

Le porte di ispezione e di sicurezza devono essere poste ad una distanza non superiore a 300 m l'una dall'altra; la distanza è da considerarsi quale valore massimo e pertanto è lasciato al progettista il corretto distanziamento delle vie d'uscita in relazione al contesto ambientale, morfologico, ecc. in cui viene inserita la protezione acustica.

Le porte dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

- Larghezza libera:  $\geq 85$  cm.
- Altezza libera:  $\geq 190$  cm.

Le caratteristiche antifoniche delle porte devono corrispondere a quelle delle pareti. A tal fine le porte devono essere realizzate con un pannello dello stesso tipo di quelli utilizzati per le pareti, montato su opportuno telaio. Particolare attenzione dovrà essere posta nella realizzazione delle giunzioni tra parti fisse e parte mobile, facendo in modo che i coefficienti di assorbimento e di isolamento dell'intera parete non siano pregiudicati.

Le porte devono essere provviste di maniglione di apertura di tipo antipanico, apribile solo dall'interno; dall'esterno l'apertura deve essere possibile solo con apposita chiave in dotazione ai posti di manutenzione.



La segnalazione delle porte deve essere seguita secondo le norme per le uscite di sicurezza.

Le porte devono essere facilmente apribili anche in caso di gelo.

Le porte possono essere sostituite da interruzioni della barriera secondo le indicazioni del progettista.

## 22.2.11. ACCESSORI

### 22.2.11.1 SIGILLANTI E GUARNIZIONI

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

Il fornitore dovrà specificare preventivamente le caratteristiche tecniche dei materiali utilizzati per i sigillanti e le guarnizioni specie per quanto riguarda la qualità dell'elemento elastico e la sua resistenza all'invecchiamento. Inoltre detti materiali dovranno rispettare le seguenti prescrizioni della norma DIN 53571:

Caratteristica	Esigenza minima
Allungamento alla rottura a + 20 °C	Almeno 380%
Allungamento alla rottura a – 20 °C	Almeno 350%
Resistenza alla rottura a + 20 °C	Superiore a 10 N/mm <sup>2</sup>

Il profilo della guarnizione dovrà essere studiato in modo tale da evitare la fuoriuscita del pannello nel momento di maggiore sollecitazione e contemporaneamente ammortizzare le vibrazioni dello stesso.

Le guarnizioni da utilizzare con i pannelli in policarbonato o in metacrilato e dovranno essere realizzate con materiale compatibile con tali prodotti.

I sigillanti dovranno anch'essi essere compatibili col policarbonato o col metacrilato e non dovranno contenere acido acetico.

La D.L. avrà la facoltà di eseguire le prove che riterrà opportune per la verifica di tali caratteristiche.

### 22.2.11.2 ACCESSORI METALLICI

Tutti gli elementi metallici non precedentemente contemplati (viti, dadi, rivetti, rondelle elastiche, distanziatori, tirafondi, ecc.) devono essere in acciaio inossidabile AISI 306 o AISI 430 o in acciaio zincato a caldo per immersione in accordo alle Norme UNI EN 12532:2001, UNI EN 10143:2006, UNI 10147:2003 e dalla UNI EN 13306:2010, per uno spessore non inferiore a 60 µm (ad eccezione delle piastre di base per le quali vale quanto indicato per i montanti in acciaio zincato).

Nel caso di pannelli in lega leggera possono essere usati elementi metallici sia in acciaio inox che in alluminio.

Per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche, valgono le seguenti prescrizioni:

- Tirafondi: il materiale dovrà avere caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo S235JR della Norma UNI EN 10263-1-2-3-4-5:2003
- Piastre di base: saranno realizzate con acciaio con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo Fe S235JR secondo la Norma UNI EN 10025-1-2:2005
- Bulloni: dovranno appartenere alla classe di resistenza 8.8 della UNI 3740-1.

## **22.3. CARATTERISTICHE ACUSTICHE: BARRIERE FONOASSORBENTI E CONTEMPORANEAMENTE FONOSOLANTI**

---

### **22.3.1. SPECIFICHE DI ACCETTAZIONE**

La fase di accettazione consiste nella certificazione preventiva dei materiali e per quanto riguarda le caratteristiche acustiche è distinta in due momenti: il primo riguardante le prove di laboratorio in camera riverberante; il secondo riguardante prove su campioni di barriera in campo aperto ed in condizioni normalizzate.

Le prove sono a carico del costruttore/fornitore che deve certificare l'efficacia acustica del manufatto facendo eseguire presso un Istituto abilitato (riconosciuto da Ente Pubblico competente) una serie di test che rispondano ai requisiti di accettazione fonici. I relativi certificati debbono essere accompagnati da una dichiarazione del Laboratorio che attesti che nell'ambito delle norme e prescrizioni relative siano state rispettate le metodologie standard di esecuzione.

Le prove di laboratorio hanno lo scopo di omologare preventivamente i materiali: la prova in camera riverberante consente di valutare le caratteristiche intrinseche dei materiali, mentre le prove in campo aperto sono necessarie per valutare l'efficacia delle barriere nel loro complesso.

### **22.3.2. PROVE DI LABORATORIO IN CAMERA RIVERBERANTE**

L'indice I di isolamento acustico deve essere superiore o uguale a 30 dB per i pannelli monoassorbenti e a 24 dB per quelli biassorbenti. Il suo valore sarà determinato secondo la norma UNI EN ISO 10140-: e la UNI EN ISO 717-1:2007 e successivi aggiornamenti.

Le proprietà fonoassorbenti dei materiali saranno valutate mediante la determinazione del coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha$  secondo la norma UNI EN ISO 354:2003.

I pannelli aventi la capacità di assorbire l'energia acustica incidente sono classificati in due categorie, da scegliersi in base alle condizioni di impiego:

TIPO I: ad elevato potere fonoassorbente;

TIPO II: a medio potere fonoassorbente.

Essi devono garantire, alle varie frequenze centrali di banda d'ottava, i seguenti valori minimi del coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha$ , in riferimento alla norma UNI EN ISO 354:2003:

TIPO I: ad elevato potere fonoassorbente:

Frequenza (Hz)	Coefficiente $\alpha$
125	0.40
250	0.70
500	0.80
1000	0.80
2000	0.80
4000	0.75

TIPO II: a medio potere fonoassorbente:

Frequenza (Hz)	Coefficiente $\alpha$
125	0.35
250	0.40
500	0.50
1000	0.60
2000	0.55
4000	0.50

La Norma UNI EN ISO 354:2003 se da una parte prevede che le misure siano effettuate in 1/3 di ottava, dall'altra fornisce, invece, le tabelle di confronto con dati in ottave: è chiaro che per il raffronto bisognerà mediare i tre valori dei tre terzi per ottenere il corrispondente valore in ottava.

Nel caso di elementi biassorbenti i campioni saranno provati separatamente sulle due facce.

Prova di attenuazione in campo libero su barriera normalizzata (misura di "insertion loss")

Al fine di valutare il comportamento della barriera dal punto di vista acustico dovrà essere eseguita una prova di attenuazione in campo libero in una configurazione standard con sorgente puntiforme, rispettando la metodologia indicata in seguito.

La prova va eseguita in una zona con superficie piana il più possibile riflettente (ad esempio battuto di cemento, asfalto non drenante o simili), privo di ostacoli acustici nel raggio di almeno 50 m dalla barriera,

dalle sorgenti e dai punti di misura; su autorizzazione del Committente potrà essere effettuata in un prato piano con erba o vegetazione di altezza non superiore a 5 cm.

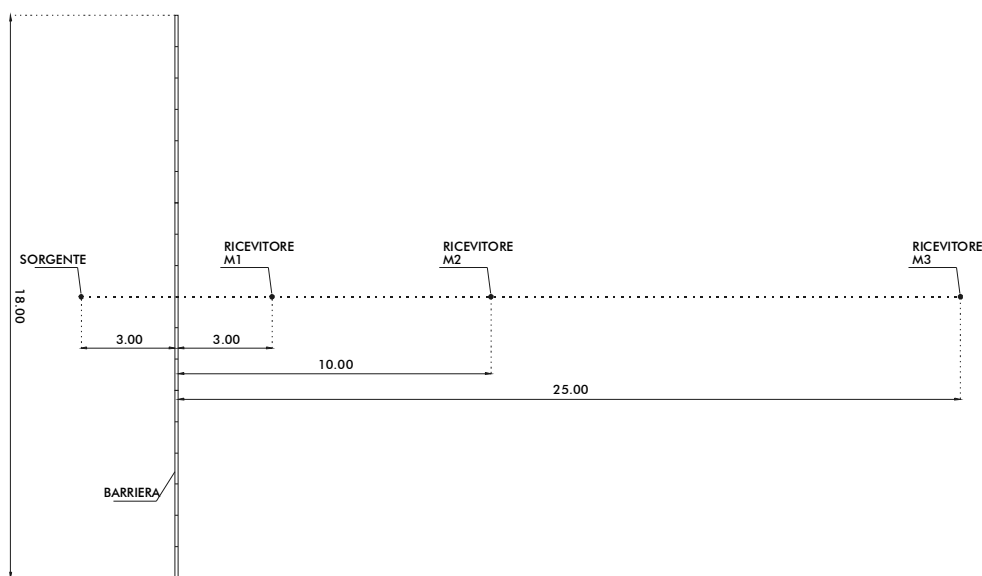
La velocità del vento nella zona di prova deve essere inferiore a  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

La barriera utilizzata per le prove, realizzata con i pannelli inseriti negli appositi montanti ed ogni altro elemento costitutivo disposto come previsto per i normali impieghi, deve avere un'altezza di 3 m ed una lunghezza di 18 m.

I pannelli della fila inferiore devono essere posati su un letto di sabbia o sul terreno vegetale livellato al fine di assicurare la necessaria ermeticità acustica nella zona di appoggio.

Le misure vanno eseguite in corrispondenza del montante centrale utilizzando una sorgente campione di rumore bianco e rosa e un ricevitore posti nelle posizioni indicate in Fig.1.

**PLANIMETRIA SCHEMATICA**



**SEZIONE SCHEMATICA**

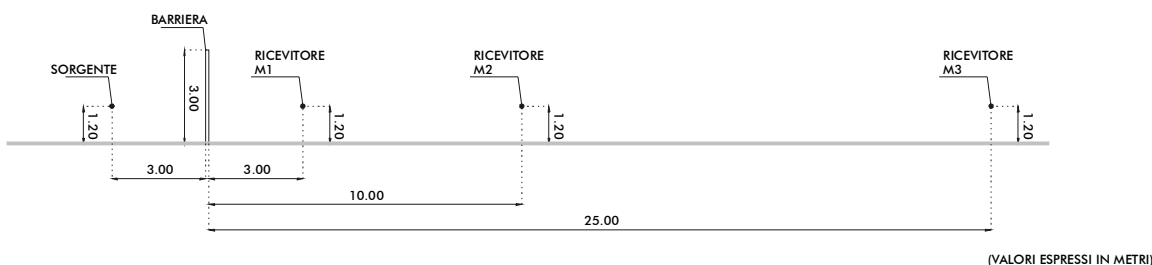


Figura 1: schema della prova in campo libero

Le misure devono essere condotte in banda d'ottava nel campo  $125 \div 4000 \text{ Hz}$  con un fonometro integratore con tempo di integrazione di almeno 10 s per ogni banda di ottava, ovvero un analizzatore in tempo reale

con tempo di integrazione di almeno 30 s. E' inoltre richiesta la misura globale utilizzando il filtro di ponderazione A con tempo di integrazione di almeno 10 s.

La sorgente di rumore sarà costituita da un altoparlante con diametro inferiore o uguale a 15 cm. Le caratteristiche di direzionalità della sorgente sonora dovranno essere misurate in loco e riportate nel certificato di prova.

Le misurazioni effettuate nella prova, sia per quanto riguarda il livello totale che i livelli per le singole bande di frequenza, saranno ritenute valide solo se il livello misurato è superiore di almeno 10 dB al valore del rumore di fondo misurato nello stesso punto.

L'attenuazione sonora in campo libero è calcolata, per ognuna delle bande d'ottava e per il valore globale ponderato A, con la formula:

$$\Delta L = L_{p0} - L_p$$

dove:

$L_{p0}$  = livello di pressione sonora nella posizione di misura in assenza di barriera;

$L_p$  = livello di pressione sonora nella posizione di misura in presenza di barriera.

L'attenuazione della barriera in corrispondenza dei punti di misura dovrà essere di almeno: 22 dB(A) a 3 m, 18 dB(A) a 10 m e di 16 dB (A) a 25 m, sia per il rumore bianco sia per quello rosa. Per tali valori di attenuazione è ammessa una tolleranza massima di 4 dB(A).

Ai fini della misura le letture saranno valide solo se superiori di almeno 10 dB al valore del rumore di fondo misurato in quel punto per ciascuna banda di frequenza. Inoltre, durante le misurazioni, dovrà essere garantita l'assenza di altre fonti di rumore significative che potrebbero incidere sul rumore di fondo stesso.

Nel caso in cui la sorgente sonora sia costituita da più altoparlanti, essi dovranno avere il loro asse alla stessa altezza e il diametro dell'altoparlante maggiore non dovrà essere superiore a 0.15 m. Le curve di direttività degli altoparlanti alle varie frequenze dovranno essere misurate in loco e riportate nel verbale di misura. La sorgente dovrà essere il più possibile omnidirezionale o avere almeno una simmetria rotazionale intorno al proprio asse orizzontale rivolto verso la barriera.

Tutta la strumentazione dovrà rispondere alle caratteristiche previste dalla IEC 804 per i fonometri integratori. I filtri di banda d'ottava dovranno essere in accordo con la IEC 225. Il microfono di misura dovrà avere il diametro non maggiore di ½ pollice ed essere del tipo per campo libero.

Il valore dell'attenuazione sonora dovrà essere presentato in forma tabellare e grafica, rappresentando l'andamento del livello sonoro in funzione della frequenza.

### **22.3.3. PROVA DI UNA BARRIERA TIPO SECONDO LA NORMA AFNOR S 31-089**

Questo metodo di prova consente di individuare in campo aperto i coefficienti di fonoisolamento e di valutare il coefficiente di fonoassorbimento della barriera in funzione della frequenza. Consente di valutare sia le

caratteristiche dei materiali costituenti lo schermo che la qualità della posa in opera (guarnizioni, giunzioni, montanti).

Permette di determinare le seguenti proprietà fisiche dei pannelli:

- ❖ potere fonoisolante (espresso in dB): capacità di un materiale di “opporsi” alla propagazione del rumore attraverso di esso.

$$\text{Potere fonoisolante (dB)} = \text{Livello suono diretto} - \text{Livello suono trasmesso}$$

- ❖ potere fonoassorbente (espresso in %): capacità di un materiale di “dissipare” l’energia sonora incidente su di esso.

$$\text{Potere fonoassorbente (\%)} = \frac{\text{Energia acustica riflessa}}{\text{Energia acustica incidente}}$$

Oltre alla valutazione delle proprietà fonoassorbenti e fonoisolanti degli schermi acustici, questa norma può permettere di identificare l’origine delle principali variazioni delle caratteristiche acustiche dello schermo in prova (fessure ad es.).

Con questa tecnica non è possibile valutare l’attenuazione totale prodotta dalla barriera nei punti disturbati (“insertion loss”), in quanto essa è fortemente influenzata anche dall’altezza, lunghezza e posizione della schermatura.

Si prescrive che la perdita locale di energia acustica per trasmissione,  $T_{LT}$  nelle bande di ottava di 1000 e 2000 Hz, deve essere maggiore o uguale a 26 dB con una tolleranza di 5 dB.

#### **22.3.4. SPECIFICHE DI MESSA IN OPERA**

L’opera dovrà essere realizzata utilizzando esclusivamente materiali che abbiano superato il processo di accettazione indicato in precedenza. Tale rispondenza, così come il corretto assemblaggio dei singoli componenti della struttura, sarà verificata durante la fase di messa in opera a cura della Direzione Lavori.

La costruzione della barriera deve risultare acusticamente ermetica, in particolare in corrispondenza dei giunti di dilatazione, delle uscite di sicurezza, dei raccordi di manufatti, ecc.

Questa proprietà deve essere assicurata mediante un corretto montaggio, senza lasciare quindi fessure o giochi fra pannello e pannello, fra pannelli e montanti e fra pannelli ed elementi di supporto di base. L’esecuzione delle opere dovrà rispettare i vincoli indicati sui disegni tipologici allegati.

La verifica acustica di corretta installazione si esegue secondo i criteri descritti nel capitolo 4.1.3 (prova con metodo impulsivo secondo la norma AFNOR S 31-089) sulla barriera dimensionata in fase di progetto.

La perdita locale di energia acustica per trasmissione,  $T_{LT}$  rilevata in opera nelle bande d’ottava di 1000 e 2000 Hz deve risultare maggiore o uguale ai valori riscontrati nella prova AFNOR S 31-089 eseguita per la fase di accettazione, detratti di una tolleranza di 5 dB.

Questa prova sarà a carico del fornitore/installatore ed eseguita da un istituto riconosciuto idoneo dalle parti.

Sarà condotta sotto la responsabilità del direttore dei lavori che provvederà a farla eseguire a spot in vari punti con particolare attenzione a quelle zone con pezzi speciali (porte di ispezione, posti telefonici, ecc.). I risultati di questa prova saranno confrontati con quelli ottenuti nella fase di prequalifica della barriera per rilevare le eventuali contraddizioni e/o situazioni anomale.

## **22.4. CARATTERISTICHE ACUSTICHE: BARRIERE FONOISOLANTI**

### **22.4.1. SPECIFICHE DI ACCETTAZIONE**

La fase di accettazione consiste nella certificazione preventiva dei materiali e per quanto riguarda le caratteristiche acustiche è distinta in due momenti: il primo riguardante le prove di laboratorio in camera riverberante; il secondo riguardante prove su campioni di barriera in campo aperto ed in condizioni normalizzate.

Le prove sono a carico del costruttore/fornitore che deve certificare l'efficacia acustica del manufatto facendo eseguire presso un Istituto abilitato (riconosciuto da Ente Pubblico competente) una serie di test che rispondano ai requisiti di accettazione fonici. I relativi certificati debbono essere accompagnati da una dichiarazione del Laboratorio che attesti che nell'ambito delle norme e prescrizioni relative siano state rispettate le metodologie standard di esecuzione.

Le prove di laboratorio hanno lo scopo di omologare preventivamente i materiali: la prova in camera riverberante consente di valutare le caratteristiche intrinseche dei materiali, mentre le prove in campo aperto sono necessarie per valutare l'efficacia delle barriere nel loro complesso.

#### **22.4.1.1 PROVE DI LABORATORIO IN CAMERA RIVERBERANTE**

L'indice I di isolamento acustico deve essere superiore o uguale a 30 dB. Il suo valore sarà determinato secondo la norma UNI EN ISO 10140 e la UNI EN ISO 717-2:2007.

#### **22.4.1.2 PROVA DI ATTENUAZIONE IN CAMPO LIBERO SU BARRIERA NORMALIZZATA (MISURA DI "INSERTION LOSS")**

Al fine di valutare il comportamento della barriera dal punto di vista acustico dovrà essere eseguita una prova di attenuazione in campo libero in una configurazione standard con sorgente puntiforme, rispettando la metodologia indicata in seguito.

La prova va eseguita in una zona con superficie piana il più possibile riflettente (ad esempio battuto di cemento, asfalto non drenante o simili), privo di ostacoli acustici nel raggio di almeno 50 m dalla barriera,

dalle sorgenti e dai punti di misura; su autorizzazione del Committente potrà essere effettuata in un prato piano con erba o vegetazione di altezza non superiore a 5 cm.

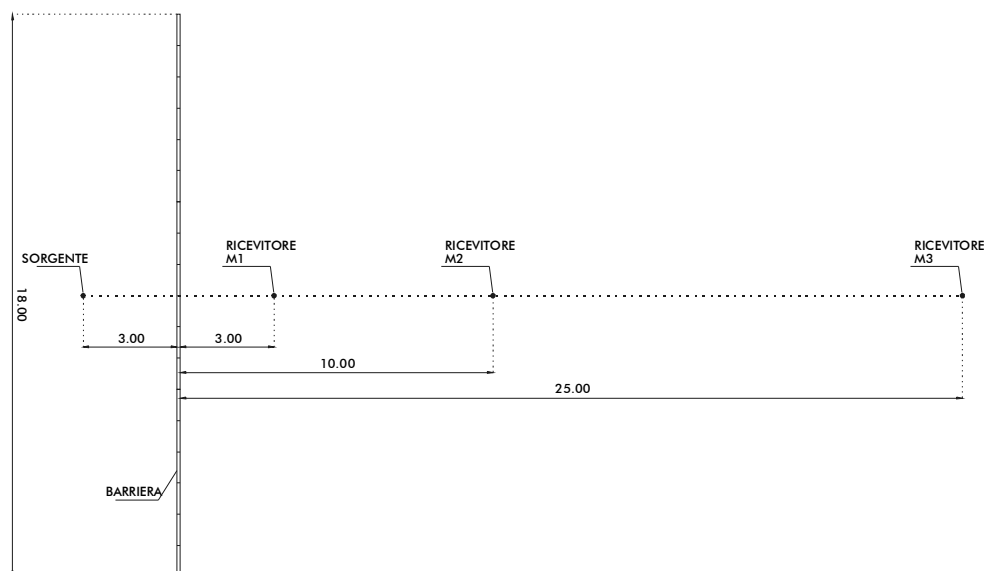
La velocità del vento nella zona di prova deve essere inferiore a  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

La barriera utilizzata per le prove, realizzata con i pannelli inseriti negli appositi montanti ed ogni altro elemento costitutivo disposto come previsto per i normali impieghi, deve avere un'altezza di 3 m ed una lunghezza di 18 m.

I pannelli della fila inferiore devono essere posati su un letto di sabbia o sul terreno vegetale livellato al fine di assicurare la necessaria ermeticità acustica nella zona di appoggio.

Le misure vanno eseguite in corrispondenza del montante centrale utilizzando una sorgente campione di rumore bianco e rosa e un ricevitore posti nelle posizioni indicate in Fig. 1.

**PLANIMETRIA SCHEMATICA**



**SEZIONE SCHEMATICA**

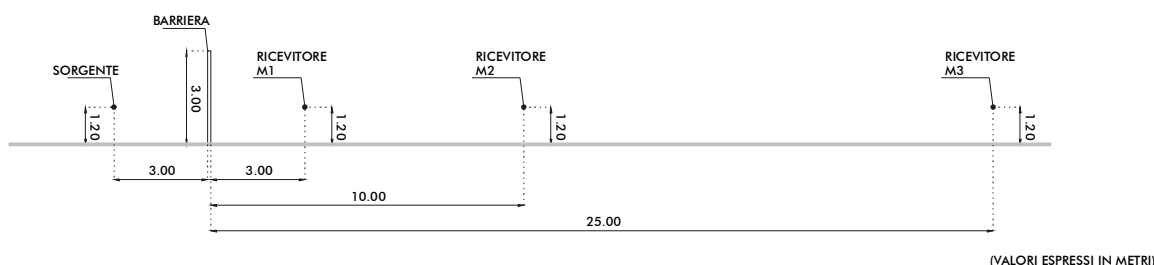


Figura 2: schema della prova in campo libero

Le misure devono essere condotte in banda d'ottava nel campo  $125 \div 4000 \text{ Hz}$  con un fonometro integratore con tempo di integrazione di almeno 10 s per ogni banda di ottava, ovvero un analizzatore in tempo reale con tempo di integrazione di almeno 30 s. E' inoltre richiesta la misura globale utilizzando il filtro di ponderazione A con tempo di integrazione di almeno 10 s.



La sorgente di rumore sarà costituita da un altoparlante con diametro inferiore o uguale a 15 cm. Le caratteristiche di direzionalità della sorgente sonora dovranno essere misurate in loco e riportate nel certificato di prova.

Le misurazioni effettuate nella prova, sia per quanto riguarda il livello totale che i livelli per le singole bande di frequenza, saranno ritenute valide solo se il livello misurato è superiore di almeno 10 dB al valore del rumore di fondo misurato nello stesso punto.

L'attenuazione sonora in campo libero è calcolata, per ognuna delle bande d'ottava e per il valore globale ponderato A, con la formula:

$$\Delta L = L_{p0} - L_p$$

dove:

$L_{p0}$  = livello di pressione sonora nella posizione di misura in assenza di barriera;

$L_p$  = livello di pressione sonora nella posizione di misura in presenza di barriera.

L'attenuazione della barriera in corrispondenza dei punti di misura dovrà essere di almeno: 22 dB(A) a 3 m, 18 dB(A) a 10 m e di 16 dB (A) a 25 m, sia per il rumore bianco sia per quello rosa. Per tali valori di attenuazione è ammessa una tolleranza massima di 4 dB(A).

Ai fini della misura le letture saranno valide solo se superiori di almeno 10 dB al valore del rumore di fondo misurato in quel punto per ciascuna banda di frequenza. Inoltre, durante le misurazioni, dovrà essere garantita l'assenza di altre fonti di rumore significative che potrebbero incidere sul rumore di fondo stesso.

Nel caso in cui la sorgente sonora sia costituita da più altoparlanti, essi dovranno avere il loro asse alla stessa altezza e il diametro dell'altoparlante maggiore non dovrà essere superiore a 0.15 m. Le curve di direttività degli altoparlanti alle varie frequenze dovranno essere misurate in loco e riportate nel verbale di misura. La sorgente dovrà essere il più possibile omnidirezionale o avere almeno una simmetria rotazionale intorno al proprio asse orizzontale rivolto verso la barriera.

Tutta la strumentazione dovrà rispondere alle caratteristiche previste dalla IEC 804 per i fonometri integratori. I filtri di banda d'ottava dovranno essere in accordo con la IEC 225. Il microfono di misura dovrà avere il diametro non maggiore di 1/2 pollice ed essere del tipo per campo libero.

Il valore dell'attenuazione sonora dovrà essere presentato in forma tabellare e grafica, rappresentando l'andamento del livello sonoro in funzione della frequenza.

#### 22.4.1.3 PROVA DI UNA BARRIERA TIPO SECONDO LA NORMA AFNOR S 31-089

Questo metodo di prova consente di individuare in campo aperto i coefficienti di fonoisolamento e di valutare il coefficiente di fonoassorbimento della barriera in funzione della frequenza. Consente di valutare sia le caratteristiche dei materiali costituenti lo schermo che la qualità della posa in opera (guarnizioni, giunzioni, montanti).

Permette di determinare le seguenti proprietà fisiche dei pannelli:

- ❖ potere fonoisolante (espresso in dB): capacità di un materiale di “opporsi” alla propagazione del rumore attraverso di esso.

*Potere fonoisolante (dB) = Livello suono diretto - Livello suono trasmesso*

- ❖ potere fonoassorbente (espresso in %): capacità di un materiale di “dissipare” l’energia sonora incidente su di esso.

*Potere fonoassorbente (%) =  $\frac{\text{Energia acustica riflessa}}{\text{Energia acustica incidente}}$*

Oltre alla valutazione delle proprietà fonoassorbenti e fonoisolanti degli schermi acustici, questa norma può permettere di identificare l’origine delle principali variazioni delle caratteristiche acustiche dello schermo in prova (fessure ad es.).

Con questa tecnica non è possibile valutare l’attenuazione totale prodotta dalla barriera nei punti disturbati (“insertion loss”), in quanto essa è fortemente influenzata anche dall’altezza, lunghezza e posizione della schermatura.

Si prescrive che la perdita locale di energia acustica per trasmissione,  $T_{LT}$  nelle bande di ottava di 1000 e 2000 Hz, deve essere maggiore o uguale a 26 dB con una tolleranza di 5 dB.

#### **22.4.2. SPECIFICHE DI MESSA IN OPERA**

L’opera dovrà essere realizzata utilizzando esclusivamente materiali che abbiano superato il processo di accettazione indicato in precedenza. Tale rispondenza, così come il corretto assemblaggio dei singoli componenti della struttura, sarà verificata durante la fase di messa in opera a cura della Direzione Lavori.

La costruzione della barriera deve risultare acusticamente ermetica, in particolare in corrispondenza dei giunti di dilatazione, delle uscite di sicurezza, dei raccordi di manufatti, ecc.

Questa proprietà deve essere assicurata mediante un corretto montaggio, senza lasciare quindi fessure o giochi fra pannello e pannello, fra pannelli e montanti e fra pannelli ed elementi di supporto di base. L’esecuzione delle opere dovrà rispettare i vincoli indicati sui disegni tipologici allegati.

La verifica acustica di corretta installazione si esegue secondo i criteri descritti nel capitolo 4.1.3 (prova con metodo impulsivo secondo la norma AFNOR S 31-089) sulla barriera dimensionata in fase di progetto.

La perdita locale di energia acustica per trasmissione,  $T_{LT}$  rilevata in opera nelle bande d’ottava di 1000 e 2000 Hz deve risultare maggiore o uguale ai valori riscontrati nella prova AFNOR S 31-089 eseguita per la fase di accettazione, detratti di una tolleranza di 5 dB.

Questa prova sarà a carico del fornitore/installatore ed eseguita da un istituto riconosciuto idoneo dalle parti. Sarà condotta sotto la responsabilità del direttore dei lavori che provvederà a farla eseguire a spot in vari punti con particolare attenzione a quelle zone con pezzi speciali (porte di ispezione, posti telefonici, ecc.).

I risultati di questa prova saranno confrontati con quelli ottenuti nella fase di prequalifica della barriera per rilevare le eventuali contraddizioni e/o situazioni anomale.

## **22.5. BIOMURI: CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ED ACUSTICHE**

I biomuri sono costituiti da strutture a sezione trapezoidale o rettangolare, formate da un reticolo portante spaziale tridimensionale, drenante, realizzato mediante sovrapposizione di appositi elementi prefabbricati in c.a.v. o in legno opportunamente trattato, in modo da formare dei contenitori aventi larghe superfici aperte al cui interno viene insilato del materiale inerte terroso, che permette l'impianto di essenze vegetali rampicanti e/o cespugli.

Possono anche essere posati in modo da formare un muro di sostegno, disposto in adiacenza all'infrastruttura stradale, che sostiene un terrapieno che si ricongiunge dal lato opposto, con varie forme e pendenze, al piano campagna.

La realizzazione del muro consiste nella fornitura e posa in opera degli elementi prefabbricati, comprese le basi di appoggio, il riempimento con il terreno, il rinverdimento effettuato con essenze resistenti e sempreverdi, nonché tutte le opere ed i lavori necessari per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

La struttura normalmente risulta composta da spazi aperti o nicchie esposte all'acqua piovana ma deve essere attentamente valutata la necessità di un sistema di irrigazione da alimentare in modo opportuno.

### **22.5.1. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

I materiali che costituiscono l'opera di sostegno del biomuro sono:

1. elementi che formano il reticolo di sostegno, che possono essere:
  - prefabbricati in c.a.v.;
  - in legno trattato.
2. Terreno di riempimento.

Gli elementi di sostegno ed il terreno di riempimento occorrente per la costruzione delle opere dovranno risultare rispondenti ai requisiti di cui ai punti seguenti.

### 22.5.1.1 CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI PREFABBRICATI

Gli elementi prefabbricati costituenti il muro devono essere modulari e vincolabili, atti a qualsivoglia configurazione planimetrica, comprese le curvilinee, e devono permettere la realizzazione dell'opera con paramento verticale o a scarpa.

Importante è la giusta valutazione della proporzione tra quantità di terreno e di cemento armato; inoltre, visto che il cemento armato riflette l'energia sonora, nel formare il paramento esposto del manufatto si deve fare in modo di ridurre al minimo indispensabile la struttura in cemento armato a vista infittendo quanto più possibile la vegetazione oppure rivestendo le superfici esposte in modo che risultino almeno parzialmente fonoassorbenti.

Le dimensioni e la forma geometrica di questi elementi prefabbricati variano sia per la funzione da loro esplicata nell'ambito della struttura reticolare, sia per le diverse esigenze produttive delle case costruttrici; in ogni caso i singoli elementi dovranno presentare gli appositi alloggiamenti necessari per garantire il loro incastro durante la realizzazione del muro, e dovranno rispettare i requisiti riportati nella specifica e nei disegni di progetto.

Le caratteristiche geometriche degli elementi e le modalità esecutive della struttura dovranno essere tali da impedire la fuoriuscita del materiale di riempimento.

La struttura reticolare così formata deve avere una modularità costante, componibile tridimensionalmente, in modo da poter realizzare muri cellulari di sezione anche variabile il cui peso, al netto del materiale di riempimento, dovrà essere non inferiore a 300 Kg/m<sup>3</sup>.

La configurazione e le dimensioni delle opere da realizzare si uniformeranno ai disegni di progetto allegati o che in corso d'opera saranno forniti dalla D.L.

Gli elementi del muro cellulare sono prefabbricati mediante specifico macchinario che consente la produzione a sformo immediato, ovvero ad immediata scasseratura dell'elemento prefabbricato, subito dopo l'esecuzione delle operazioni di getto e di vibratura.

Particolare cura deve essere adottata nella fondazione degli elementi principali portanti specialmente se si sta operando sui bordi dei rilevati: si potranno utilizzare micropali stabilizzati o fondazioni a platea, a seguito degli opportuni calcoli statici.

Detti elementi prefabbricati, prodotti in dimensioni e forma diverse a seconda delle funzioni esplicate nell'ambito della struttura, devono avere una adeguata armatura metallica, secondo le norme tecniche costruttive relative alle opere di calcestruzzo armato di cui alla Legge 5.11.1971 n. 1086 e successive modificazioni, e una resistenza caratteristica del conglomerato cementizio a 28 gg  $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$  (se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08 ) al fine di poter sostenere tutte le sollecitazioni derivanti dalle spinte delle terre sia interne che esterne in zona sismica di prima categoria.

I materiali che costituiscono i singoli elementi prefabbricati devono avere le seguenti caratteristiche:

Caratteristica	Esigenza
Barre e reti elettrosaldate di armatura	Acciaio B450C controllato o B450A controllato.

Tipo di cemento	325 o superiore, dosato a 400 kg/m <sup>3</sup> impasto
Rapporto acqua/cemento	0.45
Vibratura	9000 Hz
Resistenza alla compressione	R <sub>ck</sub> ≥ 35 N/mm <sup>2</sup> (350 kgf/cm <sup>2</sup> ) se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08

Prima dell'inizio dei lavori la D.L. si riserva la facoltà di accettare l'idoneità (dimensionale e costruttiva) degli elementi componenti la struttura.

La stessa confermerà e/o preciserà, all'atto esecutivo le caratteristiche dimensionali e costruttive nel loro insieme e le modalità di realizzazione dei lavori.

É facoltà del Committente, infatti la possibilità di apportare ai lavori le variazioni od aggiunte che reputa necessarie nell'interesse della buona riuscita e dell'economia dei lavori, senza che l'Appaltatore possa trarne motivi per avanzare pretesa di compensi od indennizzi di qualsiasi natura e specie non stabiliti nei Capitolati d'Appalto.

#### 22.5.1.2 CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI IN LEGNO TRATTATO

La gabbia in legno deve essere costituita da elementi modulari a incastro trattati con miscela preservante CCA, a carico di ritenzione di 16 l/m<sup>3</sup>, densità umida di 8 kN/m<sup>3</sup>.

#### 22.5.1.3 CARATTERISTICHE DEL TERRENO DI RIEMPIMENTO

I migliori valori di fonoassorbimento si ottengono con composta completamente matura, terra vegetale ricca di humus o con miscuglio di queste due terre. Un terriccio completamente maturo oltre ad aumentare la caratteristica fonoassorbente permette una vegetazione permanente. La premessa da soddisfare è il tenore di sostanze organiche convertibili e, come già accennato, un elevato tenore di humus.

Le caratteristiche di un terriccio completamente fermentato che determinano la sua particolare attitudine come materiale di riempimento sono le seguenti:

- elevata percentuale di sostanza organica per il bilancio dell'humus;
- elevato volume delle porosità;
- elevato ritenimento idrico;
- elevato contenuto di organismi del terreno;
- quote di elementi principali ed oligoelementi;
- elevata capacità di scambio di ioni (potere di fissare le sostanze nutritive);
- insensibile all'erosione;
- insensibile agli assestamenti del terreno;

- buona ventilazione.

Resta stabilito che tutte le pratiche e gli oneri inerenti al reperimento del materiale, comprese l'eventuale ricerca, occupazione, apertura e gestione cave sono a carico esclusivo dell'Impresa fornitrice, rimanendo il Committente sollevato dalle conseguenze di qualsiasi difficoltà che la stessa potesse incontrare a tale riguardo; questa dovrà indicare, al momento della consegna dei lavori, le cave o i fornitori di cui intende servirsi che, a loro volta, dovranno essere adeguate e capaci a fornire in tempo utile tutto il materiale necessario ai lavori, che soddisfi le prescritte caratteristiche. L'Impresa fornitrice resta responsabile di fornire il quantitativo e di garantire la qualità dei materiali necessari al normale avanzamento dei lavori, anche se, per far fronte a tale impegno dovessero cambiare la natura del materiale oppure la cava o il fornitore; tutto ciò senza che l'Impresa fornitrice possa accampare pretese di speciali compensi o di indennità.

Nessuno speciale compenso od indennità potrà richiedere l'Impresa fornitrice in conseguenza delle maggiori spese o difficoltà che potrà incontrare in questo campo per la completa osservanza delle norme di legge o delle maggiori prescrizioni che potessero dettare le autorità competenti.

### **22.5.2. ESSENZE VEGETALI**

Le piante in essi contenute possono essere scelte in base ai seguenti criteri (da Stern e Partner, Architetti del paesaggio, Zurigo):

- Tipo di paesaggio circostante:
  - nell'area urbana;
  - fuori dall'area urbana, cioè in un paesaggio naturale;
  - vicino a vegetazione di:
    - piante indigene, cioè piante di naturale/spontanea crescita;
    - piante antropogene esotiche o importate da altre regioni o continenti.
- Condizioni microclimatiche:
  - generali condizioni geografiche e climatiche;
  - condizioni particolari nel muro;
  - posizione del muro (parte superiore, media o bassa);
  - tipo di terra, miscuglio di terra;
  - esposizione al sole, all'ombra, al vento e influenza della pioggia.
- Limitata possibilità di cubatura:
  - luogo trafficato, spazio limitato particolarmente nella parte bassa, molto vento dovuto al passaggio del traffico/auto;
  - lato esterno confinante direttamente con la strada.
- Piante raggruppate nelle aree:
  - area con piante sempreverdi;

- area di piccoli cespugli;
- area con tipi di piante rampicanti o cascanti;
- aree con piante a crescita bassa che coprono la superficie della terra;
- area con piante grasse di piccola crescita.
- Esposizione rispetto al paesaggio:
  - dominante aree di priorità/importanti;
  - associato a piante per colmare/riempire il buco/squarcio di frane.

### **22.5.3. SPECIFICHE DI ACCETTAZIONE**

La fase di accettazione consiste nella certificazione preventiva dei materiali; per quanto riguarda la fornitura degli elementi modulari prefabbricati e in legno, l'Impresa fornitrice è tenuta a produrre adeguata certificazione che ne comprovi le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Per l'accettazione del terreno di riempimento, in considerazione dei requisiti previsti in progetto, la D.L. potrà richiedere l'esecuzione di analisi granulometriche, limiti di Attenberg e prove di taglio diretto con scatola di Casagrande.

Dopo la messa in opera di ogni strato la D.L. potrà richiedere la verifica del grado di costipamento mediante prove di controllo della densità in sito e della densità di riferimento in laboratorio. Le prove geotecniche in sito ed in laboratorio dovranno essere eseguite da un laboratorio ufficiale approvato dalla D.L.

### **22.5.4. CARATTERISTICHE ACUSTICHE**

Dal punto di vista delle caratteristiche acustiche la fase di accettazione è distinta in due momenti: il primo riguardante le prove di laboratorio in camera riverberante; il secondo riguardante prove su campioni di barriera in campo aperto ed in condizioni normalizzate.

Le prove sono a carico del costruttore/fornitore che deve certificare l'efficacia acustica del manufatto facendo eseguire presso un Istituto abilitato (riconosciuto da Ente Pubblico competente) una serie di test che rispondano ai requisiti di accettazione fonici. I relativi certificati debbono essere accompagnati da una dichiarazione del Laboratorio che attesti che nell'ambito delle norme e prescrizioni relative siano state rispettate le metodologie standard di esecuzione.

#### **22.5.4.1 PROVE DI LABORATORIO IN CAMERA RIVERBERANTE**

L'indice I di isolamento acustico deve essere superiore o uguale a 24 dB. Il suo valore sarà determinato secondo la norma dalla UNI EN ISO 10140 e la UNI EN ISO 717-1:2007 e successivi aggiornamenti.

Le proprietà fonoassorbenti dei materiali saranno valutate mediante la determinazione del coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha$  secondo la norma UNI EN ISO 354:2003.

I pannelli aventi la capacità di assorbire l'energia acustica incidente sono classificati in due categorie, da scegliersi in base alle condizioni di impiego:

- TIPO I: ad elevato potere fonoassorbente;
- TIPO II: a medio potere fonoassorbente.

Essi devono garantire, alle varie frequenze centrali di banda d'ottava, i seguenti valori minimi del coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha$ , in riferimento alla norma UNI EN ISO 354:2003 e successivi aggiornamenti:

- TIPO I: ad elevato potere fonoassorbente:

Frequenza (Hz)	Coefficiente $\alpha$
125	0.40
250	0.70
500	0.80
1000	0.80
2000	0.80
4000	0.75

- TIPO II: a medio potere fonoassorbente:

Frequenza (Hz)	Coefficiente $\alpha$
125	0.35
250	0.40
500	0.50
1000	0.60
2000	0.55
4000	0.50

La Norma UNI EN ISO 354:2003 se da una parte prevede che le misure siano effettuate in 1/3 di ottava, dall'altra fornisce, invece, le tabelle di confronto con dati in ottave: è chiaro che per il raffronto bisognerà mediare i tre valori dei tre terzi per ottenere il corrispondente valore in ottava.

Nel caso di elementi biassorbenti i campioni saranno provati separatamente sulle due facce.



#### 22.5.4.2 PROVA DI ATTENUAZIONE IN CAMPO LIBERO SU BARRIERA NORMALIZZATA (MISURA DI "INSERTION LOSS")

Al fine di valutare il comportamento della barriera dal punto di vista acustico dovrà essere eseguita una prova di attenuazione in campo libero in una configurazione standard con sorgente puntiforme, rispettando la metodologia indicata in seguito.

La prova va eseguita in una zona con superficie piana il più possibile riflettente (ad esempio battuto di cemento, asfalto non drenante o simili), privo di ostacoli acustici nel raggio di almeno 50 m dalla barriera, dalle sorgenti e dai punti di misura; su autorizzazione del Committente potrà essere effettuata in un prato piano con erba o vegetazione di altezza non superiore a 5 cm.

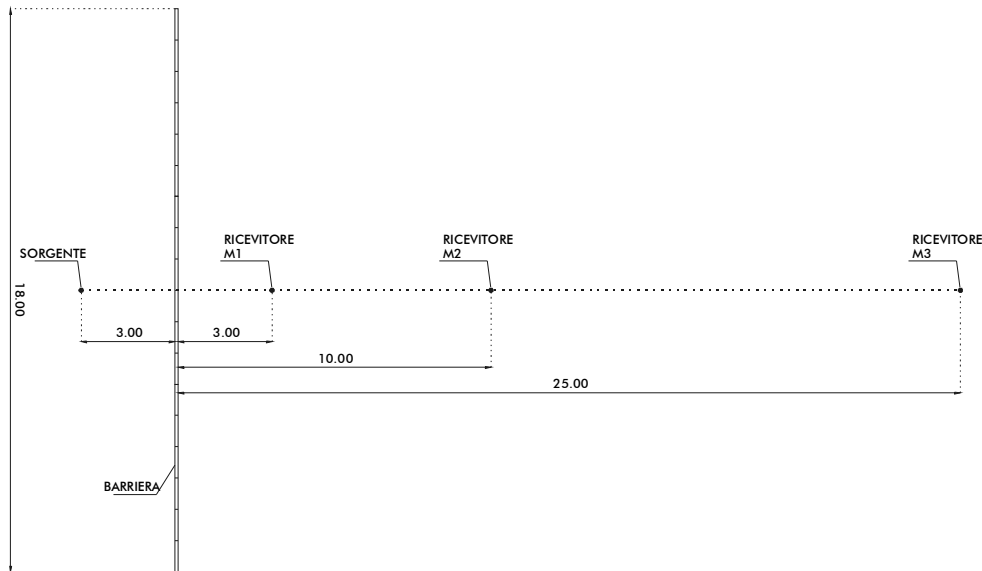
La velocità del vento nella zona di prova deve essere inferiore a  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

La barriera utilizzata per le prove, realizzata con i pannelli inseriti negli appositi montanti ed ogni altro elemento costitutivo disposto come previsto per i normali impieghi, deve avere un'altezza di 3 m ed una lunghezza di 18 m.

I pannelli della fila inferiore devono essere posati su un letto di sabbia o sul terreno vegetale livellato al fine di assicurare la necessaria ermeticità acustica nella zona di appoggio.

Le misure vanno eseguite in corrispondenza del montante centrale utilizzando una sorgente campione di rumore bianco e rosa e un ricevitore posti nelle posizioni indicate in Fig. 3.

**PLANIMETRIA SCHEMATICA**



**SEZIONE SCHEMATICA**

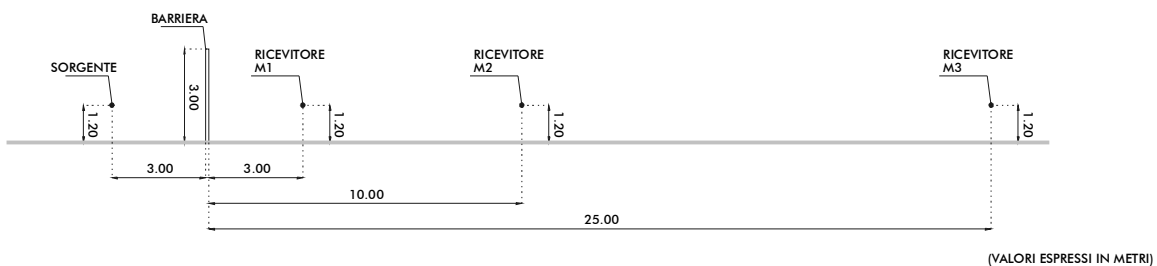


Figura 3: schema della prova in campo libero

Le misure devono essere condotte in banda d'ottava nel campo 125 ÷ 4000 Hz con un fonometro integratore con tempo di integrazione di almeno 10 s per ogni banda di ottava, ovvero un analizzatore in tempo reale con tempo di integrazione di almeno 30 s. E' inoltre richiesta la misura globale utilizzando il filtro di ponderazione A con tempo di integrazione di almeno 10 s.

La sorgente di rumore sarà costituita da un altoparlante con diametro inferiore o uguale a 15 cm. Le caratteristiche di direzionalità della sorgente sonora dovranno essere misurate in loco e riportate nel certificato di prova.

Le misurazioni effettuate nella prova, sia per quanto riguarda il livello totale che i livelli per le singole bande di frequenza, saranno ritenute valide solo se il livello misurato è superiore di almeno 10 dB al valore del rumore di fondo misurato nello stesso punto.

L'attenuazione sonora in campo libero è calcolata, per ognuna delle bande d'ottava e per il valore globale ponderato A, con la formula:

$$\Delta L = L_{p0} - L_p$$

dove:

$L_{p0}$  = livello di pressione sonora nella posizione di misura in assenza di barriera;

$L_p$  = livello di pressione sonora nella posizione di misura in presenza di barriera.

L'attenuazione della barriera in corrispondenza dei punti di misura dovrà essere di almeno: 22 dB(A) a 3 m, 18 dB(A) a 10 m e di 16 dB (A) a 25 m, sia per il rumore bianco sia per quello rosa. Per tali valori di attenuazione è ammessa una tolleranza massima di 4 dB(A).

Ai fini della misura le letture saranno valide solo se superiori di almeno 10 dB al valore del rumore di fondo misurato in quel punto per ciascuna banda di frequenza. Inoltre, durante le misurazioni, dovrà essere garantita l'assenza di altre fonti di rumore significative che potrebbero incidere sul rumore di fondo stesso.

Nel caso in cui la sorgente sonora sia costituita da più altoparlanti, essi dovranno avere il loro asse alla stessa altezza e il diametro dell'altoparlante maggiore non dovrà essere superiore a 0.15 m. Le curve di direttività degli altoparlanti alle varie frequenze dovranno essere misurate in loco e riportate nel verbale di misura. La sorgente dovrà essere il più possibile omnidirezionale o avere almeno una simmetria rotazionale intorno al proprio asse orizzontale rivolto verso la barriera.

Tutta la strumentazione dovrà rispondere alle caratteristiche previste dalla IEC 804 per i fonometri integratori. I filtri di banda d'ottava dovranno essere in accordo con la IEC 225. Il microfono di misura dovrà avere il diametro non maggiore di ½ pollice ed essere del tipo per campo libero.

Il valore dell'attenuazione sonora dovrà essere presentato in forma tabellare e grafica, rappresentando l'andamento del livello sonoro in funzione della frequenza.

#### **22.5.5. SPECIFICHE DI MESSA IN OPERA**

L'opera dovrà essere realizzata utilizzando esclusivamente materiali che abbiano superato il processo di accettazione indicato in precedenza. Tale rispondenza, così come il corretto assemblaggio dei singoli componenti della struttura, sarà verificata durante la fase di messa in opera a cura della Direzione Lavori.

La costruzione della barriera deve risultare acusticamente ermetica, in particolare in corrispondenza dei giunti di dilatazione, delle uscite di sicurezza, dei raccordi di manufatti, ecc.

Questa proprietà deve essere assicurata mediante un corretto montaggio degli elementi e un corretto insilaggio del terreno, nonché mediante l'impianto di adeguate essenze vegetali rampicanti e/o cespugli.

L'esecuzione delle opere dovrà rispettare i vincoli indicati sui disegni tipologici allegati.

#### **22.5.6. ELEMENTI ANTIDIFFRATIVI: CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ED ACUSTICHE**

L'efficacia in sito di uno schermo acustico è, in gran parte, limitata dal fenomeno della diffrazione sullo spigolo superiore: per ridurre questo fenomeno è possibile installare sulla sommità di barriere antifoniche o su manufatti esistenti degli appositi dispositivi antidiffrittivi.

Tali dispositivi consentono, grazie alle loro caratteristiche di fonoassorbenza, di ridurre l'altezza di una qualsiasi barriera con benefici economici e di impatto ambientale.

#### 22.5.6.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Gli apparecchi antidiffrattivi sono normalmente realizzati in elementi lineari con le seguenti caratteristiche:

- Elemento esterno: è costituito da componenti in lamiera di acciaio zincato o di alluminio opportunamente sagomati e forati.
- Elemento interno fonoisolante: è costituito un elemento tubolare in acciaio zincato di adeguato spessore.
- Materiale fonoassorbente: interposto tra i due elementi interno ed esterno, è costituito da lana minerale.
- Coprigiunti ed elementi terminali: consentono la giunzione e la chiusura dei dispositivi antidiffrattivi.
- Strutture di sostegno: consentono il fissaggio dei dispositivi antidiffrattivi alle barriere o ad altri manufatti.

I componenti in acciaio zincato e in alluminio, così come i materiali fonoassorbenti devono essere conformi a quanto richiesto per le parti omologhe dei pannelli fonoassorbenti metallici (si vedano i paragrafi ..e..) per quanto riguarda caratteristiche meccaniche, di durezza, di protezione dalla corrosione, ecc.

#### 22.5.6.2 CARATTERISTICHE ACUSTICHE

L'importanza del fenomeno della diffrazione dipende dalla localizzazione della sorgente acustica e del punto di misura rispetto allo schermo acustico.

Quindi, contrariamente alla trasmissione e all'assorbimento, la diffrazione non è una caratteristica intrinseca: così le distanze relative sorgente-schermo e schermo-punto di misura, hanno una notevole importanza nei confronti della prestazione del sistema antidiffrattivo provato.

Peraltro è molto importante essere in grado di caratterizzare questo fenomeno in condizioni di riferimento al fine di consentire da una parte la qualificazione in fabbrica e dall'altra il confronto dei prodotti in condizioni simili.

Come è stato detto la diffrazione non è una caratteristica intrinseca del materiale, perciò è necessario analizzare il contesto in cui la barriera sarà messa in opera: inserita come rialzo della barriera (ed esempio su una barriera esistente), mantenendo fissa l'altezza massima oppure ancora dimensionando la barriera di efficacia equivalente nel caso di nuove barriere.

Le tre tipologie di analisi sono mostrate nello schema:

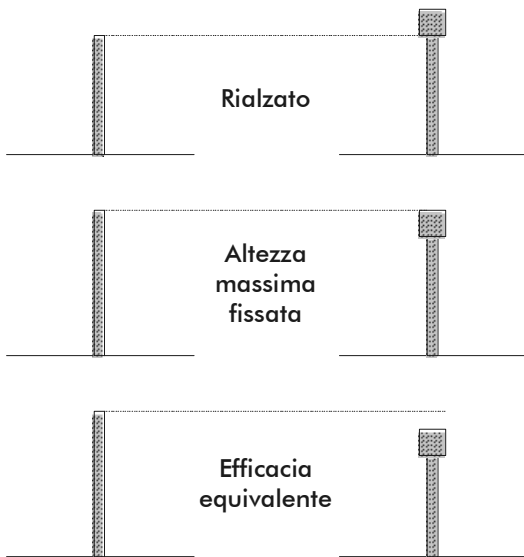


Figura 4 tipologie di analisi sugli elementi antidiffrattivi

### 22.5.6.3 METODOLOGIA DI PROVA

La metodologia di prova descritta segue la prima tipologia di analisi.

La prova consiste nell'adottare il metodo impulsivo (largamente sperimentato in Francia), al fine di determinare il parametro IL (*Insertion Loss*, perdita di energia in diffrazione):

$$IL_{AD} = IL_1 - IL_2$$

dove:

$IL_1$  = attenuazione della barriera con l'aggiunta dell'elemento antidiffrattivo

$IL_2$  = attenuazione ottenuta dalla sola barriera

$IL_1$  e  $IL_2$  sono ottenuti dalla formula:

$$IL = 20 \cdot \log\left(\frac{P_d}{P_i}\right) - 20 \cdot \log\left(\frac{d_2}{d_1}\right)$$

dove:

$P_d$  = pressione acustiche diffratta dallo spigolo superiore

$P_i$  = pressione acustica incidente

$d_1$ ,  $d_2$  = distanze sorgente–microfono secondo il seguente schema:

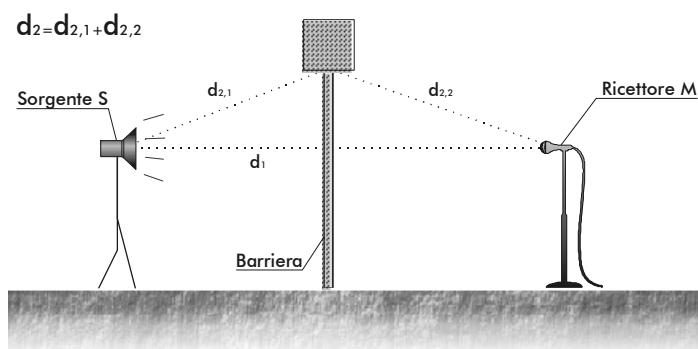


Figura 5: schema per il calcolo dei valori di IL

Il parametro  $IL$  è di solito positivo: ciò vuol dire che l'inserimento del dispositivo antidiffrattivo permette normalmente di ottenere una diminuzione di livello sonoro al di là dello schermo; può essere negativo in alcuni casi marginali.

La sorgente sonora è costituita da un generatore di rumore rosa in un campo di frequenza compreso fra 100 e 5000 Hz.

L'efficacia in diffrazione dipende fortemente dalla frequenza, come la trasmissione (debole alle basse frequenze e forte alle alte frequenze), e anche dall'altezza del microfono rispetto allo schermo.

#### 22.5.6.4 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROVA

La prova consiste nel mettere in opera uno o più pannelli preferibilmente in calcestruzzo in modo da formare una barriera lunga 8 m, come indicato sullo schema in Fig. 6.

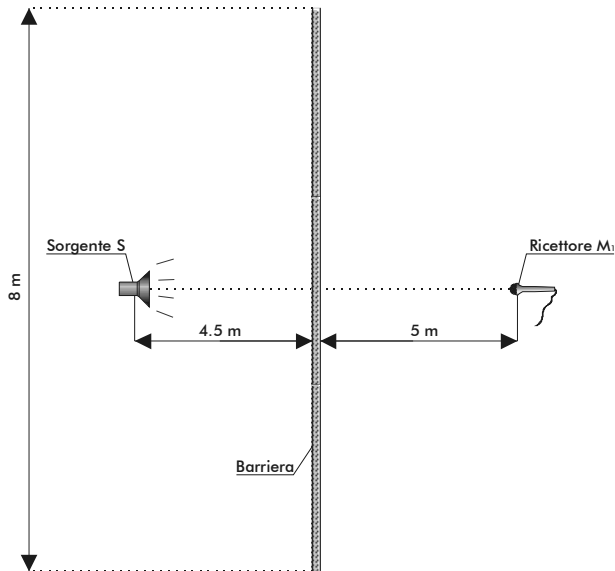
Lo spazio davanti e dietro dovrà essere libero per permettere il posizionamento dei microfoni.

La prova va eseguita in una zona con superficie piana il più possibile riflettente (ad esempio battuto di cemento, asfalto non drenante o simili), privo di ostacoli acustici nel raggio di almeno 50 m dalla barriera, dalle sorgenti e dai punti di misura; su autorizzazione del Committente potrà essere effettuata in un prato piano con erba o vegetazione di altezza non superiore a 5 cm.

L'altezza della barriera deve essere di 3 m al fine di conservare la coerenza con le misure di trasmissione e di assorbimento.

E necessario ripetere l'esperimento per almeno 5 altezze dei microfoni in modo da avere una caratterizzazione completa dell'irraggiamento acustico

PLANIMETRIA SCHEMATICA



SEZIONE SCHEMATICA

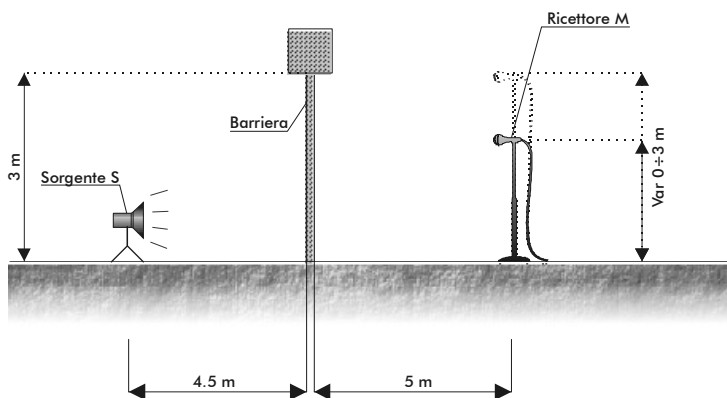


Figura 6: schema della prova su elementi antidiffattivi

## 22.6. ALTRI TIPI DI SCHEMI ACUSTICI

### 22.6.1. RIMODELLAMENTI MORFOLOGICI

I rimodellamenti morfologici utilizzati come barriere al rumore emesso dall'infrastruttura stradale possono essere realizzati per mezzo di:

- terrapieni a pendenza naturale;

– strutture in terra rinforzata o geosacchi.

Le barriere di questo tipo sono chiamate anche naturali perché in esse l'elemento naturale (terra, vegetazione, humus) assolve sia al ruolo funzionale che alla funzione estetica.

#### 22.6.1.1 TERRAPIENI A PENDENZA NATURALE

I terreni a pendenza naturale integrati da vegetazione presentano ottime prestazioni acustiche e di inserimento paesaggistico, ma hanno lo svantaggio di una notevole occupazione planimetrica e di richiedere una grande quantità di materiale: per queste ragioni è una tecnologia conveniente solo se viene prevista fin dalle prime fasi di progettazione dell'infrastruttura.

Il terrapieno deve essere progettato secondo calcoli di stabilità sviluppati sulla base delle caratteristiche geotecniche del terreno da utilizzare per il rilevato e dovrà essere realizzato secondo la conseguente configurazione;

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione di scavi e sbancamenti, di preparazione o sagomatura dei pendii, nonché la eventuale predisposizione di elementi drenanti alla base, il reperimento del materiale costituente il rilevato, il ciclo di idrosemina ed ogni altra categoria accessoria di lavoro si rimanda alle prescrizioni della sezione "opere in verde" del presente Capitolato.

Il terreno di riempimento può provenire sia da scavi precedentemente eseguiti, sia da cave di prestito, e dovrà appartenere ai gruppi A1-a, A3, A2-4 e A2-5 della classificazione UNI EN 13242, UNI EN 13285, UNI EN ISO 14688-1 con esclusione di pezzature superiori a 25 cm. I gruppi A2-6 A2-7 potranno essere impiegati purché l'indice plastico  $I_p$  sia inferiore a 30; per i materiali con passante al setaccio n. 200 (0.0074 mm) maggiore del 35% è necessario che il passante ai 20 micron (0.020 mm) sia inferiore al 40% e l'indice plastico  $I_p < 30$ .

Qualora siano richiesti particolari capacità drenanti al manufatto, il materiale dovrà appartenere alla classi A1, A3.

In ogni caso saranno esclusi i materiali che, presentino angoli di resistenza al taglio minori di quelli previsti in progetto e comunque inferiori a 25°; il peso di volume del terreno di riempimento dovrà essere superiore a 1.7 t/m<sup>3</sup>.

#### 22.6.1.2 STRUTTURE IN TERRA RINFORZATA

Il rimodellamento morfologico consiste nella realizzazione di rilevato o terrapieno a scarpata stabilizzata, con paramento esterno rinverdito, armato mediante manufatti a struttura regolare detti "geogriglie", costituiti da polietilene ad alta densità o polipropilene stabilizzato od altri polimeri, aventi elevata resistenza meccanica, chimica e fisica e stabilizzati all'azione di raggi U.V., con inclinazione fino a 90° rispetto al piano orizzontale.



Il terrapieno deve essere progettato secondo calcoli di stabilità sviluppati sulla base delle caratteristiche geotecniche del terreno da utilizzare per il rilevato e dovrà essere realizzato secondo la conseguente configurazione. La tipologia e le caratteristiche meccaniche delle georeti nonché il loro posizionamento dovranno essere conformi alle risultanze dei calcoli sviluppati.

La realizzazione avverrà mediante formazione di strati successivi con sequenze ripetitive di posa della geogriglia, stesa e compattamento del materiale a strati sovrapposti ognuno di altezza non superiore a 25 cm.

Le geogriglie da impiegarsi dovranno avere una struttura regolare formata dalla stiratura mono-biassiale di un foglio continuo ed avere aperture, geometria, costole e giunzioni nelle sezioni di incrocio tali da permettere un significativo collegamento meccanico con il materiale da rinforzare. Dovranno inoltre avere una elevata rigidità a flessione ed un elevato modulo elastico in relazione al materiale da rinforzare, ed una elevata continuità della resistenza elastica lungo tutte le costole e giunzioni della struttura.

Le geogriglie dovranno essere resistenti al degrado dovuto ai raggi ultravioletti, ai danneggiamenti durante una normale posa in opera, ed a tutte le forme di degrado chimico o biologico normalmente incontrate nel materiale che deve essere consolidato. Il livello di sollecitazione e le caratteristiche delle geogriglie dovranno essere certificate per una vita di oltre 120 anni.

Per le modalità di esecuzione di scavi e sbancamenti, di preparazione o sagomatura dei pendii, nonché per la eventuale predisposizione di elementi drenanti alla base si rimanda alle disposizioni della sezione "Movimenti di Terra" del presente Capitolato.

Il terreno di riempimento può provenire sia da scavi precedentemente eseguiti, sia da cave di prestito, e dovrà appartenere ai gruppi A1-a, A3, A2-4 e A2-5 della classificazione UNI EN 13242, UNI EN 13285, UNI EN ISO 14688-1 con esclusione di pezzature superiori a 25 cm. I gruppi A2-6 A2-7 potranno essere impiegati purché l'indice plastico  $I_p$  sia inferiore a 30; per i materiali con passante al setaccio n. 200 (0.0074 mm) maggiore del 35% è necessario che il passante ai 20 micron (0.020 mm) sia inferiore al 40% e l'indice plastico  $I_p < 30$ . Qualora siano richiesti particolari capacità drenanti al manufatto, il materiale dovrà appartenere alla classi A1, A3.

In ogni caso saranno esclusi i materiali che, presentino angoli di resistenza al taglio minori di quelli previsti in progetto e comunque inferiori a 25°; il peso di volume del terreno di riempimento dovrà essere superiore a  $1.7 \text{ t/m}^3$ .

Una variante di questo sistema consiste nell'utilizzo dei "geosacchi": si procede alla realizzazione di una parete con sacchi sovrapposti di tessuto non tessuto riempiti di miscela di terreno vegetale e concimi. Il lato della parete rivolto verso l'infrastruttura potrà essere quasi verticale mentre l'altro lato formerà con il piano d'appoggio un angolo acuto.

Le superfici esterne delle pareti saranno adeguatamente trattate al fine di ottenere un rivestimento vegetante in un periodo massimo di 180 giorni.

Le modalità costruttive e la conformazione del terrapieno consentono di considerare questo tipo di barriera come una struttura monolitica appoggiata al suolo, quindi dovranno essere verificate le consuete condizioni

di stabilità al ribaltamento, allo scivolamento e allo schiacciamento. La scarpata o il rilevato stradale dovranno essere predisposti alla posa dei geosacchi mediante livellamento e/o gradonatura. Alla base del piano di posa potranno essere realizzati drenaggi longitudinali per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche per impedire il ruscellamento della scarpata.

Il sacco contiene terriccio di alta qualità con l'aggiunta di semi di varie essenze, oligoelementi ed attivanti della flora batterica. L'involucro è costituito da tessuto non tessuto imputrescibile, cucito a forma di sacco e con numerosi tagli per consentire una migliore germinazione e la fuoriuscita delle plantule. Le dimensioni e il peso di ciascun geosacchetto devono consentire una facile lavorabilità al fine di un'agevole costruzione della barriera.

### **22.6.2. BARRIERE VEGETALI (FASCE BOScate)**

Le barriere vegetali sono schermature costituite da vegetazione specializzata per tipo di essenza e sesto di impianto, le quali, pur in misura modesta, consentono di deviare, assorbire, riflettere e rifrangere il rumore.

Esse sono costituite da uno o più filari di arbusti e/o alberi, preferibilmente della famiglia dei sempreverdi, impiantati ad una distanza tale da consentire una regolare crescita delle stesse.

Per la scelta della tipologia di piante e la modalità di esecuzione e manutenzione si rimanda alle disposizioni riportate nella sezione opere a verde.

## **22.7. ALTRI TIPI DI INTERVENTO**

---

### **22.7.1. INTERVENTI PER RIDURRE IL RUMORE EMESSO DAL TRAFFICO**

#### **22.7.1.1 PAVIMENTAZIONI ANTIRUMORE**

Le pavimentazioni antirumore sono classificate secondo le seguenti tipologie:

- microtappeti realizzati con conglomerati bituminosi aventi granulometria fine o molto fine ed inerti porosi, oppure tramite trattamenti superficiali a base di resina epossidica;
- rivestimenti con conglomerati bituminosi drenanti, di spessore sottile (da 3 a 8 cm) e porosità variabile costituiti da una miscela di pietrischetti frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con bitume modificato;
- rivestimenti con conglomerati bituminosi drenanti o conglomerati di calcestruzzo poroso, di spessore medio-alto (da 15 a 50 cm) e porosità crescente dal basso verso l'alto;

- pavimentazioni eufoniche costituite da uno strato di conglomerato bituminoso drenante di spessore 4÷6 cm posto al di sopra di una piastra continua in conglomerato di cemento armato comprendente elementi idonei a migliorare l'assorbimento alle basse frequenze.

Le caratteristiche di assorbimento acustico delle pavimentazioni ad effetto antirumore potranno essere verificate con i seguenti metodi:

- in laboratorio applicando il metodo ad onde stazionarie (attrezzatura denominata "tubo di Kundt") in condizioni di incidenza normale su carote di 10 cm di diametro, prelevate in situ dopo il 15° giorno dalla stesa del conglomerato
- in situ applicando il metodo dell'impulso riflesso (Norme ISO 11819-1, ISO 13472-1 e 2 per misure in situ) con una incidenza radente di 30°.

#### 22.7.1.2 GIUNTI SILENZIOSI

Si definiscono giunti silenziosi i giunti che generano incrementi del livello sonoro equivalente, rispetto ai tratti adiacenti, inferiori ai seguenti valori:

Giunti a piccola escursione (<50 mm)	
Tipo di veicolo	dB(A)
Leggero	1,5
Pesante	2,0

Giunti a grande escursione (>50 mm)	
Tipo di veicolo	dB(A)
Leggero	2,5
Pesante	3,0

#### 22.7.2. RIVESTIMENTI FONOASSORBENTI IN GALLERIA

L'intervento consiste nella posa di pannelli prefabbricati in calcestruzzo con spessore di 10 ÷ 20 cm. Nella parte superiore i pannelli saranno opportunamente sagomati in modo da poter ottenere l'alloggiamento per il corpo illuminante ed una piccola plancia per l'appoggio dei cavi di alimentazione delle lampade stesse e di tutte le apparecchiature elettriche necessarie.

La superficie in vista del pannello dovrà essere finita a calcestruzzo canettato colore naturale, risultante dal getto su matrice in gomma.

L'appoggio del pannello sarà costituito da un cordolo guida in calcestruzzo prefabbricato, da posarsi su letto di compensazione in malta di cemento ed ancorato alla sottostante struttura della sede viaria o del marciapiede mediante la posa di spinotti in acciaio, inghisati con malta antiritiro.

Gli ancoraggi alla parete strutturale della galleria saranno ottenuti con accessori metallici in acciaio inox posti nella parte superiore, costituiti da profili, staffe, barre tirafondo, dadi, rondelle antisvitamento, ecc. in parte gettati nel prefabbricato ed in parte ancorati alle strutture della galleria mediante uso di malte antiritiro e di resine epossidiche.

### **22.7.3. INTERVENTI SPECIALI**

#### **22.7.3.1 SCHERMI TOTALI CON GRIGLIATI ACUSTICI**

Si definiscono schermi totali le coperture a cielo aperto con griglia a deflettori (baffles), in grado di garantire riduzioni di rumore anche ai piani alti degli edifici consentendo al tempo stesso una buona illuminazione ed areazione dell'infrastruttura. Lo schermo è costituito da una struttura di supporto principale alla quale sono fissati i pannelli deflettori.

#### **22.7.3.2 PROVVEDIMENTI ECCEZIONALI SUI LOCALI RICEVITORI**

Qualora non si raggiungano i limiti prefissati con l'adozione di tutti i possibili interventi di cui sopra, potranno essere eccezionalmente adottati provvedimenti di protezione acustica nei singoli locali all'interno delle abitazioni, ricorrendo per esempio a finestre antirumore autoventilate, ad intonaci, cavità o oggetti fonoassorbenti ecc. Tali provvedimenti dovranno essere giustificati e motivati con apposita relazione tecnica in cui risulti comprovata da calcoli e riscontri la compatibilità con normative potenzialmente antagoniste, tra le quali in particolare la legge 46/90 e s.m.i., la legge 10/91 e s.m.i., il D.P.R. 412/93, le norme UNI-CTI 10339/95 e loro successivi aggiornamenti ed estensioni.

## **22.8. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE E VINCOLI GEOMETRICI DI ESERCIZIO**

---

### **22.8.1. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE BARRIERE ARTIFICIALI**

#### **22.8.1.1 GEOMETRIA DELLE BARRIERE**

La geometria degli schermi acustici sarà indicata negli elaborati grafici di progetto, redatti secondo gli schemi tipologici allegati, che dovranno essere sottoposti all'approvazione del Committente.

In caso di montaggio scalettato, la distanza da terra del bordo superiore dei pannelli deve essere ovunque non inferiore a quella ottimale prevista per l'attenuazione richiesta.

Le barriere saranno poste ad una distanza dal ciglio stradale così come indicato nei disegni tipologici e tale da consentire un agevole uso delle infrastrutture stradali e da ottimizzare l'abbattimento di energia sonora.

#### 22.8.1.2 PARTICOLARITÀ COSTRUTTIVE DELLE BARRIERE

I materiali costituenti le barriere devono essere forniti nei colori che saranno indicati dal progettista. Fra i montanti e i pannelli e tra pannello e pannello devono essere previste guarnizioni acusticamente ermetiche da descrivere negli elaborati di progetto mentre tra pannelli e fondazioni in calcestruzzo devono essere previsti elementi sigillanti.

Tutta la barriera deve essere costruita in modo da evitare in ogni punto il ristagno dell'acqua. In particolare per i pannelli composti l'acqua deve fuoriuscire facilmente dai singoli pannelli e non ristagnare sia fra pannello e pannello sia tra pannello inferiore della parete e superficie di appoggio.

Le soluzioni costruttive devono consentire la rimozione senza che occorra la demolizione della relativa fondazione. I getti di bloccaggio dovranno essere effettuati con idonee malte cementizie di tipo reoplastico.

Il materiale fonoassorbente deve essere assicurato in modo tale da evitarne spostamenti e piegature e deve essere protetto in modo che non possa impregnarsi d'acqua e non possa essere facilmente danneggiato.

Dovranno essere previsti dei dispositivi atti a impedire l'asportazione dei pannelli.

#### 22.8.1.3 BARRIERE SUI PONTI E VIADOTTI

Nella zona di giunto dei ponti e viadotti dovrà essere prevista una doppia parete su due lati degli elementi affiancati ravvicinati il più possibile, ma sempre in modo da permettere le libere dilatazioni dell'opera d'arte. Le due pareti dovranno avere una sovrapposizione pari all'escursione massima del giunto maggiorata di almeno 50 cm e dovranno essere vincolate alle strutture in modo che non sia impedito il movimento di dilatazione del ponte o del viadotto.

Nel caso di insonorizzazione di ponti metallici la struttura portante dei pannelli dovrà preferibilmente essere distinta da quella delle travate metalliche e intorno ad esse e ai relativi apparecchi d'appoggio dovrà essere lasciato spazio sufficiente per l'effettuazione delle ispezioni e degli interventi di manutenzione.

Si dovrà inoltre tenere conto delle deformazioni delle travate metalliche sia per effetto dei sovraccarichi che delle dilatazioni termiche.

Per dilatazioni inferiori a 5 cm, si disporrà un giunto in neoprene tra i due montanti della barriera o un idoneo sistema atto a consentire la libera dilatazione del manufatto.

I vincoli obbligatori quali: interasse dei montanti, tipologia di fondazione, pannelli e parti speciali, saranno indicati sui disegni tipologici.

#### 22.8.1.4 BARRIERE SU RILEVATO E TRINCEA

I vincoli obbligatori quali: interasse dei montanti, tipologia di fondazione, pannelli e parti speciali, saranno indicati sui disegni tipologici.

#### 22.8.1.5 PROTEZIONE ELETTRICA

I montanti metallici vanno ancorati al basamento di calcestruzzo proteggendone la parte immersa e, per almeno 10 cm, anche la parte che fuoriesce dal basamento mediante un opportuno mezzo isolante in modo da ostacolare il passaggio di correnti vaganti tra terra e barriera.

I singoli pannelli ed i montanti metallici devono essere collegati attraverso un cavo in rame di opportune dimensioni che corre lungo tutta la barriera.

Per le modalità di messa a terra e per il dimensionamento del suddetto cavo si dovrà fare riferimento alla Norme CEI 2 vigenti.

Se la barriera viene posta in opera su un viadotto in c.a. la continuità metallica sia della barriera che del cavo in rame deve essere interrotta in corrispondenza dei giunti di dilatazione delle travate del viadotto ed il cavo dovrà essere collegato elettricamente all'armatura metallica del cemento armato in un solo punto per ogni travata.

#### 22.8.1.6 CARATTERISTICHE DI RESISTENZA AL FUOCO

In base alla EN 14388 (specifica per la marcatura CE delle barriere acustiche) si prevede la resistenza all'incendio della macchia con prova secondo la EN 1794-2..

### **22.8.2. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI BIOMURI**

#### 22.8.2.1 ESECUZIONE E PREPARAZIONE DEL PIANO DI FONDAZIONE

Il piano di fondazione sarà di norma realizzato in conglomerato cementizio avente  $R'_{ck} > 15 \text{ N/mm}^2$  e dovrà essere livellato per un più agevole posizionamento delle basi di appoggio degli elementi modulari.

#### 22.8.2.2 POSA IN OPERA DEGLI ELEMENTI MODULARI

Per realizzare in elevazione il muro cellulare inizialmente occorrerà mettere in opera perfettamente in piano le basi di appoggio, quindi si procederà al montaggio sistematico degli elementi modulari incastrandoli tra loro sia longitudinalmente, sia trasversalmente, sfruttando gli appositi alloggiamenti presenti sugli elementi stessi, si otterrà così la caratteristica forma reticolare.

#### 22.8.2.3 STESA DEI MATERIALI DI RIEMPIMENTO

Una volta eseguita la struttura in elevazione occorrerà procedere al riempimento del reticolo così montato, stendendo il materiale di riempimento parallelamente al paramento esterno ed a strati di spessore costante

in modo da agevolare la successiva compattazione qualora il riempimento della struttura reticolo venga eseguito con materiale terroso reperibile in loco.

Lo spessore della strato, alla stato sciolto, sarà stabilito di volta in volta dalla D.L. o da quanto riportato nei disegni di progetto, in ragione delle caratteristiche dei materiali e delle modalità di compattazione.

Per tale operazione dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della D.L. il tipo, le caratteristiche ed il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza). Per il modesto sviluppo planimetrico dei manufatti e per l'esiguità degli spazi disponibili si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti e costipatori vibranti azionati a mano.

Ogni strato verrà messo in opera con un grado di Compattazione pari al 90% del valore fornito dalla prova Proctor modificato (ASTM D1557).

Qualora si dovessero manifestare lesioni sugli elementi imputabili a cattiva esecuzione e/o difetto del materiale stesso, l'Impresa fornitrice dovrà provvedere alla sostituzione o al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla D.L..

## **22.9. MANUTENZIONE**

---

Le scelte costruttive devono consentire di minimizzare gli interventi di manutenzione.

E' inoltre richiesto di fornire una relazione sulle norme di manutenzione a cui l'opera dovrà essere assoggettata per un periodo di almeno 10 anni. Nel corso del primo anno di esercizio non deve essere necessario alcun lavoro manutenzione se non dovuto a cause accidentali.

Il ciclo di manutenzione previsto, così come l'eventuale sostituzione di pannelli danneggiati da incidenti o atti vandalici, devono poter essere effettuati con mezzi semplici senza pregiudicare la statica della struttura, il traffico stradale e senza causare danni a persone o cose.

Una relazione dovrà esporre in forma chiara e schematica le operazioni di manutenzione previste nonché le operazioni occorrenti per la sostituzione facile e rapida dei pannelli o di altri componenti della barriera.

L'Impresa potrà essere chiamata a fornire materiali di riserva per sostituire elementi danneggiati anche dopo il collaudo dei lavori eseguiti; pertanto l'Impresa stessa si impegna a fornire, per un congruo numero di anni, elementi del tutto uguali a quelli messi in opera.

## **23. SEZ. 23 “SEGNALETICA ORIZZONTALE, VERTICALE E COMPLEMENTARE”**

### **23.1. GENERALITA'**

La segnaletica da utilizzare deve soddisfare precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione della sua collocazione.

Le attrezzature ed i mezzi di proprietà delle ditte devono possedere idonee caratteristiche e requisiti in linea con le più recenti tecnologie e con ogni norma legislativa e regolamentare avente comunque attinenza.

I mezzi devono inoltre essere tutti omologati dalla Motorizzazione Civile secondo le vigenti Norme del Nuovo Codice della Strada.

Al fine di soddisfare gli adempimenti al D.M. 30/12/1997, inerenti il sistema di garanzia della qualità per le imprese autorizzate alla costruzione di segnaletica stradale verticale:

1. Le imprese costruttrici di segnaletica stradale verticale devono essere in possesso dei requisiti previsti dall'art.45, comma 8, del decreto legislativo 30 aprile 1992 n.285; devono inoltre adottare un sistema di garanzia della qualità rispondente ai criteri ed alle prescrizioni contenute nelle norme europee internazionali UNI EN 9001/2, e deve essere certificato da un organismo accreditato ai sensi delle norme della serie UNI EN 45000.

2. Le imprese di cui sopra devono altresì possedere la certificazione di conformità dei segnali finiti ai sensi delle circolari n.3652 del 17.06.98 e n.1344 del 11.03.99 e successive modifiche.

3. L'ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale, avvalendosi, quando ritenuto necessario, del parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, può prescrivere alle imprese interessate adeguamenti o modifiche al sistema di garanzia della qualità adottato anche per uniformare i comportamenti dei vari costruttori di segnali.

L'Impresa dovrà provvedere, senza alcun compenso speciale, ad allestire tutte le opere di difesa, mediante sbarramenti o segnalazioni in corrispondenza dei lavori, di interruzioni o di ingombri sia in sede stradale che fuori, da attuarsi con cavalletti, fanali, nonché con i segnali prescritti dal Nuovo Codice della Strada approvato con D.L. 30.4.1992 n. 285 e dal relativo Regolamento di esecuzione ed attuazione, approvato con D.P.R. 16.12.1992 n.495, dal D.P.R. n.610 del 16.09.96 e dalla circolare del Ministro LL.PP. n.2900 del 20.11.1993.

Dovrà pure provvedere ai ripari ed alle armature degli scavi, ed in genere a tutte le opere provvisorie necessarie alla sicurezza degli addetti ai lavori e dei terzi.



In particolare l'Impresa, nell'esecuzione dei lavori, dovrà attenersi a quanto previsto dalla Circolaren.2357 emanata il 16-5-1996 dal Ministero dei LL.PP. (Pubblicata nella G.U. n.125 del 30-5-1996) in materia di fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale.

Tali provvedimenti devono essere presi sempre a cura ed iniziativa dell'Impresa, ritenendosi impliciti negli ordini di esecuzione dei singoli lavori.

Quando le opere di difesa fossero tali da turbare il regolare svolgimento della viabilità, prima di iniziare i lavori stessi, dovranno essere presi gli opportuni accordi in merito con la Direzione dei Lavori; nei casi di urgenza però, l'Impresa ha espresso obbligo di prendere ogni misura, anche di carattere eccezionale, per salvaguardare la sicurezza pubblica, avvertendo immediatamente di ciò la Direzione dei Lavori.

L'Impresa non avrà mai diritto a compensi addizionali ai prezzi di contratto qualunque siano le condizioni effettive nelle quali debbano eseguirsi i lavori, né potrà valere titolo di compenso ed indennizzo per non concessa limitazione o sospensione del traffico di una strada o tratto di strada, restando riservata alla Direzione dei Lavori la facoltà di apprezzamento di tale necessità.

## **23.2. RESPONSABILITA' DELL'APPALTATORE**

Sarà obbligo dell'Appaltatore di adottare nella esecuzione dei lavori tutti i provvedimenti e le cautele necessari per garantire la vita degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danni a beni pubblici e privati.

L'impresa è obbligata agli adempimenti previsti dal Decreto Legislativo n.81 del 09-04-2008 e successive modifiche in attuazione alle direttive CEE 89/391 del 12/6/1989 e 92/57 del 24/6/1992 concernenti le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.

I lavori di cui al presente appalto dovranno essere condotti in conformità delle disposizioni contenute in "piano di sicurezza e coordinamento" di progetto, che forma parte integrante del contratto di appalto, ai sensi e per gli effetti del D. Lgs. n. 494/96.

L'impresa appaltatrice DICHIARA di avere approfondita conoscenza e motivata convinzione della buona formulazione del piano di sicurezza.

L'impresa dovrà nominare un proprio RESPONSABILE TECNICO ABILITATO PER LA SICUREZZA, che può coincidere con il direttore di Cantiere, per recepire ed attuare tutte le disposizioni normative in materia derivanti dal piano di sicurezza e quelle IMPARTITE DAL COORDINATORE PER L'ESECUZIONE.

Il Responsabile della sicurezza dell'impresa dovrà ammettere in cantiere esclusivamente i lavoratori e i visitatori che si attengono alle prescrizioni impartite.

Viene esplicitamente convenuto che il coordinatore per l'Esecuzione dei lavori potrà richiedere il "piano particolare di sicurezza" per le lavorazioni ritenute di particolare rischio; la redazione di tale piano resta, per patto espresso, a carico dell'impresa Appaltatrice.

In caso di inottemperanza a qualsivoglia obbligo precisato nel Piano di sicurezza e Coordinamento per l'Esecuzione, l'impresa dovrà ottemperare entro il limite indicato, alle disposizioni che riceverà all'riguardo.

Qualora, inoltre, il Coordinatore per l'Esecuzione disponga, ai sensi dell'art.92 comma lett. f) del D.Lgs. n. 81/2008 la sospensione di lavorazioni eseguite senza le necessarie predisposizioni prescritte dal Piano di Sicurezza e Coordinamento, ciò non costituirà titolo per l'impresa a richiedere proroghe alla scadenza contrattuale essendo imputabile a fatto e colpa dell'impresa stessa.

Per lo svolgimento dei lavori in oggetto del presente Capitolato Speciale di Appalto l'Impresa quale datore di lavoro è obbligata nei riguardi dei propri dipendenti all'osservanza delle norme stabilite dal D.L. n. 81/08 riguardante l'attuazione delle direttive CEE n. 89/391, 89/654, 89/655, 89/656, 90/269, 90/270, 90/394, e 90/679 riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.

Il datore di lavoro deve comunicare prima dell'inizio dei lavori il nominativo delle persone responsabili del servizio di prevenzione e protezione sul luogo di lavoro.

Egli sia che svolga direttamente i compiti propri del servizio di prevenzione sia che abbia designato responsabili, deve trasmettere, sempre prima dell'inizio dei lavori, copia conforme della dichiarazione attestante il possesso di attitudini e le capacità adeguate di svolgimento dei compiti di prevenzione e protezione dai rischi corredata da copia di attestazione di frequenza del corso di formazione.

Resta convenuto che, qualora per mancanza, insufficienza od inadempienza di segnalazioni nei lavori, in relazione alle prescrizioni del Nuovo Codice della Strada e dal relativo Regolamento di esecuzione, già citati, che interessano o limitano la zona riservata al traffico dei veicoli e dei pedoni, dovessero verificarsi danni alle persone o alle cose, l'Impresa sarà sollevata ed indenne l'Ente competente ed il personale da essa dipendente da qualsiasi pretesa o molestia, anche giudiziaria, che potesse provenirle da terzi provvederà a suo carico al completo risarcimento dei danni che si fossero verificati.

Sino che non sia intervenuta, con esito favorevole, il collaudo ovvero la visita per il certificato di regolare esecuzione delle opere la manutenzione delle opere stesse verrà tenuta a cura e spesa dell'Impresa.

Questa, anche in presenza del traffico esistente sulla strada, eseguirà la manutenzione portando il minimo possibile turbamento al traffico medesimo, provvedendo a tutte le segnalazioni provvisorie necessarie alla sicurezza del traffico, osservando sia le disposizioni di legge, sia le prescrizioni che dovesse dare l'Ente competente, per gli oneri che ne derivassero essa Impresa non avrà alcun diritto di risarcimento o rimborso.

L'Impresa sarà responsabile, in sede civile e penale, dell'osservanza di tutto quanto specificato in questo articolo.

Per tutto il periodo corrente tra l'esecuzione il collaudo o la predetta visita, e salvo le maggiori responsabilità sancite dall'art. 1669 del C.C. sarà garante delle opere eseguite, restando a suo esclusivo carico le riparazioni, sostituzioni e ripristini che si rendessero necessari.

Durante detto periodo l'Impresa curerà la manutenzione tempestivamente e con ogni cautela, provvedendo, di volta in volta, alle riparazioni necessarie senza interrompere il traffico e senza che occorran particolari

inviti da parte della Direzione Lavori, ed, eventualmente a richiesta insindacabile di questa, mediante lavoro notturno.

Ove l'Impresa non provvedesse nei termini prescritti dalla Direzione dei Lavori con invito scritto, si procederà di Ufficio, e la spesa andrà a debito dell'Impresa stessa.

Per ragioni particolari di stagione, sia per altre cause, potrà essere concesso all'Impresa di procedere alle riparazioni con provvedimenti di carattere provvisorio, salvo a provvedere alle riparazioni definitive, appena possibile.

Qualora, nel periodo compreso tra l'ultimazione dei lavori il collaudo o la predetta visita si verificassero delle variazioni, ammaloramenti per fatto estraneo alla buona esecuzione delle opere eseguite dall'Impresa questa ha l'obbligo di notificare dette variazioni od ammaloramenti all'Amministrazione entro cinque giorni dal loro verificarsi, affinché la stessa possa procedere tempestivamente, alle necessarie constatazioni. All'atto del collaudo o della predetta visita, i lavori dovranno apparire in stato di ottima conservazione.

### **23.3. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

I materiali da impiegare nelle forniture e nei lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, per caratteristiche, 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.

Nel caso di un utilizzo di tipo sperimentale di materiali migliorativi finalizzati alla sicurezza, questi dovranno comunque risultare conformi ai valori minimi richiesti dalle leggi e/o regolamenti vigenti.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla D.L. I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra. Quando la Direzione dei Lavori abbia 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:

#### **23.3.1. SEGNALETICA VERTICALE**

Tutti i segnali devono essere rispondenti ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16 Dicembre 1992 n. 495

e successive modifiche di cui al D.P.R. n.610 del 16/9/96 ed in ogni caso alle norme in vigore al momento dell'esecuzione dei lavori.

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.

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 nel paragrafo PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO E FORNITURE le certificazioni delle pellicole dovranno essere quindi interamente conformi a quanto previsto nel suddetto articolo.

### **23.3.2. SEGNALETICA ORIZZONTALE**

Le segnalazioni orizzontali saranno costituite da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri segni come indicato all'art. 40 del nuovo Codice della Strada ed all'art.137 del Regolamento di attuazione.

### **23.3.3. 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.

### **23.3.4. LEGANTI IDRAULICI**

Dovranno corrispondere alle caratteristiche tecniche ed ai requisiti dei leganti idraulici di cui al Decreto Ministeriale 14/01/2008.

### **23.3.5. GHIAIE, GHIAIETTI, PIETRISCHI, PIETRISCHETTI, SABBIE PER OPERE MURARIE (DA IMPIEGARSI NELLA FORMAZIONE DI CONGLOMERATI CEMENTIZI)**

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal Decreto Ministeriale 14/01/2008 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.

### **23.3.6. MATERIALI FERROSI**

Saranno esenti da scorte, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

Essi dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalle Decreto Ministeriale 14/01/2008.

### **23.3.7. PELLICOLE**

Le pellicole retroriflettenti dovranno possedere i livelli minimi di qualità secondo quanto indicato dal disciplinare tecnico approvato con D.M. 31/3/1995.

### **23.3.8. PITTURE (VERNICI)**

Saranno del tipo rifrangente premiscelato contenente sfere di vetro inserite durante il processo di fabbricazione.

## **23.4. PROVE DEI MATERIALI**

---

### **23.4.1. CERTIFICATI**

Per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (pellicole, semilavorati in ferro ed in alluminio, catadiottri, vernici, ecc.) prescritti dal presente Capitolato Speciale, l'Impresa dovrà esibire prima dell'impiego al Direttore dei Lavori per ogni categoria di lavoro, i relativi certificati di qualità ed altri certificati rilasciati da un Laboratorio Ufficiale che verranno richiesti dal Direttore stesso.

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.

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 UNI/EN/ISO 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.

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 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.

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.

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 preventivo di laboratorio a spese del Committente a meno di quelle per 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.

#### **23.4.2. 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 in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio dei campioni ai Laboratori Ufficiali, nonché a tutte le spese per le relative prove.

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.

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.

## **23.5. 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, 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 Nuovo Codice della Strada e Art.194 del relativo Regolamento di esecuzione e di attuazione.

## **23.6. MOVIMENTI DI TERRE – SCAVI IN GENERE**

---

Gli scavi occorrenti per la formazione dei basamenti di fondazione saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni. Nel caso che, a giudizio della Direzione dei Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Nell'esecuzione degli scavi in genere si 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 si dovrà effettuare l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sia 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.

### **23.6.1. 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.

### **23.6.2. SCAVI DI FONDAZIONE**

Per scavi di fondazione si intendono quelli relativi all'impianto di opere murarie e che risultino al disotto 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 che, all'occorrenza, verranno sostenuti con convenienti sbadacchiature. L'onere resta compensato nel relativo prezzo dello scavo, restando a carico dell'esecutore ogni danno alle persone, alle cose ed all'opera, per smottamenti o franamenti dello scavo.

## **23.7. CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI ED ARMATI**

---

### **23.7.1. GENERALITÀ**

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5 novembre 1971, n.1086, "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" nonché delle Norme Tecniche successivamente emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta Legge.

Tutte le opere in conglomerato cementizio necessarie per l'esecuzione di blocchi di fondazione e segnali incluse nell'appalto, saranno eseguite in base ai calcoli statici ed alle verifiche che l'Impresa avrà provveduto ad effettuare, nei termini di tempo fissati dalla D.L. L'esame e la verifica da parte della Direzione Lavori dei progetti delle opere, non esonera in alcun modo l'Impresa dalla responsabilità derivante per legge e per pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione Lavori, l'Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere ai termini di Legge; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualsiasi natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

### **23.7.2. COMPONENTI**

Cemento, inerti, acqua. I componenti impiegati per la confezione dei conglomerati cementizi devono corrispondere ai requisiti prescritti dalle Leggi vigenti.

### **23.7.3. 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 Decreto Ministeriale 14/01/2008.

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a totale carico dell'Impresa.



Qualora dalle prove eseguite risultasse un valore della Rck inferiore a quello indicato nei calcoli statici nei disegni di progetto approvati dalla D.L. l'Impresa dovrà presentare, a sua cura e spese, una relazione supplementare nella quale dimostri che, fermo restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la Rck è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di Legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla D.L., il calcestruzzo verrà contabilizzato con la classe alla quale risulterà appartenere la relativa Rck.

Nel caso che la Rck 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.

#### **23.7.4. 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 scasseratura, dovranno risultare perfettamente piane e regolari, senza incavi, cavernosità e sbavature, tali comunque da non richiedere alcun tipo di intonaco, né tantomeno spianamenti o rinzaffi.

Il costipamento 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 q<sub>l</sub> 6 di cemento per ogni mc di sabbia.

#### **23.8. CASSEFORME, ARMATURE**

---

Per l'esecuzione di tali opere provvisorie, sia verticale che orizzontale, l'Impresa potrà adottare il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfi alle condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

L'Impresa è tenuta ad osservare, nella progettazione ed esecuzione delle armature, le norme ed i vincoli che fossero imposti dagli Enti e personale responsabili, circa il rispetto di particolari impianti o manufatti esistenti nella zona interessata dalla nuova costruzione.

Le operazioni di disarmo saranno effettuate secondo le norme contenute nel Decreto Ministeriale 14/01/2008.

---

## **23.9. ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO**

---

### **23.9.1. GENERALITÀ**

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 5 novembre 1971, n.1086 , al DM 14/01/08 e D.M. 27 ottobre 2011-Modifica alle NTC in materia di utilizzo degli acciai B450A.

Le modalita' di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dallo stesso D.M. 14.1.2008.

## **23.10. ACCIAI PER CEMENTO ARMATO NORMALE**

---

### **23.10.1. ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA – B450A,B450C- CONTROLLATO IN STABILIMENTO**

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura dell'Impresa, sotto il controllo della D.L., ad un Laboratorio ufficiale.

Di tale operazione dovra' essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori dara' benestare per la posa in opera di ciascuna partita soltanto dopo che avra'ricevuto il relativo certificato di prova e ne avra' constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procedera' come indicato nel D.M. 14.1.2008.

## **23.11. 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.

### **23.11.1. PELLICOLE**

#### **23.11.1.1 GENERALITÀ**

Tutte le imprese di segnaletica stradale verticale devono attenersi alle seguenti prescrizioni.

- Disciplinare Tecnico sulla modalita' di determinazione dei livelli di qualita' delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali approvato con D.M. LL.PP.31.3.1995.
- Certificazioni di qualita' rilasciate da organismi accreditati secondo le norme UNI EN45000, sulla base delle norme europee della UNI EN ISO 9000, al produttore delle pellicole retroriflettenti che si intendono utilizzare per la fornitura.

Le copie delle certificazioni dovranno essere identificate, a cura del produttore delle pellicole stesse, con gli estremi della ditta partecipante, nonche' dalla data di rilascio della copia non antecedente all'adempimento della lettera di invito alla presente gara e da un numero di individuazione.

- Le presenti norme contengono le caratteristiche colorimetriche, fotometriche e tecnologiche cui devono rispondere le pellicole retro riflettenti e le relative metodologie di prova alle quali devono essere sottoposte per poter essere utilizzate nella realizzazione della segnaletica stradale.

I certificati riguardanti le pellicole dovranno essere conformi esclusivamente al succitato disciplinare tecnico.

- Certificazione di conformita' dei segnali finiti ai sensi delle circolari n.3652 del 17.06.98 en. 1344 del 11.03.99 e successive modifiche.

#### 23.11.1.2 ACCERTAMENTO DEI LIVELLI DI QUALITA'

Le caratteristiche delle pellicole retroriflettenti devono essere verificate esclusivamente attraverso prove da eseguire presso uno dei seguenti laboratori:

- Istituto elettrotecnico nazionale Galileo Ferraris - Torino;
- Istituto sperimentale delle Ferrovie dello Stato S.p.A. - Roma;
- Stazione sperimentale per le industrie degli oli e dei grassi - Milano;
- Centro sperimentale ANAS - Cesano (Roma);
- Centro superiore ricerche, prove e dispositivi della M.C.T.C. del Ministero dei Trasporti - Roma;
- Centro prova autoveicoli - Via Marco Ulpio Traiano, 40 Milano;
- Laboratorio prove materiali della Societa' Autostrade - Fiano Romano;
- Istituto di ingegneria dell'Universita' di Genova;
- Laboratori ufficialmente riconosciuti di altri Stati membri della Comunita' Europea;
- Altri laboratori accreditati SINAL per le prove previste dal disciplinare tecnico 31/3/1995.

I produttori delle pellicole retroriflettenti e degli inchiostri idonei alla stampa serigrafica delle stesse, o le persone giuridiche o loro legali rappresentanti, per poter accedere all'accertamento dei livelli di qualita' 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 dovra' accertarsi della esistenza e regolarita' di tale dichiarazione e allegarne copia al certificato di conformita' delle pellicole retro riflettenti di cui costituiscono parte integrante. I produttori delle pellicole retroriflettenti devono tenere a disposizione di qualsiasi ente interessato i certificati di conformita' delle stesse rilasciati da uno dei laboratori sopra indicati.

Inoltre gli stessi produttori devono rilasciare agli acquirenti una dichiarazione che i prodotti commercializzati corrispondono, per caratteristiche e qualità ai campioni sottoposti a prove.

La certificazione, la cui data di rilascio non deve essere anteriore di oltre cinque anni, deve essere presentata nella sua stesura integrale; in essa tutte le prove devono essere chiaramente e dettagliatamente specificate e deve essere dichiarato che le singole prove sono state eseguite per l'intero ciclo sui medesimi campioni. Il certificato di conformità dovrà essere riferito, oltre alle pellicole retro riflettenti colorate in origine, alle stesse pellicole serigrafate in tutte le combinazioni dei colori standard previste dal regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada. Il tipo di inchiostro utilizzato dovrà essere inoltre esplicitamente dichiarato. Dalle certificazioni dovrà risultare la rispondenza alle caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste dal presente disciplinare tecnico ed il superamento delle prove tecnologiche in esso elencate. Il Ministero dei lavori pubblici - Ispettorato Generale per la circolazione e la sicurezza stradale - ha la facoltà di accertare in qualsiasi momento che le pellicole retro riflettenti corrispondano alle certificazioni di conformità presentate dal produttore delle pellicole.

Ove dagli accertamenti effettuati dovessero risultare valori inferiori ai minimi prescritti o prove tecnologiche non superate, il Ministero dei Lavori Pubblici provvederà a darne comunicazione a tutti gli enti interessati.

### 23.11.1.3 DEFINIZIONI

#### PELLICOLA DI CLASSE 1

A normale risposta luminosa con durata di 7 anni. La pellicola nuova deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa (R') rispondente ai valori minimi prescritti nella tabella II del paragrafo 11.1.4.4 e deve mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle medio condizioni ambientali d'uso.

Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche di cui alla tabella I del paragrafo 11.1.4.1. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni. Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retro riflettenti di classe 1.

#### PELLICOLA DI CLASSE 2

Ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni. La pellicola deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa rispondente ai valori minimi prescritti nella tab. III del paragrafo 11.1.4.4 e deve mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione all'esterno nelle medio condizioni ambientali d'uso. Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche di cui alla tabella I del paragrafo 11.1.4.1. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni. Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retro riflettenti di classe 2.

### PELLICOLE SPERIMENTALI

Come punto precedente, aventi caratteristiche prestazionali grandangolari superiori (da utilizzarsi in specifiche situazioni stradali di tipo sperimentale), come previsto nel Capitolo 4 del "Manuale Tecnico della Segnaletica Stradale" dell' ANAS redatto dal Gruppo Tecnico della Sicurezza Stradale ed al paragrafo 23.11.4.4 Tabella IV al presente Capitolato.

### 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 conformita' della stampa serigrafica alle prescrizioni della ditta produttrice della pellicola retroriflettente.

I colori stampati sulle pellicole di classe 1 e di classe 2 devono mantenere le stesse caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste rispettivamente nei paragrafi successivi.

### PELLICOLA DI TIPO A

Pellicole retroriflettenti termoadesive. Private del foglio protettivo dell'adesivo, si applicano a caldo esottovuoto 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 cromaticita'(C.I.E. 45.15.200) che separa l'area di cromaticita' consentita da quella non consentita.

### FATTORE DI LUMINANZA

Rapporto tra la luminanza della superficie e quella di un diffusore perfetto per riflessione illuminato nelle stesse condizioni (C.I.E. 45.20.200).

### COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITÀ LUMINOSA

Quoziente che si ottiene dividendo l'intensita' luminosa (I) del materiale retro riflettente nella direzione di osservazione per il prodotto dell'illuminamento (E1) sulla superficie retroriflettente (misurato su un piano ortogonale alla direzione della luce incidente) e della sua area (A).

Simbolo: R';  $R' = I / (E1) \times A$

Unita' di misura: cd / lux x m<sup>2</sup>

### ANGOLO DI DIVERGENZA

Angolo compreso tra la direzione della luce incidente e la direzione secondo la quale si osserva la pellicola retroriflettente.

### ANGOLO DI ILLUMINAZIONE

Angolo compreso tra la direzione della luce incidente e la normale alla pellicola retroriflettente.

### 23.11.1.4 CARATTERISTICHE COLORIMETRICHE, FOTOMETRICHE E METODOLOGIA DI MISURA

#### COORDINATE TRICROMATRICHE E FATTORE DI LUMINANZA

Le coordinate tricromatiche dei colori da impiegare nel segnalamento stradale devono rientrare nelle zone consentite nel diagramma colorimetrico standard C.I.E. 1931. Il fattore di luminanza non deve essere inferiore al valore minimo prescritto nella seguente tab. I., ad eccezione del colore nero il cui valore costituisce un massimo.

TAB. I - Coordinate colorimetriche valide per le pellicole di classe 1 e 2.

COLORE	Coordinate dei 4 punti che delimitano le zone consentite nel diagramma colorimetrico C.I.E. 1931 (illuminante normalizzato D65, geometria 45/0)				Fattore di luminanza minimo PELLICOLE	
	1	2	3	4	CL.1	CL.2
BIANCO X	0,350	0,300	0,285	0,335	≥0,35	≥0,27
Y	0,360	0,310	0,325	0,375		
GIALLO X	0,545	0,487	0,427	0,465	≥0,27	≥0,16
Y	0,454	0,423	0,483	0,534		
ROSSO X	0,690	0,595	0,569	0,655	≥0,03	
Y	0,310	0,315	0,341	0,345		
VERDE X	0,007	0,248	0,177	0,026	≥0,03	
Y	0,703	0,409	0,362	0,399		
BLU X	0,078	0,150	0,210	0,137	≥0,01	
Y	0,171	0,220	0,160	0,038		
ARANC. X	0,610	0,535	0,506	0,570	≥0,15	
Y	0,390	0,375	0,404	0,429		
MARRO. X	0,455	0,523	0,479	0,588	0,03 ≤ B ≤ 0,09	
Y	0,397	0,429	0,373	0,394		
GRIGIO X	0,350	0,300	0,285	0,335	0,12 ≤ B ≤ 0,18	
Y	0,360	0,310	0,325	0,375		
NERO X					≤0,03	
Y						

## METODOLOGIA DI PROVA

La misura delle coordinate tricromatiche e del fattore di luminanza deve essere effettuata secondo quanto specificato nella pubblicazione C.I.E. n.15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il materiale si intende illuminato con luce diurna così come rappresentata dall'illuminante normalizzato D65 (C.I.E. 45.15.145) ad un angolo di 45 gradi rispetto alla normale alla superficie, mentre l'osservazione va effettuata nella direzione della normale (geometria 45/0).

La misura consiste nel rilievo del fattore di radianza spettrale nel campo 380:780 mm, da effettuare mediante uno spettrofotometro che consenta la geometria prescritta. La misura delle coordinate tricromatiche e del fattore di luminanza viene effettuata su due provini della pellicola retro riflettente allo stato tal quale (nuova) e su provini sottoposti alle prove di cui ai par. 5.5, 5.6, 5.8, 5.9 e 5.10.

## COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA

Il coefficiente areico di intensita' luminosa non deve essere inferiore, per i vari colori ed i vari angoli di divergenza e di illuminazione, ai valori prescritti nella seguente tab. II per le pellicole retro riflettenti di Classe 1, e nella tab. III per le pellicole retroriflettenti di Classe 2.

Colori ottenuti con stampa serigrafica sul colore:

TAB. II—Pellicole di Classe 1 a normale risposta luminosa.

ANGOLI		VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA (cd.lix/-1 . m/-2)						
Div.	I11	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU	ARANCIO	MARRONE
12'	5°	70	50	14,5	9	4	25	1
	30°	30	22	6	3,5	1,7	10	0,3
	40°	10	7	2	1,5	0,5	2,1	0,1
20'	5°	50	35	10	7	2	20	0,6
	30°	24	16	4	3	1	8	0,2
	40°	9	6	1,8	1,2	0,1	2,2	0,1
2°	5°	5	3	1	0,5	0,1	1,2	0,1
	30°	2,5	1,5	0,5	0,3	0,1	0,5	0,1
	40°	1,5	1	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1

TAB. III—Pellicole di Classe 2 ad alta risposta luminosa.

ANGOLI		VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA (cd.lix/-1 . m/-2)						
Div.	I11	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU	ARANCIO	MARRONE
12'	5°	250	170	45	45	20	100	12
	30°	150	100	25	25	11	60	8,5
	40°	110	70	15	12	8	29	5
20'	5°	180	120	25	21	14	65	8
	30°	100	70	14	12	8	40	5
	40°	95	60	13	11	7	20	3
2°	5°	5	3	1	0,5	0,2	1,5	0,2
	30°	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1	1	0,1
	40°	1,5	1	0,3	0,2	0,1	1	0,1

Per applicazioni di tipo sperimentale, nel caso di utilizzo di pellicole di classe 2 ad alta risposta luminosa grandangolare, devono essere sempre rispettati i valori minimi indicati nella citata tabella III, nonché, come indicato nel Manuale Tecnico della Segnaletica Stradale dell'Ente, devono essere garantiti gli ulteriori valori minimi, ad angolazioni diverse, come di seguito riportati nella TAB. IV.

TAB. IV–Pellicole di Classe 2 sperimentale ad alta risposta luminosa grandangolare.

ANG. DIVERG.	ANG. ILLUM.	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU
1°	5°	80	65	20	10	4
	30°	50	40	13	5	2,5
	40°	15	13	5	2	1
1,5°	5°	20	16	5	2,5	1
	30°	10	8	2,5	1	0,5
	40°	5	4,5	1,5	0,5	0,25

Per un corretto uso delle suddette pellicole non si può prescindere da una seria preparazione dei documenti tecnici ed, al riguardo, la ditta aggiudicataria, oltre alle indicazioni menzionate, dovrà rispettare anche le seguenti ulteriori prescrizioni:

- dovrà essere prodotto per le pellicole un rapporto di prova, rilasciato da uno dei Laboratori di cui al D.M. 31/3/1995, attestante che le pellicole retroriflettenti soddisfino i requisiti della tabella sopra menzionata, unitamente alla certificazione di conformità di Classe 2 prevista dallo stesso D.M. 31/3/1995;
- potrà essere richiesto che tali pellicole siano dotate anche di un sistema anticondensa che, oltre alle caratteristiche fotometriche e prestazionali di cui sopra, dovranno essere tali da evitare la formazione di condensa sul segnale durante l'arco delle ventiquattrore. Detta caratteristica è definita da un angolo di contatto delle gocce d'acqua sul segnale stesso non superiore a circa  $20^\circ \pm 2^\circ$  e misurata con gli stessi



strumenti utilizzati nella misura delle tensioni superficiali "Kruss" con acqua distillata ed alla temperatura di 22°. Tale misura dovrà essere condotta su segnali installati all'aperto in esposizione verticale nelle stesse condizioni di posa in opera. In ogni caso tali caratteristiche dovranno essere attestate nel rapporto di prova di cui sopraunitamente ad una relazione tecnica, relativa alla valutazione della effettiva proprietà anticorrosiva, rilasciata da un laboratorio di cui al D.M. 31/3/95.

Infine, un riguardo particolare deve essere rivolto alle fasi di montaggio del supporto del segnale: la necessità di precisione nell'orientazione delle pellicole è infatti sempre correlata alla loro resistenza all'umidità e facilmente si può determinare la caduta delle caratteristiche prestazionali. Un'attenzione specifica deve essere quindi rivolta dal direttore dei lavori alla posa in opera di questi materiali.

#### CONDIZIONI DI PROVA

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa deve essere effettuata secondo le raccomandazioni contenute nella pubblicazione C.I.E. n.54 con illuminante normalizzato A (2856K).

Per la misura del coefficiente areico di intensità luminosa devono essere considerate:

- la misura dell'area della superficie utile del campione  $d/2$ ;
- la misura dell'illuminamento  $E/1$  in corrispondenza del campione;
- la misura dell'illuminamento  $E_r$  su rivelatore per ottenere l'intensità luminosa emessa dal campione mediante la relazione:

$$I = E_r^2 \cdot d$$

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa viene effettuata su due provini della pellicola retroriflettente allo stato tal quale (nuova) e su provini sottoposti alle prove di cui ai paragrafi 5.5, 5.6, 5.8, 5.9 e 5.10.

#### 23.11.1.5 CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE E METODOLOGICHE DI PROVA

##### CONDIZIONI DI PROVA

Le prove devono essere iniziate dopo un condizionamento minimo di 24 ore alla temperatura di 23 +/- 2 gradi C e 50 +/- 5% di umidità relativa. Le prove di resistenza devono essere effettuate su provini sigillati con un prodotto idoneo.

##### SPESSORE, INCLUSO L'ADESIVO

Classe 1 non superiore a mm. 0,25

Classe 2 non superiore a mm. 0,30

Un pezzo di pellicola retroriflettente, delle dimensioni di circa mm. 150x150 dal quale sia stato rimosso il foglio protettivo dell'adesivo, viene applicato su una lamiera di alluminio, il cui spessore è stato precedentemente misurato con un micrometro.

Si effettuano quindi almeno 3 determinazioni in zone differenti dello spessore complessivo della lamiera e della pellicola, utilizzando lo stesso micrometro.

La media delle differenze tra lo spessore complessivo e quello della sola lamiera rappresenta lo spessore medio della pellicola.

#### 23.11.1.6 ADESIVITA'

##### PRESCRIZIONI

Le pellicole retro riflettenti sia di tipo A sia di tipo B devono aderire perfettamente ai supporti su cui sono applicate e non dare segni di distacco per il periodo di vita utile della pellicola.

##### METODOLOGIA DI PROVA

Su tre pannelli di alluminio di circa mm 60x120 si applica, secondo le indicazioni della ditta produttrice della pellicola, un pezzo della pellicola retroriflettente da sottoporre alla prova di circa mm 20x40.

Dopo aver condizionato i provini secondo quanto indicato al paragrafo 5.4. si rimuovono circa cm 2 lineari di pellicola con l'aiuto di un bisturi o di una lametta.

Si tenta di rimuovere quindi i rimanenti cm 2 lineari di pellicola manualmente, senza l'aiuto di attrezzatura alcuna.

La prova si considera superata positivamente:

- se nonostante l'aiuto di un bisturi o di una lametta non risulta possibile la rimozione dei primi cm 2 lineari di pellicola;
- se la rimozione manuale senza aiuto di attrezzatura provoca la rottura, anche parziale, della pellicola.

#### 23.11.1.7 FLESSIBILITA'

##### PRESCRIZIONI

Al termine delle prove le pellicole retroriflettenti, sia di classe 1 che di classe 2, non devono mostrare fessurazioni superficiali o profonde.

##### METODOLOGIA DI PROVA

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm 60x120x0,5 si applica la pellicola retroriflettente da sottoporre alla prova.

Trascorse 48 ore dall'applicazione, ogni pannello in 15 secondi viene impiegato a 9° su un mandrino del diametro di 10 mm per le pellicole di classe 1 e di 20 mm per le pellicole di classe 2; nella piegatura la superficie catadiottrica deve trovarsi all'esterno.

La prova si considera positiva se la pellicola non si rompe nella zona del piegamento per nessuno dei provini.

### 23.11.1.8 RESISTENZA ALL'INVECCHIAMENTO ACCELERATO STRUMENTALE

#### PRESCRIZIONI

Al termine della prova di 1.000 ore per la pellicola di Classe 1 e di 2.200 ore per quella di Classe 2 (500 ore per il colore arancio). Le pellicole retroriflettenti non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacchi). Inoltre, le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tab. I ed il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° e ad un angolo di illuminazione di 5°, non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

#### METODOLOGIA DI PROVA

Su tre pannelli di alluminio si applica un pezzo di pellicola avente dimensioni di mm 90 x 90.

Eventualmente possono anche essere utilizzate dimensioni diverse a seconda delle caratteristiche costruttive delle attrezzature di prova. L'area del pannello non deve però essere inferiore a mm 50x50.

Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al punto 5.1. i provini vengono sottoposti ad invecchiamento artificiale, in conformità alla norma ASTM G 26 - 83.

Le modalità di prova sono le seguenti:

- metodo di prova "A":

esposizione continua alla luce ed esposizione intermittente a spruzzi di acqua;

- ciclo di prova:

102 minuti di luce seguiti da 18 minuti di luce e spruzzi di acqua;

- sorgente luminosa:

lampada allo xenon d 6500 W;

- filtro interno ed esterno in vetro al borosilicato;

- irraggiamento sul campione:

controllato mediante regolazione della potenza della lampada a gradi per la simulazione della distribuzione spettrale relativa di energia della luce diurna lungo tutta la regione attinica;

- temperatura massima in corrispondenza dei provini durante l'esposizione alla sola azione delle radiazioni:

63° +/- 5° (misurata mediante termometro a bulbo nero);

- umidità relativa: 65 +/- 5%;

- temperatura dell'acqua all'ingresso dell'apparecchio di spruzzo: 16° +/- 5° C.

Al termine dopo aver lavato con acqua deionizzata i provini ed averli asciugati con un panno morbido, se ne osserva lo stato di conservazione e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Se la prova d'invecchiamento artificiale riguarda pellicole stampate serigraficamente, al termine della prova le zone stampate devono rispettare le prescrizioni fissate al punto 5.5.1. con riferimento ai valori riportati nelle note 2 e 3 alle tabelle II e III.

#### 23.11.1.9 RESISTENZA ALLA NEBBIA SALINA

##### PRESCRIZIONI

Al termine della prova, le pellicole retroriflettenti non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacco), ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancor rispondere alle prescrizioni di cui alla tab. I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5°, non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

##### METODOLOGIA DI PROVA

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm 90 x 120 si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 90x120.

Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 5.1, li si sottopone all'azione della nebbia salina, ottenuta da una soluzione acquosa di cloruro di sodio al 5% (5 parti in peso di NaCl in 95 parti di acqua deionizzata), alla temperatura di 35 +/-2 gradi C.

La prova è costituita da due cicli di 22 ore, separati da un intervallo di 2 ore a temperatura ambiente, durante il quale i provini si asciugano. Al termine, dopo aver lavato con acqua deionizzata i provini ed averli asciugati con un panno morbido, se ne osserva lo stato di conservazione.

Trascorse 24 ore, si controlla una seconda volta lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

#### 23.11.1.10 RESISTENZA ALL'IMPATTO

##### PRESCRIZIONI

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare segni di rottura o di distacco dal supporto.

##### METODOLOGIA DI PROVA

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm 150x 150x0.5 si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 150 x 150. Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 5.1., i provini devono essere appoggiati sui bordi in modo da lasciare un'area libera di mm 100x100. Si sottopone il centro dei provini all'impatto di una biglia di acciaio del diametro non superiore a 51 mm e della massa di 540 g in caduta da un'altezza di 22 cm.

#### 23.11.1.11 RESISTENZA AL CALORE

##### PRESCRIZIONI

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

##### METODOLOGIA DI PROVA

Su tre pannelli di alluminio, delle dimensioni di mm. 15 x 75, si applica un pezzo di pellicola avente anche le stesse dimensioni. Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 5.1, li si sottopone in forno alla temperatura di 70° +/- 3 ° C per 24 ore. Trascorse 2 ore a temperatura ambiente, si osserva lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

#### 23.11.1.12 RESISTENZA AL FREDDO

##### PRESCRIZIONI

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

#### 23.11.1.13 RESISTENZA AI CARBURANTI

##### PRESCRIZIONI

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

#### METODOLOGIA DI PROVA

Su due pannelli di alluminio, delle dimensioni di mm 60 x 120, si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 60x120. Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 5.1, i pannelli vengono immersi in una vaschetta di vetro contenente una miscela costituita per il 70% da isottano e per il 30% da toluene.

La prova ha durata di 1 minuto alla temperatura di 23° +/- 1 °C. Al termine, i provini vengono tolti dal liquido di prova; si lavano con acqua deionizzata, si asciugano con un panno morbido e se ne osserva lo stato di conservazione. Trascorse 24 ore, si controlla una seconda volta lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche calorimetriche e fotometriche previste.

#### 23.11.1.14 RESISTENZA AI SAPONI ED AI DETERSIVI NEUTRI

##### PRESCRIZIONI

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi).

#### METODOLOGIA DI PROVA

La prova si esegue utilizzando però normali saponi e detersivi neutri disponibili in commercio. Durata della prova: 1 ora alla temperatura di 23° +/- 1 °C.

#### 23.11.1.15 CARATTERISTICHE DEL CONTRASSEGNO DI INDIVIDUAZIONE

##### PRESCRIZIONI

Il contrassegno di individuazione deve essere integrato con la struttura interna della pellicola, deve essere inasportabile, non contraffattibile e deve rimanere visibile dopo la prova di resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale.

#### METODOLOGIA DI PROVA

Un campione rappresentativo di pellicola, sia di classe 1 che di classe 2, di dimensioni tali da comprendere almeno un contrassegno, deve essere sottoposto ad abrasione mediante un bisturi oppure un raschietto fino all'asportazione parziale dello strato superficiale. Dopo la prova, il contrassegno deve ancora permanere nella struttura interna della pellicola.

23.11.1.16 VERIFICA DELLA NON CONTRAFFATTIBILITA' E DELLA STRUTTURE INTERNA DEL CAMPIONE

Un campione rappresentativo deve essere sezionato in corrispondenza del contrassegno ed esaminato al microscopio ottico. Il contrassegno deve essere visibile nella struttura interna della pellicola ed integrato in essa.

23.11.1.17 VERIFICA DELLA DURATA

Dopo la prova di resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale, il contrassegno di individuazione deve rimanere ancora visibile.

**23.11.2. INDIVIDUAZIONE DELLE PELLICOLE RETTORIFLETTENTI**

I produttori delle pellicole retroriflettenti, rispondenti ai requisiti di cui al presente disciplinare, dovranno provvedere a renderle riconoscibili a vista mediante un contrassegno contenente il marchio o il logotipo del fabbricante e la dicitura "7 anni" e "10 anni" rispettivamente per le pellicole di classe 1 e di classe 2.

Le diciture possono anche essere espresse nelle altre lingue della CEE.

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 per la costruzione di segnali stradali pellicole retroriflettenti anormale e ad alta risposta luminosa sprovviste di tale marchio.

Le analisi e prove da eseguire sui materiali retroriflettenti, potranno avere luogo solo previo accertamento della presenza del marchio di individuazione e della sussistenza delle sue caratteristiche.

**23.11.3. SUPPORTI IN LAMIERA**

I segnali saranno costituiti in lamiera di ferro di prima scelta, dello spessore non inferiore a 10/10 di millimetro o in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di millimetro (per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 5 metri quadrati) e dello spessore di 30/10 di millimetri per targhe superiori ai 5 metri quadrati 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 centimetri 1,5;

- Traverse di rinforzo e di collegamento

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di metri quadrati 1,50, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad U dello sviluppo di centimetri 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 dicollegamento tra i vari sostegni.

Tali traverse dovranno essere complete di staffe d attacchi a morsetto per il collegamento, conbulloni in acciaio inox nella quantita' necessaria, le dimensioni della sezione della traversa saranno dimillimetri 50x23, spessore di millimetri 5, e la lunghezza quella prescritta per i singoli cartelli. La verniciatura di traverse, staffe, attacchi e bulloni dovra' essere eseguita come per i sostegni.

La zincatura delle traverse dovra' essere conforme alle Norme C.E.I. 7 - fascicolo 239 (1968) sulControllo della zincatura.

- Congiunzioni diverse pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni

Qualora i segnali siano costituiti da due o piu' pannelli, congiunti, questi devono essereperfettamente accostati mediante angolari antico rodai da millimetri 20x20, spessore millimetri 3, opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini in acciaio inox da 1/4 x 15 sufficienti adottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

- Trattamento lamiera (preparazione del grezzo e verniciatura)

La lamiera di ferro dovra' essere prima decapata e quindi fosfotizzata mediante procedimento dibondrizzazione al fine di ottenere sulle superfici della lamiera stessa uno strato di cristalli saliniprotettivi ancorati per la successiva verniciatura.

La lamiera di alluminio dovra' essere resa anche mediante carteggiatura, sgrassamento a fondo equindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione e ad analogo procedimento di pariaffidabilita' su tutte le superfici. Il grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovra' essere verniciato a fuoco conopportuni prodotti, secondo il tipo di metallo. La cottura della vernice sara' eseguita a forno e dovra' raggiungere una temperatura di 140 gradi. Il resto e la sciolatura dei cartelli verra' rifinito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico.

#### **23.11.4. ATTACCHI**

Ad evitare forature tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard (per l'adattamento aisostegni in ferro tubolare diamo mm. 48, 60, 90), ottenuto mediante fissaggio elettrico sul retro dicorsoio a "C" della lunghezza minima di 22 centimetri, oppure sara' ricavato (nel caso di cartellirinforzati 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 relativabulloneria pure zincata.

#### **23.11.5. SOSTEGNI**

I sostegni per i segnali verticali, portali esclusi, saranno in ferro tubolare diam mm. 60, 90 dotati di dispositivo antirotazione, chiusi allasommita' e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati conformemente alle norme U.N.I.1461 ovvero in sezione ad U delle dimensioni 100x50x5, ed



eventualmente verniciati con doppia mano di idonea vernice sintetica opacain tinta neutra della gradazione prescritta dalla Direzione dei Lavori.

Detti sostegni comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, dovranno pesare rispettivamente per i due diametri sopra citati non meno di 4,2 e 8,00 Kg/m e per le piantane ad U non meno di 7.85 kg/m.

Previ parere della Direzione dei Lavori, il diametro inferiore sarà utilizzato per i cartelli triangolari, circolari e quadrati di superficie inferiore a metri quadrati 0,8, mentre il diametro maggiore sarà utilizzato per i cartelli a maggiore superficie.

Il dimensionamento 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.

### **23.11.6. SOSTEGNI A PORTALE**

I sostegni a portale, monopali, attraversanti ( a cavalletto ) o sovrastanti ( a bandiera o a farfalla ) la sede stradale, saranno realizzati in acciaio o in alluminio con struttura a traliccio.

I portali dovranno essere conformi alle norme EN 12899-1 e UNI EN 12767. Per quanto riguarda i materiali dovrà esserne garantita la tracciabilità.

#### **23.11.6.1 STRUTTURA A PORTALE IN ACCIAIO**

I sostegni a portale, saranno realizzati in acciaio del tipo S275.

Il trattamento protettivo sarà costituito da una zincatura a caldo in bagno di zinco in vasca secondo le norme UNI EN ISO 1461.

I portali dovranno corrispondere alle seguenti caratteristiche :

- Le strutture avranno l'altezza dei ritti tale da consentire un franco utile di 5,50 m dal piano viabile.
- Le strutture devono essere calcolate in base alla zona sismica e all'azione del vento sulla struttura completa di targhe secondo normativa vigente tenendo conto anche della installazione di eventuali pannelli segnaletici luminosi..
- Le strutture devono essere opportunamente sagomate, saldate e rinforzate con fazzoletti di adeguato spessore, rispettando le misure indicate nei relativi calcoli di stabilità che dovranno essere eseguiti da un tecnico progettista abilitato , secondo le vigenti disposizioni di legge incaricato a cura e spese dell'impresa. L'impresa sarà responsabile circa la stabilità delle strutture progettate ed installate.
- L'impresa dovrà garantire il controllo e la stabilità delle saldature secondo il proprio Procedimento di saldatura conforme alla norma UNI EN 1418.
- Gli operatori impiegati per la realizzazione delle strutture saldate dovranno possedere il Certificato di Qualifica secondo la norma UNI EN 1418.
- I collegamenti delle strutture devono avvenire mediante flange di dimensioni adeguate e serrate con bulloni di classe 8.8 ( verificabili con Chiave dinamometrica ) e di sezione adeguate.

- Ancoraggio al plinto di fondazione in calcestruzzo mediante piastre, flange e tirafondi affogati nel calcestruzzo avente almeno  $R_{ck} = 250 \text{ kg/cm}^2$  se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08 per una profondità minima di 60 cm., tra loro connessi con collegamenti saldati.
- I plinti di fondazione devono essere armati con barre tonde ad aderenza migliorata del tipo specificato nel calcolo.
- Devono essere presentati alla D.L. la relazione di calcolo del portale e del relativo plinto di fondazione con allegati disegni esecutivi firmati in originale da un Ingegnere progettista iscritto all'Albo. Determinazione del peso effettivo della struttura, escluso armatura delle fondazioni e supporti di rinforzo delle targhe (IPE) presso organi competenti, con presentazione di idoneo documento.
- I calcoli di stabilità delle strutture a portale e della relativa fondazione, saranno a totale carico dell'Impresa, che rimane altresì l'unica responsabile per un periodo di dieci anni dalla data del Certificato di regolare esecuzione, della stabilità statica della struttura.
- Il dimensionamento delle strutture dovrà essere determinato dal progettista incaricato dall'Impresa ed approvato dalla D.L. secondo procedure predette.

#### 23.11.6.2 STRUTTURA A PORTALE IN ALLUMINIO

I portali dovranno essere eseguiti in tralicci in lega di alluminio estruso che garantiscano un peso ridotto, non tossici e non sono soggetti a corrosione degli agenti atmosferici.

I portali dovranno corrispondere alle seguenti caratteristiche :

- Le strutture avranno l'altezza dei ritti tale da consentire un franco utile di 5,50 m dal piano viabile.
- Le strutture devono essere calcolate in base alla zona sismica e all'azione del vento sulla struttura completa di targhe secondo normativa vigente tenendo conto anche della installazione di eventuali pannelli segnaletici luminosi.
- Le strutture devono essere opportunamente sagomate, saldate e rinforzate con fazzoletti di adeguato spessore, rispettando le misure indicate nei relativi calcoli di stabilità che dovranno essere eseguiti da un tecnico progettista abilitato, secondo le vigenti disposizioni di legge incaricato a cura e spese dell'impresa. L'impresa sarà responsabile circa la stabilità delle strutture progettate ed installate.
- L'impresa dovrà garantire il controllo e la stabilità delle saldature secondo il proprio Procedimento di saldatura conforme alla norma UNI EN 1418, Certificato da Ente abilitato.
- Gli operatori impiegati per la realizzazione delle strutture dovranno possedere il Certificato di Qualifica secondo la norma UNI EN 1418.
- I collegamenti delle strutture devono avvenire mediante flange di dimensioni adeguate e serrate con bulloni di classe 8.8 ( verificabili con Chiave dinamometrica ) e di sezione adeguate.

- Ancoraggio al plinto di fondazione in calcestruzzo mediante piastre, flange e tirafondi affogati nel calcestruzzo avente almeno  $R_{ck} = 250 \text{ kg/cm}^2$  se non diversamente indicato nella tabella al §3.1 Sez.08 per una profondità minima di 60 cm., tra loro connessi con collegamenti saldati.
- I plinti di fondazione devono essere armati con barre tonde ad aderenza migliorata del tipo specificato nel calcolo.
- Devono essere presentati alla D.L. la relazione di calcolo del portale e del relativo plinto di fondazione con allegati disegni esecutivi firmati in originale da un Ingegnere progettista iscritto all'Albo. Determinazione del peso effettivo della struttura, escluso armatura delle fondazioni e supporti di rinforzo delle targhe (IPE) presso organi competenti, con presentazione di idoneo documento.
- I calcoli di stabilità delle strutture a portale e della relativa fondazione, saranno a totale carico dell'Impresa, che rimane altresì l'unica responsabile per un periodo di dieci anni dalla data del Certificato di regolare esecuzione, della stabilità statica della struttura.
- Il dimensionamento delle strutture dovrà essere determinato dal progettista incaricato dall'Impresa ed approvato dalla D.L. secondo procedure predette.

#### 23.11.6.3 STRUTTURE TUBOLARI

Le strutture tubolari del tipo "a cavalletto", "a bandiera", "a farfalla" o "a palo", per il sostegno di segnaletica stradale, saranno composte da profilati tubolari di produzione standard in Fe 430 zincati a caldo e verniciati con prodotti per esterno, satinati opachi, della scala RAL come richiesta dalla DL.

- Monopalo: Traliccio di forma tronco-piramidale caratterizzato da un ingombro limitato alla base. La struttura metallica reticolare costituita da tubi a sezione circolare ha l'estremità alta che sborda superiormente alla targa al fine di accentuare l'elemento di verticalità e di consentire un collegamento visivo con la parte inferiore.
- Bandiera: Elemento della trave lenticolare, supportata da un pilastro in tubolari metallici a forma di cuneo, che emerge rispetto alla sagoma della trave. L'elemento della trave lenticolare sporge rispetto all'elemento verticale a richiamare la farfalla. L'appoggio di limitato ingombro può essere posizionato anche nelle situazioni più sfavorevoli. La bandiera può avere misure di sbraccio variabili.
- Farfalla: Elemento della trave lenticolare, supportata da un pilastro in tubolari metallici a forma di cuneo, che emerge rispetto alla sagoma della trave. L'appoggio di limitato ingombro può essere posizionato anche nelle situazioni più sfavorevoli. La farfalla può essere sia simmetrica sia asimmetrica con misure di sbraccio variabili.
- Cavalletto: Portale costituito da una doppia trave lenticolare sovrappassante la sede stradale in corrispondenza delle corsie più eventuale emergenza. I supporti, dovranno essere studiati per supportare le sollecitazioni dovute, principalmente, all'azione del vento e dovrà essere verificato anche al fine di poter supportare l'inserimento delle targhe luminose a messaggio variabile.

### **23.11.7. 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 dosato a quindici 2,5 di cemento tipo 325 per metro cubo di miscela intera granulometricamente corretta.

Il basamento dovrà essere opportunamente aumentato per i cartelli di maggiori dimensioni.

Le dimensioni maggiori saranno determinate dal Cottimista tenendo presente che sotto la sua responsabilità gli impianti dovranno resistere ad una velocità massima del vento di Km. 150/ora.

Resta inteso che tale maggiorazione è già compresa nel prezzo della posa in opera.

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 pialoni 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 sulla esattezza di tale posizione è riservata in modo insindacabile dalla Direzione dei Lavori e saranno ed esclusivo carico e spese della Società cottimista ogni operazione relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

## **23.12. SEGNALETICA COMPLEMENTARE**

### **23.12.1. DELINEATORI STRADALI**

#### **23.12.1.1 REQUISITI**

I delineatori o segnalimiti stradali rientrano tra i segnali complementari stabiliti dall'art.42 del Nuovo Codice della Strada. Dovranno avere i requisiti stabiliti dagli art. 172, 173 e 174 del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Nuovo Codice della Strada, approvato con D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 e successive modifiche e integrazioni. Per quanto non in contrasto con i succitati articoli del Codice, valgono le disposizioni impartite dall'ANAS con le circolari n° 13/84; 36/84 e 20/87.

Tali dispositivi rifrangenti dovranno risultare approvati dal Ministero LL.PP.

I segnalimiti dovranno, inoltre portare impressa, in vicinanza del dispositivo rifrangente, l'anno ed il trimestre di fabbricazione ed il marchio di fabbrica od il nominativo della Ditta costruttrice.

Nel caso in cui sia compresa nell'appalto anche la posa in opera, i segnalimiti dovranno essere spaziati di una distanza costante in rettilineo, al massimo di 50 m, ed infittiti in curva con criterio differenziale in relazione al raggio di curvatura. Gli intervalli di posa dovranno comunque essere il più possibile uniformi sullo stesso tratto di strada, in modo da costituire una guida ottica omogenea.

Indicativamente andrà adottata la spaziatura risultante dalla seguente tabella:

Raggio della curva in metri		Spaziatura longitudinale In metri
Fino	a 30	6
Da 30	a 50	8
Da 50	a 100	12
Da 100	a 200	20
Da 200	a 400	30
Oltre	400	Come in rettilineo

La spaziatura dovrà essere adeguatamente ridotta anche in rettilineo in zone particolarmente nebbiose.

I delineatori dovranno essere collocati preferibilmente a non meno di 50 cm dal bordo esterno della carreggiata.

L'altezza fuori terra del delineatore dovrà essere compresa fra i 70 e 110 cm; la sezione, preferibilmente trapezoidale con gli spigoli arrotondati, dovrà potersi inscrivere in un rettangolo di 10 x 12 cm con lato minore parallelo all'asse stradale.

I delineatori dovranno essere di colore bianco con fascia nera alta 25 cm, posta nella parte superiore, nella quale dovranno essere inseriti gli elementi rifrangenti volti verso le correnti di traffico interessate, con le seguenti modalità:

a) nelle strade a carreggiate a senso unico:

nel delineatore di destra, dovrà apparire un solo elemento rifrangente di colore giallo della superficie minima di 60 cmq; nel delineatore di sinistra dovranno apparire due elementi rifrangenti gialli, posti in verticale, ed opportunamente distanziati fra loro, ciascuno con superficie attiva minima di 30 cmq;

b) nelle strade a doppio senso di marcia:

sul lato destro dovrà apparire un elemento rifrangente di colore rosso, sul lato sinistro dovrà apparire un elemento rifrangente di colore bianco; entrambi gli elementi rifrangenti dovranno avere una superficie minima di 60 cmq.

I materiali e le caratteristiche dei delineatori dovranno essere tali da non costituire pericolo in caso di collisione da parte dei veicoli.

In presenza di barriere di sicurezza, muri, parapetti o altri impedimenti, i delineatori potranno essere sostituiti da elementi rifrangenti, fissati ai manufatti, aventi le medesime dimensioni e caratteristiche sopra descritte, posti anche sull'onda del nastro della barriera o al di sopra di esso; sarà opportuno che l'altezza da terra degli elementi rifrangenti sia la stessa di quelli inseriti nei delineatori normali.

I delineatori devono inoltre rispondere ai seguenti requisiti:

- peso del delineatore non inferiore a kg 1.600;
- peso dell'ancoraggio non inferiore a kg 0.300;
- manutenzione facile;
- trasporto agevole;

- resistenza agli agenti atmosferici;
- non rappresentare un pericolo per gli utenti della strada

Per quanto riguarda i dispositivi rifrangenti, essi devono soddisfare ai seguenti requisiti:

- costruiti con metacrilato di metile (prima qualità);
- caratteristiche ottiche stabili nel tempo e perfetta tenuta stagna onde evitare penetrazione di acqua e formazione di condensa;
- colore come da Regolamento di esecuzione ed attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 e successive modifiche e integrazioni;
- fissaggio stabile dell'inserito nel supporto.

#### 23.12.1.2 FORMA - DIMENSIONI - COLORI

Il delineatore ha la forma di un prisma cavo con la sezione normale a triangolo isoscele, chiuso all'estremo superiore da una faccia (triangolare) inclinata verso strada.

Il delineatore sarà posto in opera con la base del triangolo isoscele della sua sezione normale parallela all'asse della strada e con il vertice, opposto alla predetta base, rivolto alla sede stradale.

Le dimensioni esterne del delineatore sono le seguenti:

- Sezione retta - base ed altezza del triangolo isoscele rispettivamente: cm 10 e cm 12 con una tolleranza non superiore al 5%;
- Spessore delle pareti del delineatore - non inferiore a mm 2;
- Altezza del delineatore dal piano stradale - verso strada cm 100 - verso l'esterno cm 105;
- Altezza della parte interrata del delineatore per l'ancoraggio al suolo, diretto o a mezzo di apposito zoccolo - normalmente cm 30.

Tutti gli spigoli del manufatto devono essere arrotondati con arco di cerchio di circa cm 1 di raggio.

Nella zona superiore del delineatore, di colore nero, in entrambe le facce oblique rispetto alla strada, saranno applicati, in appositi alloggiamenti, i dispositivi rifrangenti di cui al precedente articolo, aventi forma regolamentare con il lato maggiore disposto orizzontalmente.

#### 23.12.1.3 MATERIALI

I segnalimiti saranno costituiti interamente da polietilene ad alta densità.

La parte di colore bianco dovrà presentare un tenore di biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>) di almeno il 2% quella di colore nero dovrà essere realizzata mediante pigmentazione in massa con nerofumo.

I parametri caratteristici del polimero (polietilene ad alta densità) dovranno presentare valori compresi nei limiti seguenti:

- 1 Indice di fluidità (Melt index): 0.2-0.4;
- 2 Densità: 0.95;

- 3 Carico di rottura (prima e dopo l'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti in un apparecchio "weather o meter" secondo le norme ASTM 4257 e D 1499- 59T):  
prima: 220 kg/cmq, pari a 22 N/mmq  
dopo: deve raggiungere almeno l'85% del valore iniziale
- 4 Allungamento a rottura (prima e dopo l'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti come sopra):  
prima: 35%;  
dopo: deve raggiungere almeno l'85% del valore dell'allungamento iniziale;
- 5 Resistenza all'urto del polimero pigmentato (prima e dopo l'esposizione ai raggi ultravioletti secondo le norme IZOD - ASTM 256-56T):  
prima: deve raggiungere un minimo di 9 Kg cm/cm  
dopo : deve raggiungere almeno l'80% del valore ottenuto prima dell'esposizione.

I dispositivi rifrangenti impiegati (art. 172 del Regolamento) saranno costituiti con metacrilato di metile con superficie rifrangente protetta a perfetta tenuta stagna ed aventi i seguenti valori di rifrangenza minimi:

- Bianco 50 mcd/lux per cmq.
- Giallo 20 mcd/lux per cmq.
- Rosso 12 mcd/lux per cmq.

Misurazioni effettuate a 20° di incidenza ed a 20' (1/3 di grado) di divergenza.

#### 23.12.1.4 PROVE E CONTROLLI DEL MATERIALE

##### a) Resistenza alla flessione

La prova consisterà nel sottoporre il segnalimite, tenuto incastrato in corrispondenza della sezione posta a cm. 70 dalla sommità, in una flessione del piano verticale di simmetria (normale dell'asse stradale), fino ad ottenere una deviazione di 45 gradi rispetto alla posizione normale, mantenendone per 5' tale deviazione.

La temperatura di prova non dovrà essere superiore ai 25° C.

Il risultato della prova sarà considerato favorevole se, eliminato il carico che ha provocato la flessione, il segnalimite assumerà la sua posizione originaria senza alcuna traccia di deformazione residua.

Saranno considerati accettabili i segnalimiti che, assoggettati alla prova meccanica di cui al presente paragrafo, ma alla temperatura di (5° + 1°) presenteranno una deviazione residua non superiore a 7°.

##### b) Resistenza agli agenti chimici (A.S.T.M.D.543):

La prova sarà effettuata secondo la procedura descritta nella norma A.S.T.M. D.543.

Le soluzioni aggressive impiegate per l'esecuzione della prova sono:

- Cloruro di sodio al 20%;
- Cloruro di calcio al 20%;
- Idrossido di ammonio al 10%;
- Acido cloridrico al 10%;
- Acido solforico al 10%;
- Olio minerale;
- Benzina.

L'accertamento di eventuali modificazioni occorse al segnalimite in esame sarà effettuato mediante pesata dello stesso prima e dopo l'immersione nelle soluzioni di cui sopra.

c) Controlli sulle caratteristiche del materiale plastico

Dovrà essere controllata in primo luogo la natura del materiale costituente il corpo del delineatore e cioè trattasi di polietilene ad ALTA DENSITÀ(HD).

A tale scopo sarà effettuata la prova della dissoluzione in etilene tricloro da parte del polimero in esame.

Resterà accertato che trattasi di polietilene ad alta densità (HD) se la quantità del polimero passata in soluzione è inferiore al 4% e se la quantità di etilene triclorico assorbita risulterà inferiore al 35%.

Per l'esecuzione della prova occorrerà disporre dei seguenti apparecchi e reagenti.

**APPARECCHI**

- Bilancia analitica
- Stufa a circolazione d'aria
- Mantello riscaldante
- Pallone da 100 cc.
- Refrigerante a ricadere
- Beker da 250 cc.

**REAGENTI**

- Etilene triclorico

La procedura della prova sarà la seguente:

- un campione cilindrico con diametro di mm 20 ed altezza di mm 2.4 - 4.0 viene pesato - P0 - con un'accuratezza di 0.001 g ed introdotto nel pallone;
- aggiungere 50 cc di etilene triclorico, innestare in refrigerante a ricadere e portare in ebollizione il solvente tramite il mantello riscaldante;
- mantenere per 30' un'ebollizione dolce;
- trascorso questo tempo prelevare il campione dal pallone ed introdurlo velocemente dentro un Beker contenente 100 cc di etilene tricloro avente una temperatura di 15-17 °C;



- dopo 7' di attesa prelevare il campione dal Beker, con carta da filtro, asciugarlo e pesare - P1 -;
- trasferirlo quindi in una stufa, preventivamente portata a  $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}$ ;
- dopo 4 ore di riscaldamento togliere il campione e metterlo per 10' in essiccatore;
- trascorso questo tempo, pesare - P2 con un'accuratezza di  $\pm 0,001\text{ g}$ ;
- dalle tre pesate - P0, P1, P2 - eseguite nel corso della procedura si risale alla quantità percentuale di solvente assorbita dal campione nel corso dell'ebollizione ed alla quantità percentuale del polimero e/o additivi persi dal campione stesso nel corso dell'ebollizione, secondo le seguenti formule;

Quantità percentuale di polimero e/o additivi passati in soluzione:  $(P1 - P2)/P2$

Quantità percentuale di solvente assorbito:  $(P0 - P2)/P0$

essendo:

P0 =           Peso iniziale del campione polimero

P0 - P2 =       Frazione di polimero e/o additivi passati in soluzione

P1 - P2 =       Quota di solvente assorbito

Gli ulteriori controlli riguarderanno i parametri caratteristici e precisamente:

- a) titolo del pigmento  $\text{TiO}_2$ ;
- b) indice di fluidità del polimero pigmentato;
- c) densità del polimero pigmentato;
- d) carico di rottura del polimero pigmentato;
- e) allungamento a rottura del polimero pigmentato;
- f) resistenza all'urto del polimero pigmentato.

#### 23.12.1.5 CATADIOTTI

Dovranno essere controllati i seguenti requisiti:

##### 1) Qualità

Il controllo è basato sul procedimento di immergere il catadiottro per cinque minuti in acqua calda a  $+ 80\text{ }^{\circ}\text{C}$  e immediatamente dopo, per altri cinque minuti, in acqua fredda a  $+ 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Dopo la prova il catadiottro dovrà risultare integro, a perfetta tenuta stagna, da controllare mediante pesature di precisione.

##### 2) Fissaggio

I catadiottri devono essere fissati al delineatore con dispositivi e mezzi idonei ad impedire l'asportazione.

##### 3) Omologazione

I catadiottri impiegati dovranno essere omologati presso il Ministero dei LL.PP. e presentare impresso il relativo numero di omologazione in conformità all'art. 192 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada.

##### 4) Valori minimi di rifrangenza dei catadiottri

- Bianco 50 mcd/(lux\*cmq) per cui il catadiottro da 60 cmq avrà 3000 mcd/lux.
- Giallo 20 mcd/(l lux\*cmq ) per cui il catadiottro da 60 cmq avrà 1200 mcd/lux quello da 30 cmq 600 mcd/lux.
- Rosso 12 mcd/(l lux\*cmq ) per cui il catadiottro da 60 cmq avrà 720 mcd/lux.

N.B. Valori misurati a 20° di incidenza ed a 20' (1/3 di grado) di divergenza.

#### 23.12.1.6 CONDIZIONI PER L'ACCETTAZIONE DEI DELINEATORI

A garanzia della conformità delle caratteristiche indicate nel presente Capitolato per i materiali con i quali sono fabbricati i delineatori e i catadiottri, la Ditta dovrà fornire alla Direzione dei Lavori una idonea certificazione (in originale o copia autenticata) rilasciata da Laboratori ufficiali.

Ad avvenuto espletamento della fornitura, la Direzione Lavori, in contraddittorio con la ditta fornitrice provvederà al prelievo dei campioni rappresentativi della fornitura.

Ogni campione sarà formato da una doppia serie di delineatori di 10 pezzi ciascuna da prelevarsi in ragione di uno ogni 5000. Delle due serie, una sarà inviata ad un laboratorio ufficiale autorizzato indicato dall'Amministrazione per le prescritte prove e controlli di cui agli articoli precedenti, l'altra resterà a disposizione per ulteriori prove in casi di controversie.

Per forniture fino a 5000 pezzi dovranno comunque essere prelevate le due serie di 10 pezzi come sopra indicato.

Qualora dalle analisi o prove fatte eseguire dalla Direzione dei Lavori si abbiano risultati non rispondenti alle prescrizioni, la Direzione dei Lavori ordinerà alla Ditta fornitrice la sostituzione immediata dell'intera partita di delineatori con altri aventi le caratteristiche prescritte e, in caso di mancata ottemperanza all'ordine di sostituzione, l'intera partita sarà rifiutata e dovrà essere ritirata a cura e spese della Impresa Appaltatrice.

Per tutto il maggior tempo decorrente dalla data di comunicazione da parte della stazione appaltante, della non rispondenza della fornitura e del relativo ordine di sostituzione fino alla data dell'effettiva completa sostituzione, da accertare con apposito verbale, con delineatori conformi ai requisiti prescritti, sarà applicata la penale prevista dal Contratto e dal presente Capitolato stabilita per casi di ritardo oltre il tempo utile contrattuale.

In caso di rifiuto della sostituzione della partita di delineatori contestata, si procederà in danno nei confronti della ditta aggiudicataria.

#### Certificazione tecnica

Si specifica qui di seguito la certificazione tecnica da produrre per la fornitura di delineatori in materiale plastico:

1) Certificato d'origine del polimero ad alta densità rilasciato dalla ditta produttrice contenente i valori standard dei seguenti parametri caratteristici:

indice di fluidità (Melt index);

densità;

carico di rottura;

allungamento e rottura;

2) Certificato rilasciato da Laboratorio ufficiale, attestante le seguenti caratteristiche del materiale costituente il delineatore:

- natura chimica del materiale costituente il delineatore, accertata con la prova di dissoluzione in etilenetricloro e relativo assorbimento;
- titolo di pigmento TiO<sub>2</sub>;
- densità del polimero pigmentato;
- indice di fluidità del polimero pigmentato;
- carico di rottura del polimero pigmentato;
- allungamento a rottura del polimero pigmentato;
- resistenza all'urto del polimero pigmentato.

3) Certificato di omologazione del catadiottro rilasciato dal Ministero dei LL.PP. e lo stesso deve riportare impresso il relativo numero di omologazione in conformità all'art.192 del Regolamento;

4) Certificato di qualità attestante la perfetta tenuta stagna del catadiottro.

#### 23.12.1.7 DISPOSITIVI LUMINOSI DI DELINEAZIONE

Il sistema di delineazione modulare luminoso da installare su barriere di tipo metallico o cementizio al fine di evidenziare punti pericolosi, curve, gallerie, e tratti di strada interessati da nebbia o da condizioni di scarsa visibilità è composto di tubi in policarbonato trasparente dal diametro di 100 mm., di spessore 0.5 mm. e della lunghezza di 6m., rivestiti internamente da una pellicola di policarbonato con superficie strutturata a microprismi che consentono la riflessione totale delle radiazioni luminose.

Ogni 30 m. il sistema è equipaggiato da un illuminatore costituito da un proiettore a tenuta stagna entro cui è inserita una lampada alogena puntiforme a bassa tensione (12V, 50 W), un filtro in pyrex per ottenere emissioni di luce colorata (giallo, rosso/bianco a seconda della tipologia di strada) e un trasformatore toroidale 48 V. Se la strada su cui deve essere eseguita l'installazione è a doppio senso di marcia il dispositivo deve essere di tipo bidirezionale utilizzando due proiettori luminosi applicati alle due estremità del tubo ogni 30 metri. I tubi sono raccordati tra loro mediante speciali manicotti in gomma siliconica trasparente. La posa del dispositivo tubolare avviene con culle in alluminio anodizzato collegate a staffe ad "U" in acciaio zincato che attraverso una fascia bloccano il tubo alla culla, permettendo nel contempo le dilatazioni dovute alle escursioni termiche.

Ogni tubo deve essere supportato da almeno tre staffe e relative culle ed essere perfettamente allineato sia in verticale sia in orizzontale in modo da formare una linea continua e di uniforme altezza. Le barriere in particolare non devono avere differenze di altezze superiori ai 10 cm. La distanza tra un modulo di 30 m. ed il successivo deve essere tale da permettere una facile sostituzione delle lampade all'interno dei proiettori di

luce (minimo 40 cm., massimo 60 cm.). Il sistema deve essere sigillato con adeguati materiali siliconici al fine di evitare la penetrazione di materiale estraneo all'interno dei tubi.

In particolare, dalla parte opposta alla sorgente luminosa deve essere inserito un contenitore di cristalli di gel di silice per il riassorbimento di eventuali tracce di umidità.

Ogni impianto deve essere collegato ad una centralina di alimentazione con potenza variabile di 750, 1000, 1500, 2000 e 3000 Watt, 50 Volt, a seconda della lunghezza dell'impianto stesso. Il sistema può essere a luce fissa o, attraverso un dispositivo da inserire nella centralina, a luce intermittente per applicazioni in zona cantiere o per particolari situazioni (incidenti, ghiaccio, pioggia, nebbia, ecc.). La progettazione, l'esecuzione e i relativi materiali componenti l'impianto debbono essere conformi alle norme CEI e quindi alle certificazioni da esibire.

In ottemperanza all'art. 174 del Regolamento di Attuazione del Nuovo Codice della Strada comma 3/g, il sistema deve essere approvato da parte del Ministero dei Lavori Pubblici che ne autorizza l'uso.

## **23.12.2. CONI**

### **23.12.2.1 GENERALITA'**

Il cono deve essere usato per delimitare ed evidenziare zone di lavoro di breve durata, per deviazioni ed incalcanamenti temporanei, per indicare aree interessate da incidenti o per la separazione provvisoria di opposti sensi di marcia. Per i cantieri in autostrada, strada extraurbana principale e urbana di scorrimento devono essere utilizzati coni con tre fasce bianche e altezza superiore a 50 cm. I coni devono essere omologati da parte del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

I coni flessibili devono essere usati secondo le disposizioni previste per l'art.34 del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della Strada. Coerentemente con quanto previsto all'art.79 dello stesso Regolamento, i coni devono essere visibili di giorno come di notte.

I coni dovranno essere realizzati in gomma di buona qualità e dovranno avere il corpo di colore rosso.

Sulla base di ogni cono sarà chiaramente impresso in maniera indelebile il nome del costruttore ed il relativo numero di autorizzazione alla costruzione dei segnali rilasciato dal Ministero dei Lavori Pubblici.

### **23.12.2.2 FORMA**

L'altezza dei coni dovrà essere di norma superiore a 50 cm. con la stessa configurazione riportata alla figura Il 396 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada (preferibile base poligonale). Dovranno avere una forma idonea tale da garantire, se impilati, di incastrarsi l'uno con l'altro senza danneggiare il materiale retroriflettente.

I coni devono avere un'adeguata base di appoggio per garantire la necessaria stabilità durante le normali condizioni d'uso.

### 23.12.2.3 PESO

Il peso dei coni, comprensivi della base, dovrà essere superiore a 2,0 kg.

Per condizioni d'uso particolari dovrà essere previsto un peso totale superiore a 3,0 kg.

### 23.12.2.4 CARATTERISTICHE COLORIMETRICHE CORPO DEL CONO

#### SUPERFICIE NON RIFLETTENTE

Quando sottoposto a prove secondo le procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.51.2 (1986),utilizzando l'illuminante normalizzato D65, geometria 45/0, il colore rosso del corpo deve essere conforme alla tabella 1 come appropriato.

COLORE	1		2		3		4		FATTORE DI LUMINANZA
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
ROSSO	0,690	0,310	0,575	0,316	0,521	0,371	0,610	0,390	≥ 0,11

#### SUPERFICIE RETRORIFLETTENTE

Quando sottoposti a prove secondo le procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.15.2 (1986),utilizzando l'illuminante normalizzato 065, geometria 45/0, i colori delle pellicole retroriflettenti,bianco oppure rosso serigrafato, devono essere conformi ai valori previsti nella tabella 1 deldisciplinare tecnico del Ministero dei LL.PP. pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

### 23.12.2.5 CARATTERISTICHE FOTOMETRICHE

Secondo quanto previsto all'art.36 del Regolamento, le fasce di colore bianco (oppure il materiale retroriflettente a fasce alterne bianche e rosse) devono avere un coefficiente areico di intensita'luminosa R' iniziale non inferiore ai valori minimi prescritti per i vari angoli di divergenza e di illuminazione nella tabella III del disciplinare tecnico del Ministero dei LL.PP. pubblicato con D.M. 31marzo 1995. Le misure sono eseguite in conformita' alle procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.54 (1982),utilizzando l'illuminante normalizzato A.

### 23.12.2.6 CARATTERISTICHE COMPORTAMENTALI DEL MATERIALE RETRORIFLETTENTE

Il materiale retro riflettente che costituisce le fasce di colore bianco (oppure le fasce alternate bianche e rosse) supera le prove di resistenza previste ai paragrafi 4.4, 4.5, 4.6, 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11 deldisciplinare tecnico del Ministero dei Lavori Pubblici pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

L'adesione del materiale retro riflettente alla superficie del cono deve essere adeguatamente dimostrata. In particolare, dopo aver praticato un taglio verticale per tutta l'altezza della pellicola, quest'ultima non deve subire un distacco dalla base del cono superiore a 1 mm.

### **23.12.2.7 CARATTERISTICHE COMPORTAMENTALI DEL CONO FINITO**

I coni flessibili devono essere stabili, resistenti alle cadute, resistenti agli impatti a basse temperature. In attesa di prove specifiche definite, valgono le prove descritte ai paragrafi 7.4, 7.5, 7.6 del progetto di norma europea "Attrezzature stradali - Segnali stradali portatili - coni e cilindri", riferimento EN 13422.

In particolare sono richiesti i seguenti requisiti:

- a) Stabilità: dopo aver applicato una forza orizzontale pari a 6 N, il cono non deve subire alcun ribaltamento.
- b) Resistenza all'impatto a basse temperature: raffreddato ad una temperatura di  $-25^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$  e colpito da una sfera di  $0,9 \pm 0,045 \text{ kg.}$ , il cono non deve subire alcun danneggiamento tipo fessurazioni della gomma e della pellicola.

Dopo la prova il cono deve ritornare nella sua forma originale.

- c) Resistenza alla caduta:

il cono, raffreddato a  $-18^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$  e lasciato cadere liberamente da un'altezza di  $1500 \pm 50 \text{ mm.}$ , non deve subire alcuna rottura o deformazione permanente sia nel cono che negli inserti retro riflettenti.

L'impresa, ai sensi del D.Leg.vo 358/92 e del DPR 576/94, deve presentare all'Amministrazione, tutta la certificazione inerente il superamento dei requisiti sopra elencati.

### **23.12.3. DELINEATORE FLESSIBILE DI CORSIA LAMELLARE**

Il delineatore dovrà risultare conforme a quanto prescritto dal regolamento del nuovo codice della strada e successive modifiche.

#### **23.12.3.1 CARATTERISTICHE GENERALI**

I delineatori flessibili, devono essere usati secondo le disposizioni previste nell'art. 34 del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada e posizionati in conformità agli schemi segnaletici previsti nel DM 10 luglio 2002. Coerentemente con quanto previsto nell'art. 79 dello stesso regolamento, i delineatori devono essere visibili di giorno come di notte. A tale scopo essi devono essere riflettorizzati con 3 inserti di colore bianco per ciascuna faccia o interamente rifrangenti.

I delineatori devono essere realizzati in gomma.

Sulla base di ogni delineatore deve essere chiaramente impresso in maniera indelebile il nome del costruttore.

### 23.12.3.2 FORMA

In attesa di omologazioni specifiche e definitive, valgono i requisiti di seguito riportati

1 L'altezza dei delineatori deve essere superiore a 30 cm.

2 Parte verticale:

Dovrà essere di forma trapezoidale e dovrà apparire di colore rosso (vedi EN 13422 tab. 3 ).

Detta colorazione dovrà essere realizzata mediante vernici inalterabili e resistenti agli agenti atmosferici.

Sulla stessa parte verticale dovranno essere applicati 6 inserti (3 per ciascuna faccia) di pellicola retroriflettente di classe 2 con adesivo specifico per gomma.

3 Base:

la base dovrà essere in gomma nera.

Detta base di forma rettangolare sarà dotata nella faccia inferiore di opportune scanalature che consentano la massima efficienza dei collanti che vengono di norma adottati per il fissaggio dei delineatori alla pavimentazione.

### 23.12.3.3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Gomma per parte verticale del delineatore (base esclusa):

Miscela vergine SBR

Resistenza alla rottura per trazione (UNI 6065) non inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>

Allungamento alla rottura per trazione (UNI 6065) non inferiore al 180%

Resistenza alla lacerazione (UNI 4914) non inferiore a 30 N

Durezza shore A (UNI EN ISO 868:2005) comprese fra 65 e 85

Conforme a quanto previsto dalla norma UNI EN ISO 4892 (il valore della resistenza a rottura per trazione, dopo l'esposizione di 50 ore ai raggi UV non deve diminuire più del 10% e l'allungamento non più del 15%).

L'impresa, ai sensi del D.leg. 358/92 e del DPR 573/94, dovrà presentare alla Direzione Lavori, tutta la certificazione inerente il superamento dei requisiti sopra elencati.

Relativamente alle pellicole di classe 2 la ditta aggiudicataria dovrà presentare un rapporto di prova emesso da uno dei laboratori accreditati e citati nel DM 31/3/1995 attestante la rispondenza dei valori minimi fotometrici e colorimetrici relativi alla tab. 1 e 3 del DM stesso. Inoltre il rapporto di prova dovrà dimostrare la rispondenza dei valori minimi fotometrici e colorimetrici come sopra sui campioni di pellicola sottoposti alle seguenti prove tecnologiche:

invecchiamento accelerato strumentale, resistenza a nebbia salina, calore, freddo e carburanti.

Prove da eseguirsi secondo le modalità descritte al capitolo 4 del sopra citato D.M.

Infine la Ditta aggiudicataria dovrà presentare 1 campione per tipo richiesto.

La mancata presentazione di quanto sopra descritto e/o la non conformità alle caratteristiche specificate nel seguente capitolato, comporterà il rifiuto del materiale e l'eventuale rescissione in danno del contratto.

#### **23.12.4. OCCHI DI GATTO**

Dispositivi retro riflettenti integrativi dei segnali orizzontali in policarbonato o speciali resine dotati di corpo e parte rifrangente dello stesso colore della segnaletica orizzontale di cui costituiscono rafforzamento.

Ai sensi dell' art. 153 del Regolamento d'esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, approvato con D.P.R. 495 del 16.12.92 e successive modifiche ed integrazioni, i dispositivi retroriflettenti integrativi quali gli occhi di gatto devono essere approvati dal Ministero dei lavori Pubblici. Copia di tale approvazione, unita mente agli altri certificati richiesti, dovrà essere presentata dall'Impresa concorrente.

Dimensioni del corpo: come previste dal Regolamento art.153.

Il suddetto dispositivo dovrà essere fissato al fondo stradale con idoneo adesivo secondo le prescrizioni della ditta produttrice.

Le caratteristiche tecniche dei dispositivi denominati "occhi di gatto" dovranno rispondere alla Norma Europea EN 1463-1; in particolare:

a) per uso permanente (EN 1463-1 )

- classificazione: tipo 3A

- proprietà fotometriche: classe PRP1, i valori fotometrici non dovranno essere inferiori a quelli previsti nella tabella 4 (tipo 3) per il colore bianco;

- colore: classe NCR1, i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 9.

b) per uso temporaneo (EN 1463-1 )

- classificazione: tipo 3A

- proprietà fotometriche: classe PRTI, i valori fotometrici non dovranno essere inferiori a quelli previsti nella tabella 6 (tipo 3) per il colore giallo e non inferiori a quelli previsti nella tabella 5 per gli altri colori:

1) colore dell'inserito rifrangente = > classe NCR 1 e i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tab.9;

2) colore del corpo = > classe DCR 1 e i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 10.

Oltre ai certificati relativi alle proprietà fotometriche e al colore, comprovanti la rispondenza ai valori previsti nella norma EN1463-1, l'impresa deve presentare:

- omologazione del Ministero LL. PP. per i tipi rispondenti alla classificazione sopra descritta;

- certificato relativo alle prove di impatto;

- certificato relativo alle prove di penetrazione dell' acqua;

- certificato relativo alla resistenza alla temperatura;

- certificato relativo alla resistenza alla compressione.

I certificati di cui al presente articolo, qualora presentati in copia, dovranno essere identificati da parte della Ditta produttrice con una vidimazione rilasciata in originale. Tale vidimazione dovrà essere compiuta in data non anteriore a 30 giorni dalla data di fornitura del materiale in cantiere.



La presentazione di documenti incompleti o insufficienti non rispondenti alle norme vigenti e a quelle particolari del presente capitolato, potrà comportare la non accettazione da parte del D.L. del materiale.

La fornitura da parte dell'impresa di materiali diversi da quelli dichiarati, costituirà motivo di non accettazione da parte del D.L. con l'immediata rimozione e allontanamento a cura e spese dell'impresa dei materiali non accettati e non rispondenti ai requisiti richiesti.

### **23.12.5. DISPOSITIVO PER LA RIFLETTORIZZAZIONE DEGLI ALBERI**

#### **23.12.5.1 GENERALITA'**

Il dispositivo in oggetto consente di riflettorizzare l'ingombro degli alberi presenti a bordo strada in maniera permanente.

Per le strade a doppio senso di marcia, l'eventuale applicazione bifacciale del dispositivo riflettente deve prevedere i colori ROSSO e BIANCO, ovvero GIALLO sulle strade con senso unico di marcia.

Il sistema di fissaggio al fusto, realizzato esclusivamente tramite cinghie elastiche adattabili a misura, permetterà una totale compatibilità ambientale non interferendo con la crescita della pianta ovvero arrecando alcun tipo di danneggiamento.

Il dispositivo combina differenti mescole di gomma per assicurare la conformabilità del dispositivo e l'elasticità necessaria al sistema di fissaggio.

Il supporto di forma rettangolare sarà dotato di fori in corrispondenza degli spigoli.

Il bloccaggio della cinghia elastica sarà garantito da apposite fascette in materiale plastico.

#### **23.12.5.2 CARATTERISTICHE TECNICHE E DIMENSIONALI DEI COMPONENTI**

- Il supporto, con dimensioni 200 x 250 mm., dovrà essere realizzato in gomma naturale di spessore 3 mm. Con durezza minima pari a 70 shore.

- La cinghia elastica in gomma dovrà avere un diametro di 6 mm., dovrà essere realizzata in gomma a struttura cellulare chiusa, che dovrà resistere a temperature da -30 gradi C a + 85 gradi C con accorciamento/allungamento lineare inferiore al 5% dopo 22 ore ad una temperatura di 70 gradi.

- Le fascette per il bloccaggio dovranno essere di tipo per esterno.

- L'insero rifrangente montato sul supporto in gomma, di dimensioni 148 x 198 mm. sarà in classe 2 (pellicole sperimentali).

Per ottenere un'efficienza ottimale dalla particolare applicazione del suddetto dispositivo, la pellicola retroriflettente dovrà possedere una grande angolarità superiore, come riportato nel Capitolo 4 del "Manuale Tecnico della Segnaletica Stradale" dell' ANAS redatto dal Gruppo Tecnico della Sicurezza Stradale e nella TAB. IV paragrafo 4.2.1 "Prescrizioni" delle presenti norme tecniche.

La suddetta pellicola retroriflettente, oltre a rispondere alle specifiche riportate nel capitolato tecnico, dovrà avere una resistenza all'abrasione ASTM 4060-84 con mole abrasiva e carico applicato di 500 g $\pm$  3,2 mg ed una resistenza ad imbutitura dinamica (urto) ASTM D 2794 - 93  $\geq$  85Kg/cm.

## **23.13. SEGNALETICA ORIZZONTALE CON PITTURA A SOLVENTE**

### **23.13.1. GENERALITA'**

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 dalla Direzione Lavori..

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.

### **23.13.2. 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 e alle sfere di vetro premiscelate.

In particolare si dovranno fornire i seguenti dati:

- potere coprente del prodotto in m<sup>2</sup>/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;
- resistenza agli agenti chimici della pellicola;
- contenuto di perline perfettamente sferiche ed esenti da difetti;
- indice di rifrazione delle perline;
- contenuto di perline nella pittura;
- granulometria delle perline;
- resistenza agli acidi delle perline.
- 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.

### **23.13.3. 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 1436/2008, 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 microsfeere, 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.

#### **23.13.4. PROVE DI LABORATORIO DELLA 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<sup>2</sup>/kg (ISO 2814, UNI ISO 3905:1990).

**b) *Densità***

La densità della pittura, determinata a 25 °C, dovrà essere  $\geq 1,7$  kg / l (ASTM D 1475-60).

E' ammessa una tolleranza di  $\pm 0,1$  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 essiccaimento***

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 essiccaimento 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 µm, 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:

LIQUIDI DI PROVA	TEMPERATURA ° C	DURATA IN MINUTI PRIMI
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 µm, 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 10559:1996).

**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 1436/2008, 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 9397:1989).

### **23.13.5. PROVE DI LABORATORIO SULLE SFERE DI VETRO PREMISCELATE E POSTSPRUZZATE**

**a)** *Contenuto di perline perfettamente sferiche ed esenti da difetti.*

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di inclusioni gassose, e, almeno per il 90 % del peso totale, dovranno avere forma sferica e non dovranno essere saldate insieme (ASTM D 1155-53). Le imperfezioni delle microsfeere di vetro potranno essere valutate applicando anche le metodologie previste nell'appendice C e D della norma UNI EN 1423/2008.

**b)** *Indice di rifrazione.*

Le sfere di vetro dovranno avere un indice di rifrazione superiore a 1,5.

Il metodo per la determinazione dell'indice di rifrazione è quello descritto dalla norma UNI 1423/20048

**c)** *Contenuto di perline nella pittura.*

La percentuale in peso delle sfere di vetro contenute in ogni chilogrammo di pittura dovrà essere compresa tra il 30 e il 40 % in peso (AM-P.01/14; UNI EN 12802/2011).

**d)** *Granulometria.*

La granulometria delle microsfeere di vetro contenute nella pittura (premiscelate), determinata con il metodo ASTM D 1214-58, dovrà essere conforme alle caratteristiche indicate nella seguente tabella:

Setaccio ASTM N°	Luce netta in mm	% Passante in peso
70	0.210	100
140	0.105	15 - 55
230	0.063	0 - 10

La granulometria delle microsfeere di vetro da utilizzare per la postspruzzatura (operazione necessaria per ottenere i valori minimi di retroriflessione notturna previsti dalla norma UNI EN 1436/2008) dovrà essere corrispondente alla granulometria indicata nel prospetto n. 3 della norma UNI EN 1423/2008 (granulometria media):

Setaccio ASTM N°	Luce netta in mm	% Passante in peso
25	0.707	98 - 100
30	0.595	90 - 100
45	0.354	30 - 70
70	0.210	0 - 30
120	0.125	0 - 5

Il dosaggio in microsfeere di vetro postspruzzate dovrà essere compreso tra 250 e 350 g/m<sup>2</sup>.

**e)** *Resistenza all'acqua, all'acido cloridrico, al cloruro di calcio e al solfuro di sodio*

Le sfere di vetro dovranno essere sottoposte alle prove indicate nell'appendice B della norma UNI EN



1423/2008 e non dovranno subire alcuna alterazione (velatura, opacizzazione) quando sono messe in contatto con l'acqua, con l'acido cloridrico diluito in una soluzione tamponata per ottenere un pH compreso tra 5.0 e 5.3, con il cloruro di calcio e il solfuro di sodio.

Al termine della prova si rilevano al microscopio gli eventuali cambiamenti delle superfici delle perline sottoposte all'attacco degli acidi e si confrontano le microsfere trattate con quelle non trattate.

## **23.14. SEGNALETICA ORIZZONTALE A BASE D'ACQUA**

### **23.14.1. GENERALITA'**

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 dalla Direzione Lavori.

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.

### **23.14.2. 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
- 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
- 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.

### **23.14.3. 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'infiammabilità.

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.

#### **23.14.4. 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 8362:1982.

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 7543/2-2004, 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

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 9397:1989).

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.

## **23.15. SEGNALETICA ORIZZONTALE A BASE DI ACQUA BICOMPONENTE**

### **23.15.1. 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 dalla Direzione lavori.

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.

### **23.15.2. 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.

### **23.15.3. 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.

### **23.15.4. PROVE DI LABORATORIO SULLA PITTURA**

- **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).

- **Densità**

La densità della pittura, determinata a 25° C, dovrà essere uguale o maggiore a 1.5 kg/l (ASTM D 1475-60).



- **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.

- **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 8362:1982.

- **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 EN ISO 3251).

- **Resistenza agli agenti chimici**

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 250  $\mu\text{m}$ , 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:

- **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).

- **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.

- 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 9397:1989).

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' (*)
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.

- 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, 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

1436:2008, 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	0.3 55	0.3 05	0.2 85	0.3 35
	Y	0.3 55	0.3 05	0.3 25	0.3 75
Giallo (classe Y1)	X	0.4 43	0.5 45	0.4 65	0.3 89
	Y	0.3 99	0.4 55	0.5 35	0.4 31
Giallo (classe Y2)	X	0.4 94	0.5 45	0.4 65	0.4 27
	Y	0.4 27	0.4 55	0.5 35	0.4 83

Il fattore di luminanza □ 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.

- 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 9397:1989).

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.

## 23.16. SEGNALETICA ORIZZONTALE BICOMPONENTE A FREDDO

### 23.16.1. 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 dalla Direzione lavori.

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.

### **23.16.2. 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.

### **23.16.3. CARATTERISTICHE DELLA PITTURA**

Questo pittura è costituita da due tipi di prodotto:

- il primo ha al suo interno una miscela di cariche (calcari, 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 microsfere 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.

#### **23.16.4. PROVE DI LABORATORIO SULLA PITTURA**

- Potere Coprente
- Densità

La densità della pittura, determinata a 25°C, dovrà essere tra 1,5 e 1,7 kg/l (UNI EN ISO 2811-1).

- 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 8362:1982.

- 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 è considerato valido sia per la pittura bianca che per quella gialla (UNI EN ISO 3251).

- Resistenza agli agenti chimici

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 250  $\mu\text{m}$ , 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.

- 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, 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 7543/2-2004, 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 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.

- 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 9397:1989).

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.

- 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.



## **23.17. SEGNALETICA ORIZZONTALE IN TERMOSPRUZZATO PLASTICO (SPRAY PLASTIC)**

### **23.17.1. GENERALITA'**

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 dalla Direzione Lavori.

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.

I bordi delle strisce, linee di arresto, zebature, scritte ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

L'Appaltatore dovrà assumersi la responsabilità del risultato dei lavori e fornire scheda tecnica del produttore dei materiali contenente sia le modalità di applicazione (quantitativi di materiale da utilizzare, sistema di applicazione, scheda di applicazione ecc. ecc.) che i dati richiesti nel presente capitolato con specifica assunzione di responsabilità riguardo al mantenimento delle caratteristiche richieste per tutto il periodo di garanzia previsto dal capitolato e copia di certificati di durabilità dei materiali rilasciati da campi prova su strada operanti in situazioni climatiche confrontabili con quelle italiane.

### **23.17.2. COMPOSIZIONE DEL MATERIALE**

Lo spruzzato termoplastico è costituito da una miscela di aggregati di colore chiaro, microsfere di vetro, pigmenti coloranti e sostanze inerti, legate insieme con resine sintetiche termoplastiche, plastificate con olio minerale.

La proporzione dei vari ingredienti è tale che il prodotto finale, quando viene liquefatto, può essere spruzzato facilmente sulla superficie stradale realizzando una striscia uniforme di buona nitidezza.

Gli aggregati sono costituiti da sabbia bianca silicea, calcite frantumata, silice calcinata, quarzo ed altri aggregati chiari ritenuti idonei.

Le microsfere di vetro devono avere buona trasparenza, per almeno l'80%, ed essere regolari (sferiche) e prive di incrinature; il loro diametro deve essere compreso tra mm 0,2 e mm 0,8 (non più del 10% deve superare il setaccio di 420 micron).

Il legante, costituito da resine sintetiche da idrocarburi, plastificate con olio minerale, non deve contenere più del 5% di sostanze acide.

Le resine impiegate dovranno essere di colore chiaro e non devono scurirsi eccessivamente se riscaldate per 16 ore alla temperatura di 150 gradi °C.

L'insieme degli aggregati, dei pigmenti e delle sostanze inerti, deve avere il seguente fuso granulometrico (analisi al setaccio):

Percentuale del passante in peso e quantità del prodotto impiegato

		min	max
setaccio 3.200 micron	100	-	
setaccio 1.200 micron		85	95
setaccio 300 micron		40	65
setaccio 75 micron		25	35

Lo spessore della pellicola di spruzzato termoplastico deve essere di norma di mm 1,50 accertabile con sistema di analisi di immagine o sistemi equivalenti.

Nel caso di conglomerato bituminoso drenante è obbligatorio effettuare un ripasso della segnaletica entro 6 mesi dalla stesa.

La percentuale in peso delle microsfere di vetro rispetto allo spruzzato termoplastico non deve essere inferiore al 12%. In fase di stesura dello spruzzato termoplastico, dovrà essere effettuata una operazione supplementare di perlatura a spruzzo sulla superficie della striscia ancora calda, in ragione di circa g/mq 300 di microsfere di vetro.

### 23.17.3. **CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELLO SPRUZZATO**

- Punto di infiammabilità: superiore a 230 gradi °C;
- Punto di rammollimento o di rinvenimento: superiore a 80 gradi °C;
- Resistenza alle escursioni termiche: da sotto 0 gradi a + 80 gradi °C;
- Resistenza della adesività: con qualsiasi condizione meteorologica (temperatura - 25 gradi °C + 70 gradi °C, sotto l'influenza dei gas di scarico ed alla combinazione dei sali con acqua - concentrazione fino al 5% - sotto l'azione di carichi su ruota fino ad otto tonnellate;

- e) Resistenza alla corrosione: il materiale deve rimanere inalterato se viene immerso in una soluzione di cloruro di calcio, a forte concentrazione, per un periodo di 4 settimane;
- f) Resistenza alla pressione ad alta temperatura: (secondo il metodo di prova delle Norme Inglesi - punto 11/b) dopo un'ora il peso di g 100, dal diametro di mm 24, non deve essere penetrato nel campione, ma aver lasciato soltanto una leggera impronta;
- g) Resistenza all'urto a bassa temperatura: (secondo il metodo di prova delle Norme Inglesi - punto 11/c) dopo la prova d'urto il campione non deve rompersi né incrinarsi alla temperatura di -1 °C.

#### **23.17.4. SISTEMA DI APPLICAZIONE**

La segnaletica orizzontale realizzata con spruzzato termoplastico, dovrà essere applicata a spruzzo con idonea attrezzatura. Il risultato da ottenere dovrà essere una striscia netta, diritta senza incrostazioni o macchie, con gli accorgimenti richiesti per le perline post spruzzate.

La macchina spruzzatrice deve essere fornita di un selezionatore automatico che consenta la realizzazione delle strisce tratteggiate senza premarcatura ed alla normale velocità di applicazione dello spruzzato termoplastico.

Lo spruzzato termoplastico dovrà essere applicato su manto stradale asciutto ed accuratamente pulito a cura e spese dell'Appaltatore anche da vecchia segnaletica orizzontale in vernice.

Lo spessore delle strisce e delle zebraature deve essere di media di mm 1,50, mentre lo spessore delle frecce e delle scritte deve essere di mm 2,50.

#### **23.17.5. 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 83621982.

**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 è considerato valido sia per la pittura bianca che per quella gialla (UNI EN ISO 3251).

**e) Resistenza agli agenti chimici**

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 250  $\mu$ m, 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.

**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, 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 7543/2-2004, 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 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 9397:1989).

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).

**i) 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.

## **23.18. 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 ISO 9001

## **23.19. SEGNALETICA ORIZZONTALE PERMANENTE - MATERIALI PREFORMATI RETRORIFRANGENTI**

La segnaletica orizzontale realizzata in preformato retro rifrangente dovrà attenersi alla normativa di cui all'art.40 del D. Lgs n. 285 del 30.04.1992 e del suo regolamento di esecuzione approvato con D.P.R. n. 495 del 16.12.1992, in particolare dall'art. 137 all'art.155 come modificato dal D.P.R.n.610 del 16-9-1996.

Il materiale in oggetto dovrà essere costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo con polimeri di alta

qualità, contenente una dispersione di microgranuli ad alto potere antisdrucchiolo e dimicrosfere in vetro "TIPO A" o in ceramica "TIPO B e C" (o equivalente) con caratteristiche infrariflettenti tali da conferire al laminato stesso un alto e continuato potere retro riflettente.

Per garantire una buona stabilità del colore ed un ancoraggio ottimale delle microsfere, il prodotto dovrà essere trattato in superficie con una speciale resina.

Il laminato elastoplastico autodesivo potrà essere posto in opera ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso, o su pavimentazioni già esistenti mediante uno speciale "Primer", da applicare solamente sul manto d'asfalto.

Il laminato dovrà inoltre essere in grado di conformarsi perfettamente alla pavimentazione stradale attraverso l'azione del traffico, ed essere, dopo l'applicazione, immediatamente transitabile.

Il laminato potrà essere utilizzato per la realizzazione di segnalamenti orizzontali longitudinali, simboli e iscrizioni di ogni tipologia.

## **23.20. PRESTAZIONI DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE**

---

Il presente paragrafo richiama la norma europea UNI EN 1436/2008 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 1436/2008.

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).

## **23.21. REQUISITI**

---

### **23.21.1. GENERALITÀ**

I requisiti che la segnaletica orizzontale deve possedere, definiti SOGLIE DI ACCETTABILITÀ, ai sensi della norma europea sopra specificata, UNI EN 1436/2008, 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.

### **23.21.2. 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 Qd, espresso in  $mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$ . 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 Qd:

**$Qd \geq 100 mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$ , corrispondente alla classe Q2.**

### **23.21.3. 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 retroriflessa RL, espressa in  $mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$ . Il coefficiente di luminanza retroriflessa 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  $\geq 150 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ , corrispondente alla classe R3;

In condizioni di bagnato deve rispettare il seguente valore minimo di RL :

RL  $\geq 35 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ , corrispondente alle classi RW2, salvo che si usino i sistemi di emersione delle parti retroriflettenti.

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)

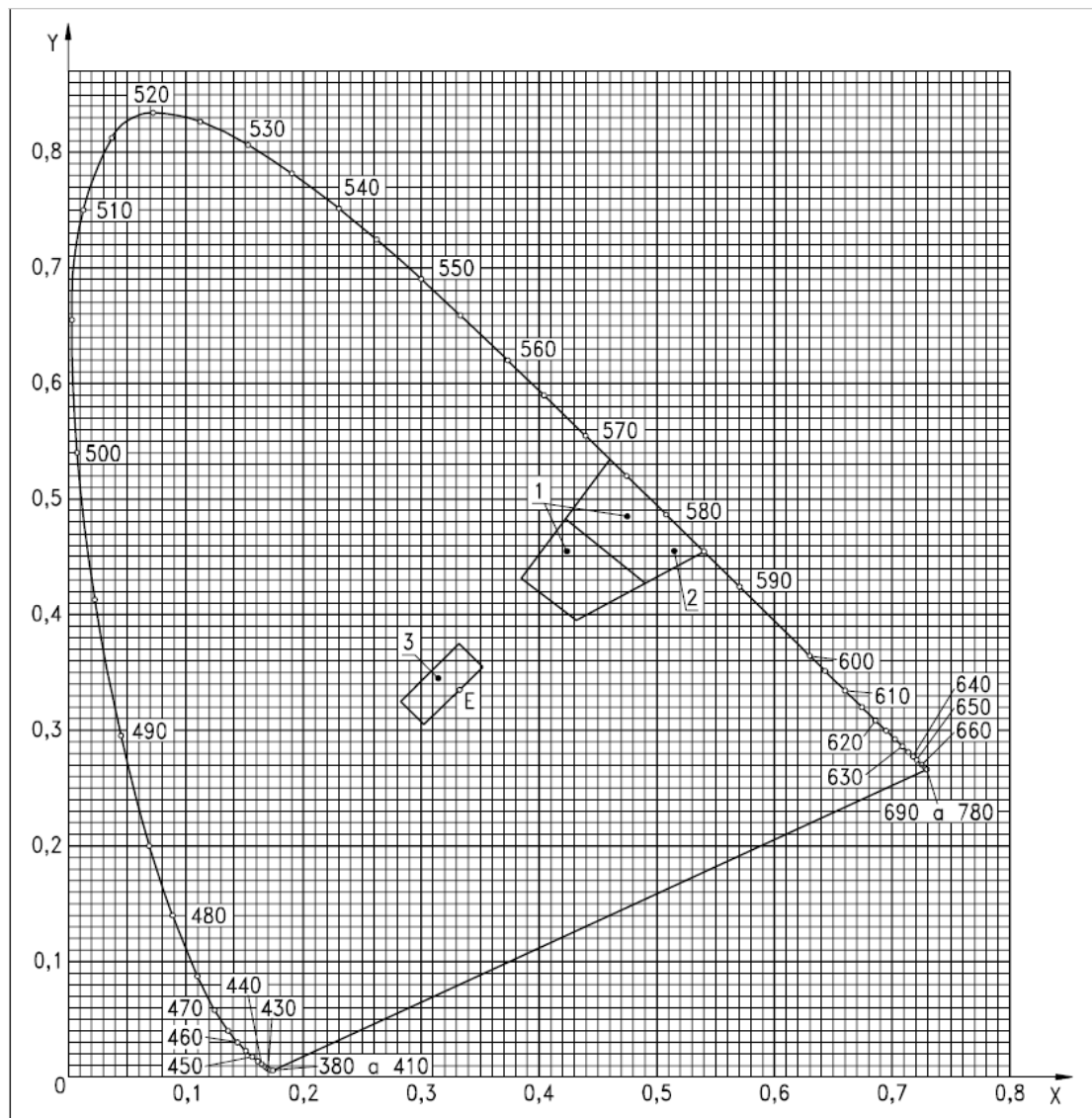
#### **23.21.4. COLORE**

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 illustrate 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.**



### **23.21.5. RESISTENZA AL DRAPPAGGIO**

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  $\geq$  50, corrispondente alla classe S2.**

La resistenza al derapaggio deve essere misurata seguendo le indicazioni contenute nell'appendice D della norma europea UNI EN 1436/2008.

## **23.22. METODI DI MISURA DEI PARAMTRI PRESTAZIONALI PREVISTI DALLA UNI EN 1436/2008 ESEGUIBILI CON MEZZI PUNTUALI**

### **23.22.1. VERIFICHE CON STRUMENTAZIONI PUNTUALI**

#### **23.22.1.1 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 1436/2008. 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:

$$Qd = L/E \quad \text{unità: mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$$

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 11664-2:2007 (CIE S 014-2 / E:2006). 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 interreflessione

**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.

**23.22.1.2 METODO DI MISURAZIONE DEL COEFFICIENTE DI LUMINANZA RETTORIFLESSA (RL)**

Per la misurazione del coefficiente di luminanza retroriflessa RL, si rimanda alla norma europea UNI EN 1436/2008. 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:  $\text{lx}$ .

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 ISO11664-2:2007 (CIE S 014-2 / E:2006).

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 m dalla superficie stradale, il misuratore di luminanza è montato direttamente sopra la lampada ad un'altezza di 1,2 m dalla superficie stradale e le misurazioni sono effettuate da una distanza di 30 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, frazionando 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.

### 23.22.1.3 METODO DI MISURAZIONE DELLE COORDINATE DI CROMATICITÀ X ED Y

Per la misurazione delle coordinate di cromaticità, si rimanda alla norma europea UNI EN 1436/2008. 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 ISO11664-2:2007 (CIE S 014-2 / E:2006). 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.

#### 23.22.1.4 METODO DI MISURAZIONE DELLA RESISTENZA AL DERAPAGGIO

Per la misurazione della resistenza al derapaggio SRT, si rimanda alla norma europea UNI EN 1436/2008.

##### 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.



## 24. SEZ. 24 “FABBRICATI”

### 24.1. VESPAI - INERTI - MASSETTI IN CLS

#### 24.1.1. INERTI PER SOTTOPAVIMENTAZIONE

Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l’aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.

L’aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei Lavori in relazione alla portata del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

#### CARATTERISTICHE DEL MATERIALE DA IMPIEGARE

Il materiale in opera, dopo l’eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- 1) l’aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75÷100
Crivello 25	60÷87
Crivello 10	35÷67
Crivello 5	25÷55
Setaccio 2	15÷40
Setaccio 0,4	7÷22
Setaccio 0,075	2÷10

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a  $\frac{2}{3}$  ;
- 4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- 5) equivalente in sabbia (1) misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori 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 6);
- 6) indice di portanza CBR (2), dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) 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 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

*(1) N. 4 ASTM. La prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento.*

*(2) ASTM D 1883/61 - T, oppure C.N.R. - U.N.I. 10009 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra*

### MODALITÀ ESECUTIVE

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

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 (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 ricostruito 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 idonei mezzi compattatori in relazione alle caratteristiche dei luoghi in cui verrà realizzata la pavimentazione. La Direzione Lavori potrà, se lo riterrà opportuno, autorizzare anche il costipamento manuale.

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 AASHO modificata (1).

Il valore del modulo di compressibilità  $M_E$ , misurato con il metodo di cui all'art. «Movimenti di terre», ma nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm<sup>2</sup>.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Sullo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, fra le due fasi di lavori un intervallo di tempo troppo lungo, che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento, di asportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere o dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

(1) AASHO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = \frac{d_i P_c (100-x)}{100 P_c - x d_i}$$

dove:

- $d_r$  = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quella AASHO modificata determinata in laboratorio;
- $d_i$  = densità della miscela intera;
- $P_c$  = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;
- $x$  = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine x, dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm).

### **24.1.2. VESPAI**

#### **24.1.2.1 VESPAIO AERATO CON ELEMENTI PLASTICI**

La formazione di vespaio aerato verrà realizzato mediante il posizionamento, su piano preformato di elementi plastici a cupola, delle dimensioni in pianta di 56x56 cm e di altezza 26 cm con forma a cupola ribassata e cono centrale con vertice verso il basso.

Tali elementi, mutuamente collegati, saranno atti a ricevere il getto in calcestruzzo classe C25/30 e formeranno dei pilastri con interasse di 56 cm nei due sensi, con superficie di contatto al terreno di circa 450 cmq/mq.

L'intercapedine risultante sarà atta all'aerazione e/o al passaggio di tubazioni o altro.

Le chiusure laterali saranno eseguite con l'adozione di appositi accessori per impedire l'ingresso del calcestruzzo nel vespaio e per realizzare tutte le misure di progetto evitando tagli e sfridi di elementi plastici.

### **24.1.3. MASSETTI IN CALCESTRUZZO**

#### **24.1.3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- UNI Gruppo 538          Prodotti di conglomerato cementizio per l'edilizia
- Normativa DIN di seguito richiamate
- Regio Decreto 16 novembre 1939, n. 2234 - Appendice 1 - Norme per l'accettazione dei materiali da pavimentazione.

#### **24.1.3.2 MASSETTI IN CEMENTO CON FINITURA AL QUARZO**

#### **SOLLECITAZIONI**

La pavimentazione sarà di classe e tipo così come indicato in progetto e dovrà essere in grado di resistere alle sollecitazioni statiche e dinamiche previste e/o richieste (sovraccarichi conseguenti a scaffalature, macchine, attrezzature varie, movimentazione di carrelli traslatori etc.), e comunque non dovrà essere inferiore a 1200 kg/mq.

## SOTTOFONDO

L'Appaltatore dovrà accertare che le caratteristiche del sottofondo ( in materiale sabbioso e ghiaioso) corrispondano alle prescrizioni di progetto ed alle prestazioni a cui la pavimentazione dovrà risponderne. Nel caso di mancata rispondenza, questa, dovrà essere segnalata alla Direzione dei Lavori, ed i lavori non potranno essere iniziati sino a che tutti i difetti non siano stati eliminati. Una volta che l'accertamento abbia avuto esito positivo, l'Appaltatore si farà carico del mantenimento e della manutenzione del sottofondo per tutta la durata dei lavori.

**Prima dell'esecuzione dei getti di sottopavimentazione, l'impresa appaltatrice ha l'onere del livellamento del sottofondo che dovrà essere estremamente accurato, effettuando, con l'aiuto di dime, dei piccoli riporti in sabbia, onde ottenere il migliore piano possibile.**

Sul sottofondo si procederà quindi alla installazione delle sponde entro le quali verrà gettata la pavimentazione.

## MASSETTO IN CALCESTRUZZO

Sul sottofondo, già preparato, verrà distesa una barriera al vapore in telo di polietilene dello spessore non inferiore a 0.3 mm con lembi sovrapposti di almeno 15-20 cm, uno strato di conglomerato cementizio con resistenza caratteristica cubica Rck 250, di spessore minimo di cm. 6, composto da sabbia ed inerti di diametro max 20/25 mm, e 3 - 3,5 q.li di cemento Portland R 325, debitamente livellato e sul quale, a maturazione avvenuta, sarà messo in opera uno strato di conglomerato cementizio armato con resistenza caratteristica cubica Rck 250, composto da sabbia ed inerti di diametro max 20/25 mm, e 3 - 3,5 q.li di cemento Portland R 325 con l'aggiunta di additivi plastificanti. armato con rete elettrosaldata  $\varnothing$  6, maglia 15x15 opportunamente distanziata dalla superficie del pavimento mediante appositi distanziali.

Nel caso di doppia rete la distanza minima fra le due facce non deve essere inferiore a 5 cm.

Non è consentito posare le reti elettrosaldate a getto avvenuto con successivo affondamento nel cls.

In corrispondenza degli angoli, dei fianchi, delle forature per alloggiare i pozzetti, dei giunti strutturali, etc., l'armatura dovrà essere adeguatamente rinforzata per contrastare l'azione delle maggiori tensioni e cedimenti che si verificheranno in tali zone.

Una adeguata vibratura del calcestruzzo eviterà la segregazione degli inerti.

Lo strato superficiale del massetto dovrà essere sufficientemente scabro per garantire l'aggancio del successivo strato di finitura.

## FINITURA SUPERFICIALE

A completamento della pavimentazione verrà applicato uno strato antiusura dello spessore di 10 (+/- 2) mm di malta di solo cemento ed inerti quarziferi ad alto tenore di silice (< 93%) e corindone naturale, in ragione di 4 Kg per metro quadrato di pavimento, lisciato o rigato secondo quanto previsto.

In alternativa, se prescritto, gli aggregati potrebbero essere metallici, vagliati secondo una determinata curva granulometrica con l'aggiunta di altre cariche ed additivi.

Prima di ricevere lo strato di finitura superficiale il massetto dovrà essere sufficientemente asciutto e protetto contro ogni possibile infiltrazione di acqua.

Il suo contenuto in umidità dovrà essere attentamente controllato dall'Appaltatore mediante misuratori elettrici di umidità, le cui teste di misura dovranno essere fatte penetrare nel massetto.

Il tempo di asciugatura dipende dalla composizione e dallo spessore del massetto, oltre che dalle condizioni atmosferiche del momento, dalla ventilazione e dal contenuto in umidità residuo nella costruzione. Una certa quantità d'acqua resta sempre nel massetto (umidità ambientale) ed il suo quantitativo in percentuale può variare dal 2 all'8% ad avvenuta essiccazione del massetto. Questa, in relazione al tipo di pavimentazione eseguita potrà variare da 2 a 6 settimane.

La stagionatura della pavimentazione dovrà, in ogni caso, essere effettuata con il pavimento tenuto ben bagnato per tutto il tempo necessario.

La stagionatura all'aria, infatti, comporterebbe il decadimento della resistenza all'abrasione della pavimentazione.

## PENDENZE

La pendenza della pavimentazione verso i punti di raccolta delle acque, fissata in progetto, dovrà essere verificata in relazione alla scorrevolezza della superficie nei confronti della composizione chimica delle acque di scarico (lavorazione, lavaggio, sanificazione, ecc.).

## GIUNTI

La pavimentazione dovrà essere giuntata su tutta la superficie, senza interrompere la continuità della rete di armatura, in campiture non maggiori di 15 mq cadauna e perimetrata da giunti di costruzione e/o contrazione longitudinali e trasversali, eseguiti tagliando la pavimentazione con apposito utensile diamantato.

I giunti strutturali, con interassi medi di 25/30 m, ed in ogni caso in corrispondenza dei giunti dei fabbricati, dovranno essere realizzati interrompendo la continuità della rete di armatura e con sagome ed armature atte al fine di evitare eventuali cedimenti differenziali fra un campo e l'altro.

Tali giunti dovranno avere adeguata armatura (manicotti) in grado di assorbire gli sforzi di taglio.

Giunti di dilatazione andranno posti nei punti di interconnessione con la struttura (pilastri).

### SIGILLATURE

I giunti verranno sigillati con mastici bituminosi o con altro materiale idoneo ed adatto alle prestazioni della pavimentazione, alle necessità del Committente, ai requisiti dei prodotti che verranno utilizzati per la sanificazione degli ambienti di lavoro.

Se non diversamente specificato, si dovranno impiegare fondogiunti in compriband autoadesivo e sigillature superficiali realizzate con prodotti non degradabili, nè sublimabili ed aventi un elevato coefficiente di dilatazione ed elasticità.

### DIFETTI

Lo strato di finitura superficiale dovrà mantenere nel tempo le medesime qualità di resistenza, planarità, omogeneità ed uniformità di colorazione.

Non dovrà presentare carie, peli, cavillature, nè fenomeni di rigonfiamento e/o distacco dal supporto sottostante.

### TOLLERANZE

La planarità del pavimento dovrà rispondere alla norma DIN 18202, definendo con "A" le pavimentazioni da realizzare in zone particolarmente delicate, quali ad esempio, i corridoi fra scaffalature.

Tipo "A"						
Sino a m	0,1	1	4	12	15	e oltre
Tolleranze in mm	2	6	12	18	20	

Tipo "B"						
Sino a m	0,1	1	4	12	15	e oltre
Tolleranze in mm	1	3	9	12	15	

Le tolleranze di cui sopra, rappresentano dei valori max accettabili ottenuti sommando gli scarti max positivi e negativi, rispetto al piano ideale della pavimentazione, nel tratto corrispondente.

## PROVE E CONTROLLI

Il pavimento indurito, sottoposto alle seguenti verifiche, dovrà dare i seguenti risultati:

Prova di abrasione al getto di sabbia

- verrà colpita una superficie circolare del diametro di 60 mm;
- l'abrasivo verrà proiettato mediante un iniettore alimentato con aria compressa e sarà costituito da sabbia silicea di grana compresa fra 0,5 mm e 1,2 mm;
- il quantitativo da impiegarsi sarà di gr. 50 per cmq di superficie colpita.

Verrà effettuata una comparazione tra il peso iniziale della sabbia e quello finale. Il risultato sarà una variazione di peso, espresso in grammi: sarà tollerata una variazione pari a 70 grammi.

Sarà inoltre osservato il grado di usura della pavimentazione nel punto di prova.

Prova di usura per attrito radente, eseguita secondo il R.D. 16 novembre 1939, n. 2334.

Sarà tollerato un coefficiente di abrasione non superiore a mm 5,50.

Prova di tolleranza con stagge metalliche e strumentazione di precisione per verificare la rispondenza della pavimentazione alle prescrizioni di cui al precedente punto.

### 24.1.3.3 MASSETTI IN CEMENTO LISCIATO

#### SOLLECITAZIONI

Idem come sopra.

#### SOTTOFONDO

Idem come sopra.

#### MASSETTO IN CALCESTRUZZO

Idem come sopra.

#### FINITURA SUPERFICIALE

Sul piano di posa, costituito dall'estradosso del massetto in calcestruzzo ed in relazione alle indicazioni di progetto, la pavimentazione potrà essere realizzata come segue:

- *direttamente sul massetto in calcestruzzo armato:*



cappa in malta di cemento a q.li 5, spessore cm 2 e spolvero di cemento puro tipo R 325, gettato su massetto "a fresco".

- *mediante l'interposizione di ulteriore sottofondo:*

sottofondo in calcestruzzo a q.li 2 di cemento R 325, spessore variabile;

cappa in malta di cemento, come sopra.

Per quanto concerne il contenuto in umidità del massetto e le precauzioni da adottare ci si riferisce al precedente punto B.

#### PENDENZE

Idem come sopra.

#### GIUNTI

Idem come sopra.

#### SIGILLATURE

Idem come sopra.

#### DIFETTI

Idem come sopra.

#### TOLLERANZE

Idem come sopra, relativamente al tipo "A".

#### PROVE E CONTROLLI

Idem come sopra, se realizzato con cappa in cemento indurito.

#### 24.1.3.4 MASSETTI AUTOLIVELLANTI

#### OPERAZIONI PRELIMINARI ALLA POSA

1) Verificare che il supporto sia:

- secco
  - resistente
  - stabile
- 2) Pulire eliminando corpi estranei
  - 3) Stendere accuratamente un foglio impermeabile sul sottofondo.  
Sovrapporre i fogli almeno 25 cm in direzione della posa. Fare rimontare il foglio sulle pareti per lo spessore del massetto da applicare.
  - 4) Fissare lungo le pareti perimetrali ed i pilastri un nastro di materiale comprimibile dello spessore minimo di 5 mm.

#### CARATTERISTICHE MINIME

- Densità del massetto indurito (dopo essiccazione): 2.000 Kg/m<sup>3</sup>
- PH (dell'impasto) = 9
- Tempo di inizio presa: 6 ore
- Tempo di fine presa: 9 ore
- Resistenza a compressione a 7 gg.: 230 Kg/cm<sup>q</sup>
- Resistenza a compressione a 28 gg.: 250 Kg/cm<sup>q</sup>
- Resistenza a flessione a 7 gg.: 45 Kg/cm<sup>q</sup>
- Resistenza a flessione a 28 gg.: 60 Kg/cm<sup>q</sup>
- Coefficiente di conducibilità termica:  $\lambda = 1,1 \text{ W/m } ^\circ\text{K}$
- Coefficiente di dilatazione termica: 0,016 mm/m  $^\circ\text{K}$
- Comportamento al fuoco: classe MO

#### MESSA IN OPERA

- 1) Stendere uniformemente, iniziando dalle zone a maggior spessore, per uno spessore non inferiore a 3 cm curando la regolazione ottimale dell'acqua di impasto.
- 2) Subito dopo, favorire la fuoriuscita delle bolle d'aria utilizzando apposite spazzole.

- 3) Proteggere da una eccessiva ventilazione sia durante l'applicazione che immediatamente dopo. Arieggiare quindi i locali per favorire l'essiccazione.
- 4) Applicare il massetto a temperature comprese tra 5°C e 35°C. Proteggere il massetto dal gelo per i primi 3 giorni.

### VERIFICHE A MASSETTO ULTIMATO

Verificare il tasso di umidità residua del massetto (mediante igrometro a carburo) in funzione del tipo di pavimento scelto da posare (vedi tab. 1)

Levigare leggermente la superficie indurita del massetto per eliminare la pellicola superficiale, aspirando la polvere formatasi.

Tempo approssimativo di essiccazione per ottenere valori di umidità residua di 0,5 e 1% (a 20 °C e 65% U.R.)

SPESSORE	35 mm	50 mm	60 mm	70 mm
UMIDITA' RESIDUA 0,5%	4 sett.	7 sett.	9 sett.	12 sett.
UMIDITA' RESIDUA 1,0%	3 sett.	5 sett.	7 sett.	9 sett.

### LIVELLAMENTO DEL PAVIMENTO

Qualora non risultasse di planarità idonea al tipo di pavimento da posare dovranno essere utilizzate le seguenti lavorazioni:

- Levigare con disco abrasivo se le imperfezioni sono minime
- Eseguire il seguente trattamento per imperfezioni sino a 1 cm:
- verificare che l'umidità residua del massetto sia inferiore a 0,5%
- applicare uno strato di Primer apposito in ragione di 200 gr/mq ca.
- dopo essiccazione del Primer, applicare l'autolivellante nello spessore necessario.

## POSA DELLA PAVIMENTAZIONE

Tipo di pavimentazione	Umidità residua accettabile	Tipo di adesivo	Ciclo di posa dopo sottofondo	preparazione	Avvertenze
<b>Piastrelle ceramiche</b>	1%	Adesivo flessibile a leganti misti	- Applicazione - Stesura adesiva con spatola dentata - Posa piastrelle - Sigillatura fughe	Primer con	- Attendere l'essiccazione del Primer prima di procedere alla stesura dell'adesivo - Attendere l'essiccazione dell'adesivo (2/3 giorni) prima della sigillatura dei giunti
<b>Parquet in legno</b>	0,5%	Poliuretano e/o epossidico esente da acqua	- Stesura adesivo con spatola dentata - Posa del legno - Finitura	con	- Spalmare l'adesivo pressandolo sul sottofondo per favorire l'adesione - Condizionare il legno nelle condizioni ambientali di posa
<b>Pavimenti vinilici</b>	- 0,5%	Acrilico in dispersione acquosa	- Livellatura sottofondo - Applicazione Primer - Stesura adesivo con spatola dentata - Posa della pavimentazione	con della	- Attendere l'essiccazione del livellante (se applicato) - Usare Primer indicato dal fabbricante dell'adesivo - Dare tempo all'adesivo di "gommare" prima di posare (per ridurre l'umidità) - Prima dell'eventuale saldatura dei giunti, attendere l'essiccazione completa dell'adesivo
<b>Pavimenti in gomma</b>	- 0,5%	Poliuretano e/o epossidico esente da acqua	Come sopra		Come sopra
<b>Pavimenti in moquette</b>	- 0,5% per moquette con sottof.do in gomma - 1,0% per moquette senza sottof.do in gomma	In soluzione alcolica	- Stesura adesivo con spatola dentata - Posa della pavimentazione	con della	- Arieggiare i locali durante la posa, proteggendo comunque dalla pioggia
<b>Pavimenti sopraelevati</b>	- Come pavimenti vinilici	-	- Applicazione di prodotto antipolvere - Verifica della planarità ed eventuale livellatura del sottofondo	-	

### **24.1.4. MASSETTI CON CALCESTRUZZI ALLEGGERITI**

#### 24.1.4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Legge 26.05.1965 n°595 e successive modificazioni ed integrazioni:

*"Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici".*

- D.M. 3 Giugno 1968 e successive modificazioni ed integrazioni:  
*“Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi”.*
- D.M. 31 Agosto 1972 e successive modificazioni ed integrazioni.  
*“Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche”.*
- Calcestruzzo leggero, UNI 7548 del 6/76 e successive modificazioni ed integrazioni: definizione e classificazione.

Per la preparazione dei provini si farà riferimento alle norme:

- UNI 6127 Provini di calcestruzzo - Preparazione e stagionatura
- UNI 6130/1° e 2° Provini di calcestruzzo per prove di resistenza meccanica  
 forme e dimensioni - casseforme
- UNI 6131 Prelevamento campioni di calcestruzzo già indurito e preparazione provini

#### 24.1.4.2 CALCESTRUZZI CON ARGILLA ESPANSA O VERMICULITE

##### GENERALITÀ

I calcestruzzi alleggeriti con funzione termoisolante da utilizzare per le coperture impermeabilizzate con guaine o quale strato isolante sottopavimento all'interno degli edifici, saranno costituiti da un conglomerato cementizio di cemento Portland miscelato in proporzioni variabili con aggregati leggeri di argilla di cava espansa, successivamente pompato in opera.

##### CARATTERISTICHE TECNICHE (SALVO DIVERSA INDICAZIONE DI ELENCO PREZZI)

Massa volumica	≤ 1000 Kg/mq
<u>Resistenza compressione 28 gg.</u>	≥ 150 Kg/cmq
Conducibilità Termica	0.25 W/mq°K
Reazione al fuoco	Classe 0
Granulometria	0 - 4 mm
Temperatura di posa	> 5° C

## POSA IN OPERA

E' necessaria una accurata pulizia del piano di posa nonché la protezione delle tubazioni e di cavidotti mediante ricoprimenti in malta cementizia.

## **24.2. CONTROSOFFITTI**

---

### **24.2.1. NORME GENERALI**

Dovranno essere forniti i campioni dei materiali da porre in opera nei tipi previsti dal progetto, accompagnati da certificati comprovanti la loro corrispondenza ai requisiti richiesti.

Prima dell'ordinazione dei materiali, i campioni devono essere approvati dalla Direzione Lavori.

Prima della realizzazione dei controsoffitti è necessario provvedere al montaggio delle pareti mobili attrezzate, che sono escluse dal presente appalto. Occorre pertanto che l'impresa appaltatrice si coordini con la Stazione Appaltante al fine di stabilire tempi e modi di esecuzione delle suddette lavorazioni. L'impresa dichiara di essere perfettamente a conoscenza della necessità di coordinare le proprie attività con quelle delle altre imprese che sono ovvero saranno presenti in cantiere in particolare:

- dichiara di essere perfettamente consapevole che tutte le lavorazioni saranno coordinate tra i vari responsabili delle imprese presenti in cantiere "autonomo coordinamento" al fine di garantire la qualità e funzionalità dell'opera globale realizzata, che dovranno essere realizzate riunioni periodiche finalizzate a tale scopo dalle quali dovranno emergere verbali interni al coordinamento che andranno anche discussi ed approvati, per quanto riguarda l'aspetto tecnico/economico, nella riunione settimanale/quindicinale indetta dalla Direzione Lavori. Nessuna lavorazione dovrà essere ritardata per mancanza di coordinamento tra le imprese. La Direzione Lavori ha la facoltà di far smantellare e ricostruire a regola d'arte, senza nessun onere aggiuntivo alcuno per la Committente se non quanto pattuito in fase contrattuale, tutte le lavorazioni che non saranno realizzate secondo la regola dell'arte in perfetto coordinamento tra le varie imprese.

### **24.2.2. CONTROSOFFITTI IN FIBRA MINERALE**

Dovranno essere utilizzati materiali in conglomerato di fibre minerali con composti organici a debole biopersistenza come da Direttiva europea 97/69/CE e privi di amianto.

Il controsoffitto in condizioni di normale utilizzo non dovrà sviluppare microbi o muffe.

#### **24.2.2.1 CARATTERISTICHE GENERALI DEL CONTROSOFFITTO:**

Reazione al fuoco

Classe 0

Dimensioni lastre	formato come previsto nel progetto
Spessori	15 mm
Tolleranza in larghezza	5 mm
Tolleranza in spessore	0.6-1.5 mm
Assorbimento acustico medio	NRC 0,10 Alpha Sabine
Potere fonoisolante	32 dB
Coefficiente di riflessione della Luce	90%
Resistenza all'umidità	95%
Peso ind.	4,5 Kg/mq

#### 24.2.2.2 POSA IN OPERA

Fissaggi:

Le lastre saranno fissate a supporti tradizionali quali profili zincati, legno, travi in c.a.

Il controsoffitto sarà installato utilizzando due orditure, una principale ed una secondaria.

L'orditura principale sarà costituita da profili aventi sezione a "C" ad interasse 300 mm e sospesi alle strutture portanti del solaio mediante idonea pendinatura.

La cornice perimetrale sarà costituita da un profilo seminascosto fissato alle pareti delle superfici verticali.

#### 24.2.2.3 FINITURE

Il pannello presenterà una superficie microforata o fessurata e bianca e sul dorso avrà uno strato di "Primer".

### **24.2.3. CONTROSOFFITTI IN CARTONGESSO**

#### 24.2.3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

NORME CEN	Lastre di gesso
DIN 18180	Sistema di produzione lastre di cartongesso
DIN 53887	
DIN 5033	

#### 24.2.3.2 MATERIALI

##### LASTRE DI CARTONGESSO

Si utilizzano prevalentemente lastre di gesso rivestito dello spessore di 15 mm che, grazie a speciali additivi miscelati all'impasto del gesso, permettono di realizzare controsoffitti in grado di garantire elevate prestazioni di comportamento al fuoco, classificati in classe "0" o "1-1" di reazione al fuoco, in funzione delle zone individuate negli elaborati di progetto.

Tali lastre avranno i bordi smussati e un peso di circa 10 kg/mq.

Dovranno inoltre avere un carico di rottura longitudinale di 600 N e trasversale di 130N secondo DIN 18180.

Le lastre in cartongesso sono fabbricate in tipi diversi, in funzione delle prestazioni richieste:

1. tipo normale in gesso rivestito con cartoni speciali;
2. tipo con caratteristiche idrorepellenti a basso tasso igroscopico, adatte per bagni, cucine e zone umide;
3. tipo con barriera al vapore realizzate con l'applicazione di un foglio di alluminio;
4. tipo resistente al fuoco, omologato in classe 1 secondo D.M. del 26.06.1984, se non diversamente specificato e costituito da gesso pregiato eventualmente rinforzato con fibre di vetro od additivato con vermiculite.

Di norma le lastre di cartongesso sono commercialmente prodotte nei seguenti spessori: mm 9,5; 12,5; 15; 18; saranno tollerate variazioni dello spessore di +0,4 mm.

Le dimensioni delle lastre sono diversificate in funzione delle esigenze d'uso; la produzione standard per controsoffitti prevede una larghezza di cm 120 con bordi longitudinali assotigliati per agevolare il trattamento dei giunti. La lunghezza è variabile da cm 250 a cm 350.

##### STRUTTURA METALLICA:

Acciaio di qualità FeK Pog a norma UNI 5753/84 con zincatura a caldo passivata all'acido cromatico Z200 g/mq.

La struttura di sostegno sarà costituita da una doppia orditura di profili metallici in acciaio zincato di spessore non inferiore a 6/10 mm: per il profilo primario e per quello secondario si adotteranno sezioni a C delle dimensioni minime di 27 mm. di altezza e 50 mm. di larghezza.

Tali profili verranno forniti in lunghezze variabili.



La giunzione tra i profili in longitudinale e all'incrocio degli stessi, verrà eseguita a mezzo di particolari pezzi di raccordo forniti dalla ditta produttrice. Lungo il bordo verrà posto in opera un profilo metallico in acciaio zincato ad L o a doppio U per l'appoggio perimetrale dei profili.

Lo spessore complessivo dell'orditura metallica + la lastra in cartongesso non sarà superiore a 80 mm.

#### MASTICI E/O COLLANTI:

I prodotti da impiegare sono generalmente costituiti da miscele di gesso resine e acqua, oppure da malte adesive già preparate in contenitori a secco e devono essere conformi alla norma 5371 + FA170.

L'uso corretto di detti prodotti ricade sotto la totale responsabilità del posatore il quale dovrà garantirne l'idoneità e compatibilità con il rivestimento da applicare. A tale fine dovranno essere fornite alla D.L. certificazioni e/o assicurazioni scritte da parte del produttore delle lastre di gesso.

#### 24.2.3.3 POSA IN OPERA

I controsoffitti in cartongesso saranno posti in opera dapprima collocando la struttura di sostegno.

Tale struttura sarà costituita da una orditura primaria direttamente collegata alla struttura del solaio e una orditura secondaria ortogonale, a cui sono collegate a mezzo di viti le lastre in cartongesso. L'orditura primaria sarà posata in opera ad interasse massimo di 120 cm. I pendini di collegamento alla struttura saranno posti in opera con un interasse variabile tra i 100 ed i 150 cm. Successivamente si applicherà l'orditura secondaria, agganciata alla primaria per mezzo di graffe fornite dalla ditta produttrice.

L'interasse dell'orditura secondaria sarà al massimo di 50 cm. I profili dell'orditura sia secondaria che primaria si appoggeranno, lungo il bordo, direttamente sulle ali del profilo ad U già predisposto; si avrà tuttavia cura di porre i profili secondari, paralleli alle pareti perimetrali, a distanza, dalle stesse, non superiore a 10 cm. Quindi si eseguirà la posa in opera delle lastre, le quali saranno depositate in cantiere in posizione tale da garantire la protezione dagli agenti atmosferici e dall'umidità.

Il deposito avverrà in piano su bancali di legno con assi di larghezza maggiore o uguali a 10 cm., posti a distanza non superiore a 50 cm.

Il massimo numero delle lastre sovrapponibili durante lo stoccaggio sarà fissato dalla ditta costruttrice dei pannelli.

L'eventuale taglio dei pannelli avverrà mediante l'uso di strumenti adeguati in modo da non lesionare il pannello nè compromettere la regolarità dei bordi.

In particolare si adotteranno frese per la realizzazione dei fori necessari all'inserimento dei corpi illuminanti, delle bocchette del condizionamento o degli sprinkler.

Le viti di collegamento tra le lastre e la struttura metallica saranno fissate ad almeno 1 cm. dai bordi della lastra e distanziate tra i loro da un massimo di 30 cm. Nel caso in cui i muri perimetrali non consentano un perfetto accostamento con i bordi delle lastre, gli spazi saranno riempiti con malta adesiva. Tutte le giunzioni tra le lastre in longitudinale ed in trasversale saranno realizzate con una prima stesura di stucco tra i bordi smussati, un successiva stesa della banda per giunti microforata ed una finitura di stucco steso a spatola.

#### 24.2.3.4 ACCESSORI PER IL FISSAGGIO

Guida - solaio - pendini con dispositivo di regolazione a molla e con relativa barra di collegamento;  
guida perimetrale - parete tassello per pareti in c.a. viti fosfatate con punta filettata per pareti in cartongesso.

### **24.3. RIVESTIMENTI PROTETTIVI**

---

#### **24.3.1. DESCRIZIONI E CLASSIFICAZIONI**

I rivestimenti protettivi oggetto della presente sezione di capitolato dovranno essere applicati su tutte le opere in ferro ad eccezione di quelle per le quali espressamente indicato un diverso tipo di protezione ed un particolare ciclo di protezione.

I tipi di protezione trattati nella presente sezione sono:

- verniciatura
- zincatura
- protezione antincendio

#### **24.3.2. PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI**

##### 24.3.2.1 VERNICIATURE

##### PREPARAZIONE

Tutte le opere in ferro dovranno essere accuratamente sabbiate così come previsto dal progetto e/o dalla tipologia dei materiali applicati.

Il livello di sabbiatura dovrà essere, come minimo, pari al grado SA 2-1/2 delle norme SIS 055900 e tale da permettere in ogni caso un ottimo attacco della mano di fondo del ciclo.

## CICLI DI VERNICIATURA

Il rivestimento protettivo dovrà essere composto da almeno tre mani di prodotti vernicianti.

Cicli alternativi potranno essere usati solo dopo approvazione della DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

I cicli previsti sono due:

### a) Ciclo "A"

Il rivestimento dovrà essere formato, come minimo, da tre mani di prodotti vernicianti. Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

I strato - Mano di fondo del tipo zincate inorganico.

Caratteristiche formulative della mano di fondo del tipo:

zincante inorganico all'acqua

- tipo di legante: base acqua privo di solventi organici
- % pigmento anticorrosivo sul totale polveri:  $\geq 93\%$
- tipo di pigmento: zinco metallico
- peso specifico:  $3200 \pm 50$  g/l
- solidi in volume:  $\% 64 \pm 2$
- diluente: acqua dolce
- colore: grigio opaco
- spessore del film secco: 75 micron
- metodo di applicazione : spruzzo convenzionale o airless

In alternativa, potrà essere proposto zincante inorganico a solvente

- tipo di legante: etilsilicato
- % pigmento anticorrosivo sul totale polveri:  $\geq 86\%$
- tipo di pigmento: zinco metallico
- peso specifico:  $2600 \pm 50$  g/l
- colore: grigio opaco
- solidi in volume:  $\% 64 \pm 2$
- spessore nel film secco: 75 micron

- metodo di applicazione: airless
- Caratteristiche formulative della mano intermedia del tipo:  
 epossipoliamidico
- tipo di legante: epossidico
- tipo di pigmento: ossido di ferro micaceo
- peso specifico:  $1380 \pm 50$  g/l
- solidi in volume:  $\% 56 \pm 2$
- spessore del film secco: 100 micron
- metodi di applicazione: pennello, rullo, airless

Caratteristiche formulative della mano intermedia del tipo:

poliuretano riverniciabile

- tipo di legante: poliuretano con indurente  
 poliisocianato alifatico
- peso specifico:  $1400 \pm 50$  g/l
- solidi in volume:  $\% 57 \pm 2$
- spessore del film secco: 50 micron
- metodo di applicazione: pennello, spruzzo, airless

b) Ciclo "B"

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

I strato - Mano di fondo del tipo zincate inorganico

Caratteristiche formulative della mano di fondo del tipo:

zincante inorganico all'acqua

- tipo di legante: base acqua privo di solventi organici
- % pigmento anticorrosivo sul totale delle polveri:  $\geq 93 \%$
- tipo di pigmento: zinco metallico

- peso specifico: 3200 ± 50 g/l
- solidi in volume: % 64 ± 2
- diluente: acqua dolce
- colore: grigio opaco
- spessore del film secco: 75 micron
- metodo di applicazione: spruzzo convenzionale o airless

In alternativa, potrà essere proposto:

zincante inorganico a solvente

- tipo di legante: etilsilicato
- % pigmento anticorrosivo sul totale delle polveri: ≥ 86 %
- tipo di pigmento: zinco metallico
- peso specifico: 2600 ± 50 g/l
- solidi in volume: % 64 ± 2
- colore: grigio opaco
- spessore del film secco: 75 micron
- metodo di applicazione: airless

Caratteristiche formulative della mano intermedia e finitura del tipo:

acrilico in emulsione acquosa

- tipo di legante: copolimeri acrilici in emulsione acquosa
- peso specifico: 1300 ± 50 g/l
- solidi in volume: % 44 ± 2
- spessore del film secco: 75 micron per strato
- N° di strati: 2
- metodo di applicazione: pennello, airless

## OPERAZIONI DI RITOCOCCO

Le operazioni di ritocco saranno eseguite ad opera montata, la metodologia prevede:

Accurata spazzolatura meccanica e/o manuale delle parti interessate. Le zone a ferro nudo dovranno presentare un grado di pulizia assimilabile al grado ST 3 delle norme SIS 05 5900.

Applicazione a pennello di pittura epossipoliammidica "surface tollerant"

- peso specifico: 1450 g/l
- solidi in volume: % 80 ± 2
- spessore del film secco: in accordo al ciclo previsto
- colore: grigio metallizzato

Prima dell'applicazione del successivo strato finale bisognerà rimuovere dalle superfici gli eventuali incoerenti depositatisi (polvere, unto ecc.)

## CARATTERISTICHE DI RESISTENZA (CHIMICO-FISICHE)

Le caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) si intendono per cicli di verniciatura anticorrosiva applicati su supporti in acciaio sottoposti ad invecchiamento artificiale.

AGENTE AGGRESSIVO	DURATA	TEMPERATUR
		<b>A</b>
RADIAZIONE ULTRAVIOLETTA	6H	60 °C
CORROSIONE PER	12 H	35 °C
IMMERSIONE CONTINUA IN SOLUZIONI AERATE (UNI 4261-66)		
CORROSIONE IN NEBBIA	12H	35 °C
SALINA (UNI 5687-73)		
RADIAZIONE ULTRAVIOLETTA	12H	60 °C

Dopo questo ciclo di invecchiamento artificiale, verranno eseguiti i controlli riportati di seguito:

- a) Ingiallimento: secondo norma DIN 53230 il prodotto di finitura deve essere non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato).
- b) Ruggine e blistering: (ASTMM D71456) (DIN 53230):

Ciclo "A"	Blistering	I strato = 9 F
:		II strato=9M

		III strato=9F
	Ruggine:	RO (ruggine assente)
Ciclo "B"	Blistering	I strato = 9 M
:		II strato=9M
		III strato=9F
	Ruggine:	RO (ruggine assente)

- c) Controllo dell'aderenza secondo l'ASTM D-3359 metodo A (spess. sup. 125 microns) e metodo B (spess. inferiore ed uguale a 125 microns), con risultati non inferiori a 4A e 40.
- d) Controllo dei tempi di essiccazione e sovraverniciatura secondo i metodi e le prescrizioni dichiarate dai fornitori delle vernici.
- e) Controllo dello spessore del film secco con idonei strumenti non distruttivi tipo MIKROTEST, DIAMETER od equivalente. Il numero dei controlli sarà in accordo a quanto di seguito indicato.
- f) Se, durante i controlli, si evidenzieranno difetti di verniciatura (gocciolamenti, vescicamenti, ecc.) o aderenze, ecc. non conformi a quanto richiesto, l'APPALTATORE è tenuto a riportare le superfici difettose nel grado d'accettabilità richiesto.
- g) Le superfici verniciate dovranno essere esenti da difetti tipo cricature fangose (mud-cracking), gocciolature, sottospessori, sovrassessori, bruciature (dry-spray), ecc.
- h) Resistenza all'abrasione
- i) Si determinerà solo su prodotto di finitura mediante Taber Aeraser, con mola tipo CS 10, dopo 1000 giri con carico di un 1 Kg. Il valore espresso come perdita in peso dovrà essere inferiore a 100 mg.
- j) Brillantezza:
- k) Controllata mediante Glassometro Gardner con angolo di 60 gradi, dovrà avere un valore finale non inferiore al 10% del valore iniziale.
- l) Misurazioni di spessore sul film secco
- Misurazioni di spessore sul film secco dovranno essere rilevate sia su superfici primerizzate che su quelle trattate con ciclo completo.
  - Per misurazione di spessore si intende la rilevazione strumentale dello spessore secco.
  - Le misurazioni dovranno essere dei due tipi qui di seguito indicati:
- 1.1) Misurazione "singola"

Per misurazione "singola" si intende il valore risultante dalla rilevazione strumentale dello spessore in un solo punto.

### 1.2) Misurazione "spot"

- Per misurazione "spot" si intende il valore risultante dalla media di tre letture "singole" eseguite in un'area compresa in un cerchio di circa 30 mm di diametro. Il valore dello spessore risultante non dovrà essere inferiore al 90% dello spessore minimo richiesto.
- La misurazione "spot" dello spessore dovrà essere ripetuta in cinque aree diverse. La media aritmetica delle cinque rilevazioni "spot" non dovrà mai essere inferiore al minimo spessore richiesto.

Quanto sopra descritto costituisce il numero di operazioni da fare per ottenere una misura "spot".

In caso di sottospessore si ripeteranno misure "spot" addizionali in aree vicine, in caso di risultato ancora negativo, l'APPALTATORE ripristinerà a proprio carico lo spessore richiesto.

### 1.3) Numero di controlli

Le misure "spot" andranno effettuate su tutta la lunghezza e su tutto il perimetro del profilo inserendo nella verifica tutte le tipologie previste, nella misura di:

- Fino a 1000 m <sup>2</sup>	- un numero di misure "spot" equivalente al 1,5% del totale della superficie.
- Da 1000 a 5000 m <sup>2</sup>	- un numero di misure "spot" equivalente al 0,75% del totale della superficie con un minimo di 30.
- Da 5000 a 15.000 m <sup>2</sup>	- un numero di misure "spot" equivalente al 0,5% del totale della superficie con un minimo di 75.
- Oltre 15.000 m <sup>2</sup>	- un numero di misure "spot" equivalente allo 0,25% del totale della superficie con un minimo di 150.

### PROVE DI ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI

L'APPALTATORE dovrà a sua cura e spese preventivamente inviare ad un Laboratorio qualificato ed accettato dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE i campioni dei prodotti componenti il ciclo con



relativi diluenti in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg e nel numero di tre per ogni prodotto (uno di questi campioni non deve essere pigmentato).

Il colore di finitura, ove non definito da progetto, dovrà essere concordato con la DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE, i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere, sottratti alla quantità percentuale di solvente.

Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso.

#### 24.3.2.2 ZINCATURA

La protezione mediante zincatura di manufatti metallici, ove richiesta dai documenti di progetto e/o da altre sezioni del presente Capitolato sarà eseguita con le modalità ivi previste.

La DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione.

A richiesta della DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE potranno essere eseguite le seguenti prove:

- determinazione della massa dello strato di zincatura con metodo auferie (UNI 5741-66);
- prova di uniformità dello strato di zincatura secondo disposto dalla UNI 5741-66/5743-66,5744-66,5745-66.

Per le modalità operative e le caratteristiche del trattamento si rimanda a quanto specificato nella UNI 5744-66.

In particolare tutte le strutture dovranno avere una massa minima dello strato di zincatura su ogni superficie pari a 500 gr/mq (A).

Lo strato di zincatura deve risultare continuo e senza macchie nere; il peso di zinco depositato su ogni faccia (o il suo spessore) dovranno restare nelle tolleranze indicate nella tabella A della UNI citata.

Si dovranno in particolare predisporre almeno tre provette (non minori di 100 mq) ogni 10 ton di materiale zincato fornito per i controlli di massa e di uniformità che la Committente si riserva di effettuare a suo insindacabile giudizio; in caso di provette non conformi la partita intera di materiale sarà rifiutata e dovrà essere nuovamente zincata.

#### 24.3.2.3 PROTEZIONE ANTINCENDIO

A) Protezione di strutture metalliche

La protezione di struttura di acciaio ove prevista sarà realizzata con vernice intumescente omologata dal Centro Studi ed Esperienze Antincendi del Ministero dell'interno e dovrà garantire una resistenza al fuoco di 120 minuti:

La vernice intumescente sarà costituita da composti chimici idonei a rigonfiare alla temperatura di circa 200 °C formando una schiuma termoisolante incombustibile, non aderente al supporto metallico, avente spessore pari a 60-80 volte lo spessore iniziale. Prima di applicare la vernice intumescente le strutture saranno sabbiate e protette con due mani di minio di piombo in veicolo di resina gliceroftalica, oppure con una mano di antiruggine epossidico magro, al 20% di cromato di zinco dello spessore non inferiore a 40 micron.

La vernice intumescente sarà applicata a pennello o a spruzzo nel numero di mani occorrenti per ottenere una pellicola di spessore idonea a garantire la richiesta resistenza al fuoco di 120 minuti, ma comunque non inferiore a 1200 micron.

B) Protezione di struttura in c.a.

La protezione di struttura in cemento armato, ove prevista, sarà realizzata con intonaco resistente al fuoco per 120 minuti dello spessore di cm. 1,5 a base di materiali isolanti (vermiculite o similari) impastati con cemento nella proporzione indicata dalla case produttrici.

### **24.3.3. PRESCRIZIONI ED ONERI PARTICOLARI**

A) L'APPALTATORE dovrà aver cura di immagazzinare e ritoccare tutte le parti di opera in maniera tale da non danneggiare il rivestimento già applicato.

B) Ogni eventuale danneggiamento dovrà essere riparato mediante ritocchi del rivestimento stesso; modalità di tali interventi dovranno essere opportunamente specificate e comunicate alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

C) Tutti i prodotti vernicianti e/o solventi dovranno essere conservati secondo le modalità previste dal fornitore, ed in ogni caso in luogo asciutto, areato non soggetto ad esposizione diretta dei raggi del sole e non esposto al gelo. Particolare cura sarà posta alla data di scadenza dei prodotti.

D) Tutti i materiali di risulta dovranno essere portati a discariche autorizzate, tenendo in particolare conto il fatto che questi possono essere inquinanti.

### **24.3.4. SPECIFICA DI CONTROLLO QUALITA' PER RIVESTIMENTI PROTETTIVI**

#### **24.3.4.1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

La presente specifica fa riferimento alla documentazione di tipo contrattuale; a tutta la documentazione di progetto, quale disegni, specifiche tecniche ecc.; e alle norme vigenti.

#### 24.3.4.2 CONTROLLI PRELIMINARI

Tutti i materiali dovranno essere approvvigionati da fornitori qualificati dall'Appaltatore ed approvati dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

Il responsabile di CQ costituirà un dossier di qualifica dei rivestimenti protettivi raccogliendo la documentazione tecnica, i certificati di prova sui materiali, i risultati dei test di colore ed i relativi verbali di approvazione della DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE del tipo di prodotto e gradazione di colore.

Su richiesta della DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE saranno campionate apposite miscele di prodotti nell'ambito delle gradazioni di colore istituzionali per la COMMITTENZA.

I prodotti dovranno pervenire in cantiere con la certificazione del produttore che dovrà esplicitare le modalità di conservazione ed applicazione. Il responsabile di CQ controllerà la data di scadenza dei prodotti e periodicamente verificherà l'idoneità dei luoghi di conservazione e le modalità di stoccaggio del materiale.

#### 24.3.4.3 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

Il Responsabile di C.Q. dovrà assicurarsi che i materiali forniti già protetti siano completi di tutte le certificazioni relative alla corretta esecuzione dei rivestimenti protettivi stessi. Per le operazioni da eseguirsi in cantiere il responsabile di C.Q. dovrà accertare che:

- i materiali siano qualificati e rispondenti in qualità e colore ai requisiti del presente Capitolato;
- le superfici siano trattate secondo quanto previsto dal Capitolato di Costruzione e dalla Specifica di fornitura del materiale;
- siano rispettati i tempi di attesa per l'esecuzione;
- i rivestimenti siano applicati nello spessore richiesto;
- siano eseguiti i test di spessore e aderenza come indicato precedentemente
- vi siano opportune condizioni ambientali e meteorologiche.

## **24.4. ISOLANTI TERMO ACUSTICI**

---

### **24.4.1. PRODOTTI PER ISOLAMENTO TERMICO CARATTERISTICHE GENERALI**

Si definiscono materiali isolanti termici quelli atti a diminuire in forma sensibile il flusso termico attraverso le superfici sulle quali sono applicati. Per la realizzazione dell'isolamento termico si rinvia agli articoli relativi alle parti dell'edificio o impianti.

I materiali vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione per le caratteristiche si intende che la procedura di prelievo dei campioni, delle prove e della valutazione dei risultati sia quella indicata nelle norme UNI ed in loro mancanza quelli della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

I materiali isolanti si classificano come segue:

MATERIALI FABBRICATI IN STABILIMENTO (blocchi, pannelli, lastre, feltri ecc.)

1) *materiali cellulari*

- composizione chimica organica: plastici alveolari;
- composizione chimica inorganica: vetro cellulare, calcestruzzo alveolare autoclavato;
- composizione chimica mista: plastici cellulari con perle di vetro espanso.

2) *materiali fibrosi*

- composizione chimica organica: fibre di legno;
- composizione chimica inorganica: fibre minerali.

3) *materiali compatti*

- composizione chimica organica: plastici compatti;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
- composizione chimica mista: agglomerati di legno.

4) *combinazione di materiali di diversa struttura*

- composizione chimica inorganica: composti «fibre minerali-perlite», amianto cemento, calcestruzzi leggeri;
- composizione chimica mista: composti perlite-fibre di cellulosa, calcestruzzi di perle di polistirene.

5) *materiali multistrato (1)*

- composizione chimica organica: plastici alveolari con parametri organici;
- composizione chimica inorganica: argille espanse con parametri di calcestruzzo, lastre di gesso associate a strato di fibre minerali;
- composizione chimica mista: plastici alveolari rivestiti di calcestruzzo.

(1) I prodotti stratificati devono essere classificati nel gruppo A5. Tuttavia, se il contributo alle proprietà di isolamento termico apportato da un rivestimento è minimo e se il rivestimento stesso è necessario per la manipolazione del prodotto, questo è da classificare nei gruppi da A1 ad A4.

#### MATERIALI INIETTATI, STAMPATI O APPLICATI IN SITO MEDIANTE SPRUZZATURA

- 1) materiali cellulari applicati sotto forma di liquido o di pasta
  - composizione chimica organica: schiume poliuretatiche, schiume di urea-formaldeide;
  - composizione chimica inorganica: calcestruzzo cellulare.
- 2) materiali fibrosi applicati sotto forma di liquido o di pasta
  - composizione chimica inorganica: fibre minerali proiettate in opera.
- 3) materiali pieni applicati sotto forma di liquido o di pasta
  - composizione chimica organica: plastici compatti;
  - composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
  - composizione chimica mista: asfalto.
- 4) combinazione di materiali di diversa struttura
  - composizione chimica inorganica: calcestruzzo di aggregati leggeri;
  - composizione chimica mista: calcestruzzo con inclusione di perle di polistirene espanso.
- 5) materiali alla rinfusa
  - composizione chimica organica: perle di polistirene espanso;
  - composizione chimica inorganica: lana minerale in fiocchi, perlite;
  - composizione chimica mista: perlite bitumata.

Per tutti i materiali isolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- a) dimensioni: lunghezza - larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;
- b) spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;
- c) massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;
- d) resistenza termica specifica: deve essere entro i limiti previsti da documenti progettuali (calcolo in base alla Legge 9 gennaio 1991 n. 10) ed espressi secondo i criteri indicati nella norma UNI 7357;

e) saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto le seguenti caratteristiche:

- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

Per i materiali isolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. Il Direttore dei lavori può inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

#### **24.4.2. PANNELLI TERMOISOLANTI PER STRUTTURE ORIZZONTALI**

Pannelli coibenti come da relazione L. 10/91 in Polistirene estruso a cellule chiuse battentato, fornitura in opera di lastre, densità 33 kg./mc., compreso collante, dello spessore cm. 10 per l'isolamento del piano terra e dello spessore di cm. 8+8 per l'isolamento delle coperture piane.

#### **24.4.3. ISOLAMENTO MURATURE ESTERNE**

Pannelli coibenti come da relazione L. 10/91 in polistirene estruso da applicare all'esterno (densità 20-25 kg./mc.) battentato, dello spessore di cm. 15 (in corrispondenza dei pilastri lo spessore del pannello isolante è di cm 10), applicato con pasta adesiva speciale a forte potere ancorante più tassello, compreso armatura con rete in fibra di vetro, rasatura della superficie e finitura in rivestimento plastico.

## **24.5. IMPERMEABILIZZAZIONI**

---

### **24.5.1. MATERIALI**

I materiali impiegati per l'esecuzione delle opere di impermeabilizzazione, con particolare riferimento a quelli che verranno utilizzati per i manti di copertura, dovranno presentare caratteristiche tecniche atte a soddisfare le seguenti sollecitazioni fisiche, chimiche, termiche.

### **24.5.2. IMPERMEABILIZZAZIONE CON GUAINE BITUMINOSE**

E) una mano di primer bituminoso di adesione (0,300 kg/mq)

F) soluzione bituminosa a base di bitume ossidato, additivi e solventi con residuo secco del 50%

G) e viscosità Ford n° 4 a 25 °C di 20 + 25 SEL

H) Membrana bituminosa Polimero plastomerica perforata, armata con velo di vetro Peso  $\geq 1.100$  g/mq

I) In alternativa potrà essere utilizzato cartonfeltro bitumato forato Peso  $\geq 600$  g/mq

J) una membrana bituminosa polimero plastomerica (BPP) o polimero elastoplastomerica armata con tessuto no tessuto di poliestere da filo continuo temofissato, isotropo, imputrescibile.

I teli posati con sovrapposizioni di almeno 10 cm saranno saldati a fiamma e verranno incollati per punti a fiamma al piano di posa, risvoltati e incollati a fiamma sulle superfici verticali per una quota superiore di almeno 20 cm al livello massimo delle acque. Una seconda membrana bituminosa polimero plastomerica (BPP) o polimero elastoplastomerica armata con tessuto non tessuto di poliestere da filo continuo temofissato, isotropo, imputrescibile verrà posata parallelamente alla sottostazione, sfalsando le linee di giunzione. Tali membrana avrà la superficie superiore autoprotetta da scagliette di ardesia.

I teli saranno saldati a fiamma, risvoltati e incollati a fiamma sulle superfici verticali per una quota superiore di almeno 20 cm al livello massimo delle acque.

#### **REQUISITI:**

Le membrature di impermeabilizzazione della copertura dovranno essere classificate come BPP-11 secondo la UNI 8818 e rispettare i limiti di accettazione delle membrane APP di classe I previsti dalla norma UNI 8629/2.

Le 2 membrane di copertura dovranno inoltre avere approvazione con agreement dall'I.C.I.T.E. (ovvero essere conformi alle direttive UEATC del Gennaio 1984).

Le prove sperimentali dovranno essere conformi ai contenuti ed alle modalità della norma UNI 8202 in particolare dovranno essere assicurati i seguenti requisiti minimi:

- K) Spessore  $4 \pm 0,2$  mm (della sola parte nera per membrane ardesiate)
- L) Flessibilità a freddo  $-15^{\circ}\text{C}$
- M) Carico di rottura per trazione (L)  $> 800$  N/5cm (T)  $> 700$  N/5cm
- N) Allungamento a rottura (L) 50% (T) 50%
- O) Deformazione residua a trazione (L) 5% (T) 5%
- P) Resistenza al punzonamento statico
- Q) Su supporto in fibrocemento PS4
- R) Su supporto in polistirolo estruso PS4
- S) Resistenza al punzonamento dinamico
- T) Su supporto in fibrocemento Pd4
- U) Su supporto in polistirolo estruso PD4
- V) Impermeabilità all'acqua  $> 60$  KPa
- W) Comportamento all'acqua (assorbimento)  $> 1\%$
- X) Permeabilità al vapor d'acqua  $> 80.000$  u
- Y) Flessibilità dopo invecchiamento termico  $- 5^{\circ}\text{C}$
- Z) Stabilità dimensionale in seguito ad azione termica  $\geq 0,5\%$
- AA) Stabilità di forma a caldo  $+130^{\circ}\text{C}$
- BB) Resistenza a fatica 500 cicli su fessura attiva a  $-10^{\circ}\text{C}$ , sia sua materiale nuovo che invecchiato
- CC) Peso (membrane ardesiate)  $\geq 4,5$  kg/mq

#### 24.5.2.1 POSA IN OPERA

##### PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA

Sulla copertura già pendenzata e atta a ricevere l'impermeabilizzazione sarà posato il manto.

La testa del manto impermeabile verticale sarà protetta da un profilato metallico fissato meccanicamente a rilievo e sigillato con materiale elastomerico. Nel caso che il manto impermeabile rivesta un muretto la protezione sarà assicurata da una scossalina in lamiera metallica fissata alla testa del muretto. L'altezza del



rilievo è soecifivata negli elaborati. Laddove non fosse specificata dovrà essere comunque superiore di almeno 20 cm il livello max delle acque.

#### ARROTONDAMENTO DEGLI SPIGOLI

Il piede dei rilievi, gli angoli e tutti gli spigoli destinati ad essere rivestiti con fogli impermeabili verranno arrotondati con gusce di malta cementizia o altri profili idonei allo scopo di 4÷5 cm di raggio. Il raccordo fra piano di posa isolato con pannelli e parti verticali verrà realizzato con appositi elementi prefabbricati di sezione triangolare.

#### PLUVIALI DI SCARICO

Attorno al foro di scarico sarà ricavata una sede più larga di 10 della corona del bocchettone e profonda 1÷15 cm. Il foro del bocchettone sarà protetto da una griglia parafoglie. Il bocchettone potrà essere metallico (piombo 2,5 mm, rame 6/10 mm) o in materiali elastomerico con corona di raccordo larga almeno 12 cm dal bordo del foro. Nel caso di scarichi posti ad una distanza inferiore a 15 cm dai rilievi o dagli angoli la corona del bocchettone salirà sul rilievo per almeno 10 cm.

#### SOGLIA

L'altezza della soglia di accesso al solaio piano dovrà essere costituita in modo tale che il manto impermeabile possa rivestirla per almeno 20 cm al di sopra del livello max delle acque.

#### CAMINI, TUBAZIONI FUORIUSCENTI, ANTENNE TV

Al piede del camino verrà ricavata l'apposita sede verticale dell'impermeabilizzazione; nel caso di tubazioni metalliche, in PVC, in cemento – amianto o di camini di insufficiente spessore, vi si dovrà elevare attorno un muretto di 20 cm più alto del livello delle acque, su questo rimonterà il manto impermeabile che verrà protetto da un gocciolatoio metallico solidale con la tubazione.

La continuità fra manto impermeabili e tubazioni potrà essere realizzata anche con pezzi preformati, in piombo o materiali elastomerici, costituiti da un tubo e una corona di raccordo larga almeno 12 cm dal bordo del foro. La corona sarà compresa tra due fogli del manto impermeabile mentre il tubo rimonta a coprire la tubazione da rivestire per almeno 20 cm al di sopra del livello delle acque, la tenuta della testata del manicotto sarà assicurata ad un collare metallico che funge da gocciolatoio, solidale con l'elemento rivestito.

## **24.6. COPERTURE**

---

### **24.6.1. ESECUZIONE COPERTURE CONTINUE (PIANE)**

Si intendono per coperture continue quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura.

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definite secondo UNI 8178).

La copertura termoisolata non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- 1) l'elemento portante;
- 2) massetto di pendenza;
- 3) strato di schermo o barriera al vapore con funzione di impedire (schermo), o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- 4) elemento di tenuta all'acqua;
- 5) elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- 6) strato filtrante;
- 7) strato di protezione.

La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

#### **24.6.1.1 ELEMENTO PORTANTE.**

Per l'elemento portante a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni del capitolato sui calcestruzzi, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio calcestruzzo, ecc.

#### 24.6.1.2 MASSETTO PENDENZA

Massetto di pendenza. Sul solaio di copertura adeguatamente pulito e bagnato verrà eseguito un massetto di pendenza (1÷5%) ben aderente e liscio a frattazzo costituito da un calcestruzzo confezionato con 200÷250 kg di cemento Portland 325 per m<sup>3</sup> di impasto; per le zone dove si prevede uno spessore inferiore a 3 cm il massetto sarà realizzato da una malta preparata con 350 kg di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia. Il massetto potrà essere costituito da calcestruzzo con granuli minerali leggeri confezionato con 250 kg di cemento Portland per m<sup>3</sup> di impasto. Il massetto di pendenza potrà essere costituito anche da cemento cellulare o calcestruzzi alleggeriti con granuli non minerali purché sufficientemente coesivi da permettere l'adesione delle membrane. Su coperture costituite da pannelli prefabbricati in cemento armato a cavallo delle linee di accostamento dei tegoli verranno incollate a fiamma delle fasce di Membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero elastoplastomerica, di 4 mm di spessore, a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, con armatura composita in "tessuto non tessuto" di poliestere da filo continuo stabilizzato con fibra di vetro larghe 20 cm (pontage) sia prima della posa del massetto di pendenza che nel caso di manto impermeabile o barriera al vapore posate direttamente sul prefabbricato. La superficie di posa dovrà essere liscia e piana. Una superficie cementizia si definisce tale se sotto un regolo di 2 metri appoggiato in tutte le direzioni non appaiono dislivelli superiori a 10 mm, e sotto un regolo di 0,20 metri, dislivelli superiori a 3 mm. La superficie dovrà essere frattazzata, priva di crepe o affossamenti che verranno sigillati con malta. Si dovranno rimuovere le asperità e tutti i residui di lavorazione di cantiere come chiodi, lamiere, legni, ecc. Prima dell'applicazione la superficie di posa si deve presentare pulita ed asciutta, per i piani di posa cementizi ed in latero-cemento è bene attendere un periodo di essiccazione da 8 giorni a 3 settimane a seconda della stagione.

#### 24.6.1.3 STRATO DI TENUTA ALL'ACQUA

Lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino a realizzare uno strato continuo.

-Primer: Le parti verticali sulle quali il manto impermeabile dovrà essere incollato, saranno verniciate con una mano da 300 g/m<sup>2</sup> ca. di primer bituminoso di adesione

-Manto impermeabile monostrato: Sul piano di posa verrà posata in indipendenza una membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero di 4 mm di spessore.

I teli verranno stesi a secco sul piano di posa e sovrapposti tra loro per 10 cm nel senso longitudinale e per 15 cm nel senso trasversale, la saldatura dei sormonti verrà eseguita a fiamma con un bruciatore a gas propano.

Il risvolto del manto impermeabile sulle parti verticali esposte alla irradiazione solare sarà protetto da uno strato di membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero, autoprotetta con scagliette di ardesia, di 4 mm di spessore, della stessa natura di quella impiegata per la superficie piana della

copertura, che verrà risvoltata ed incollata in totale aderenza a fiamma sui rilievi per una quota di almeno 20 cm superiore al piano di scorrimento delle acque.

- Scarico pluviali: Attorno al foro di scarico sarà ricavata una sede più larga di 10 cm della corona del bocchettone e profonda 1÷1,5 cm, nel caso di terrazza con isolante termico tale sede sarà ricavata nell'isolante. Ogni scarico non dovrà interessare una superficie superiore a 500 m<sup>2</sup>, dovrà avere un foro di diametro adeguato alla superficie e l'acqua piovana non dovrà percorrere una distanza superiore a 30 m prima dello scarico.

a) In fase di posa si dovrà curare: la corretta realizzazione dei giunti utilizzando eventualmente i materiali ausiliari (adesivi, ecc.), le modalità di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data all'esecuzione dei bordi, punti particolari, risvolti, ecc. ove possono verificarsi infiltrazioni sotto lo strato.

b) Le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate nell'articolo prodotti per coperture. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto che garantiscano continuità anche nei punti particolari quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.). Sarà curato inoltre che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) od altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate per favorire una esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto.

#### 24.6.1.4 BARRIERA VAPORE

Lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche. Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.), inoltre saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua.

#### 24.6.1.5 ELEMENTO TERMOISOLANTE

Elemento termoisolante: Pannelli coibenti come da relazione L. 10/91 in polistirene estruso. Per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'articolo sui materiali per isolamento termico ed inoltre si curerà che nella posa in opera siano realizzate correttamente le giunzioni, siano curati i punti particolari, siano assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo strato contiguo.

#### 24.6.1.6 STRATO FILTRANTE

Lo strato filtrante sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con fogli di non tessuto sintetico od altro prodotto adatto accettato dalla Direzione dei lavori. Sarà curata la sua

corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento con particolare attenzione rispetto a possibili punti difficili.

#### 24.6.1.7 STRATO DI PROTEZIONE

Lo strato di protezione sarà realizzato mediante la fornitura e posa in opera di uno strato di ghiaia lavata della granulometria di almeno mm 1,5/2.

Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore, ed accettate dalla Direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o le precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

## **24.7. INFISSI**

---

### **24.7.1. INFISSI IN ALLUMINIO E VETRO**

Serramenti interni apribili ad una o più ante a battente (anche asimmetrici) o a vasistas, o anche per serramenti fissi, di qualsiasi dimensione, realizzati in profilati estrusi in lega primaria di alluminio 6060 secondo UNI 9006/1, profili e imbotti in alluminio preverniciato del colore a scelta della D.LL, predisposti per l'applicazione di vetrate o per l'inserimento di pannellature cieche, il tutto realizzato come segue:

#### **24.7.1.1 STRUTTURA:**

- Telai aventi larghezza minima di mm. 55;
- Giunzioni a 45° e 90° stabili e ben allineate per garantire una buona resistenza meccanica;
- Coprifili, imbotti o stipiti e battute delle ante realizzati in profilati di alluminio preverniciato con spigoli arrotondati su entrambi i lati;
- Ali di battuta dei profili di telaio fisso (L,T etc.) con altezza minima di mm. 25;
- Lo spessore di tutti i profili non dovrà essere inferiore a mm.  $1,8 \pm 0,2$ .

#### **24.7.1.2 ACCESSORI**

- Le giunzioni a 45° e 90° dovranno essere effettuate per mezzo di apposite squadrette e cavallotti, in lega di alluminio dotate di canaline per una corretta distribuzione della colla. L'incollaggio verrà così effettuato dopo aver assemblato i telai consentendo la corretta distribuzione della colla su tutta la giunzione e dove altro necessario. Saranno inoltre previsti elementi di allineamento e supporto alla sigillatura in acciaio inox da montare dopo l'assieme delle giunzioni. Nel caso di giunzioni con cavallotto, dovranno essere previsti particolari di tenuta realizzati in schiuma di gomma espansa da usare per la tenuta in corrispondenza dei listelli isolanti;

- Le giunzioni sia angolari che a "T" dovranno prevedere squadrette o cavallotti montati con spine, viti o per deformazione;

I particolari soggetti a logorio verranno montati e bloccati per contrasto onde consentire rapidamente una eventuale regolazione o sostituzione anche da personale non specializzato e senza lavorazioni meccaniche;

I sistemi di movimentazione e chiusura, originali del sistema, dovranno essere scelti in base alla dimensioni e al peso dell'anta;

- Gli accessori del sistema dovranno essere realizzati, in funzione delle necessità, con materiali perfettamente compatibili con le leghe di alluminio utilizzate per l'estrusione dei profili, in modo da non formare coppia galvanica, quali: acciaio trattato o inox, alluminio (pressofuso o estruso) materiali sintetici, zama (particolari pressofusi).

#### 24.7.1.3 GUARNIZIONI E SIGILLANTI:

Tutte le giunzioni tra i profili dovranno essere incollate e sigillate con colla per metalli (poliuretana a due componenti). Le guarnizioni cingivetro dovranno essere in elastomero (EPDM) e dovranno compensare le sensibili differenze di spessore, inevitabili nelle lastre di vetrocamera e/o stratificate, garantendo, contemporaneamente, una corretta pressione di lavoro perimetrale.

#### PER FINESTRE

La guarnizione cingivetro esterna dovrà distanziare il tamponamento di 4 mm minimo dal telaio metallico. La guarnizione cingivetro ha sagoma allungata in modo che, quando inserita, si estenda fino alla sede del vetro. Inoltre dovrà essere inserita in una sede ricavata sul listello isolante in modo da garantire un accoppiamento ottimale ed avere la battuta su un'aletta dell'anta facente parte del listello isolante per la protezione totale dei semiprofilo interni. La continuità perimetrale della guarnizione dovrà essere assicurata mediante l'impiego di angoli vulcanizzati i quali, forniti di apposita spallatura, faciliteranno l'incollaggio della guarnizione stessa. In alternativa dovranno essere previsti telai vulcanizzati.

#### PER PORTE E PORTE-FINESTRE.

Oltre a quanto già indicato per le finestre, tutte le guarnizioni di battuta, anch'esse in elastomero (EPDM), dovranno formare una doppia barriera sui montanti laterali e sul traverso superiore. In corrispondenza del traverso inferiore dovrà essere previsto uno spazzolino o una battuta in gomma (a scelta della D.LL.).

#### 24.7.1.4 FISSAGGIO ALLE STRUTTURE PERIMETRALI:

Il collegamento alle strutture perimetrali dovrà avvenire tramite viti e tasselli in plastica ad espansione tipo "fischer" o similare mediante idonei profili compensatori. Il sistema per permettere un facile e corretto posizionamento dei profili, in grado di resistere a tutte le sollecitazioni trasmesse (es. peso proprio, carichi accidentali, ecc...). Il fissaggio avverrà tramite apposita tassellatura ai controtelai in acciaio zincato. La sigillatura tra i telai fissi metallici ed il contesto edile adiacente sarà eseguita impiegando sigillanti al silicone di prima qualità e di colore neutro, nel rispetto delle istruzioni del fabbricante, avendo cura di realizzare giunti di larghezza non inferiore ai mm 3 e non superiore a mm 7, con profondità minima di mm 6.

#### 24.7.1.5 FINITURA DELL'ALLUMINIO:

Tutti i profili dovranno essere verniciati con polveri termoindurenti a base di resine poliesteri TGIC in tonalità come da progetto su impianto avente tunnel di pretrattamento a 11 stadi minimo e linea di pretrattamento con il controllo chimico continuo dei bagni in modo da mantenere le concentrazioni entro i valori stabiliti. Sistema di regolazione e monitoraggio tale da mantenere costante la temperatura nelle varie zone dei forni (temperatura che deve essere rilevata, fino a 6 punti diversi, su tutta la lunghezza del profilo. Lo spessore del rivestimento dovrà essere minimo 60 microns salvo le parti che, per motivi funzionali, impongono un limite massimo inferiore. La verniciatura dovrà essere eseguita applicando integralmente il capitolato di qualità Qualital "Direttive del marchio di qualità Qualicoat dell'alluminio verniciato (con prodotti liquidi o in polvere) impiegato in architettura" e la normativa UNI 9983 "Rivestimenti dell'alluminio e sue leghe - requisiti e metodi di prova". In caso di contrasto tra i due documenti sopraccitati prevarrà quello più favorevole al committente. La colorazione sarà scelta dal committente su campionatura fornita dal fornitore dei manufatti. Il trattamento superficiale dovrà essere eseguito da impianti che hanno ricevuto la certificazione dei marchi di qualità EURAS-EWAA per l'ossidazione anodica e Qualicoat per la verniciatura. Il ciclo di verniciatura dovrà comprendere:

- presgrassaggio
- sgrassaggio alcalino 60°;
- doppio lavaggio;
- disossidazione acida;
- lavaggio;
- fosfocromatazione a 30° per immersione;
- lavaggio;
- lavaggio demineralizzato;
- asciugatura;
- verniciatura mediante polveri di poliestere;
- cottura in forno alla temperatura media di 180° C.

La verniciatura dovrà essere eseguita applicando integralmente il capitolato di qualità Qualità "Direttive del marchio di qualità Qualicoat dell'alluminio verniciato (con prodotti liquidi o in polvere) impiegato in architettura" e la normativa UNI 9983 "Rivestimenti dell'alluminio e sue leghe - requisiti e metodi di prova". In caso di contrasto tra i due documenti sopraccitati prevarrà quello più favorevole al committente. Il trattamento superficiale dovrà essere eseguito da impianti che hanno ricevuto la certificazione dei marchi di qualità Qualicoat per la verniciatura.



#### 24.7.1.6 TAMPONAMENTI CIECHI:

Realizzazione di specchiature cieche ottenute realizzando una fodrinatura con doppio pannello in lamiera d'alluminio preverniciato sp. 20/10 mm con interposto pannello coibente in pannelli rigidi di lana di roccia (compreso nella presente voce di elenco).

#### 24.7.1.7 VETRAGGIO:

- I profili fermavetro dovranno essere inseriti mediante dei bloccaggi in plastica agganciati al fermavetro stesso, l'aggancio sarà così di assoluta sicurezza affinché, a seguito di aperture o per la spinta del vento il fermavetro non ceda elasticamente. I bloccaggi dovranno inoltre compensare le tolleranze dimensionali e gli spessori aggiunti, nel caso della verniciatura, per garantire un corretto aggancio in qualsiasi situazione;
- I fermavetri dovranno essere sagomati in modo tale da supportare a tutta altezza la guarnizione cingivetro interna per consentire una pressione ottimale sulla lastra di vetro. Il dente di aggancio della guarnizione dovrà essere più arretrato rispetto al filo esterno del fermavetro in modo da ridurre la sezione in vista della guarnizione riducendo l'effetto cornice. Data l'elevata importanza della corretta pressione delle guarnizioni sul vetro sia per la tenuta e sia per il mantenimento della corretta geometria dell'anta, le guarnizioni cingivetro interne dovranno essere di diverse dimensioni, previste a catalogo per ogni mm. di variazione dello spessore del vetro;
- Gli appoggi del vetro dovranno: essere agganciati a scatto sui profili, avere una lunghezza minima di mm. 100 ed essere realizzati in modo da non impedire il corretto drenaggio e ventilazione della sede del vetro. Le lastre dovranno essere supportate da tasselli la cui durezza sia compresa tra i 60 e gli 80 Shore A;

#### 24.7.1.8 CONTROTELAI:

La fornitura e posa in opera del controtelaio è inclusa nella presente voce di elenco prezzi.

Controtelai in acciaio zincato, per porte e finestre in alluminio costituiti da profilati di qualsiasi tipo, forma e dimensione, da premurare, dello spessore minimo di 15-10" completi di idonee grappe o zanche per l'ancoraggio alla muratura. La zincatura a caldo protettiva di tutti gli elementi dovrà essere realizzata mediante immersione in bagno di zinco fuso alla temperatura di circa 500°C eseguito secondo la norma UNI EN ISO 1461/99, previa la pulizia e decapaggio in bagno acido ed il lavaggio, l'asciugatura ed il preriscaldamento in forno. Comprese le opere murarie, i fori sulle strutture perimetrali ed i relativi tasselli ad espansione, i tagli a misura, gli sfridi, il tiro e il calo dei materiali, i ponti di servizio fino a 4 m dal piano d'appoggio, ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte.

#### 24.7.1.9 ACCORGIMENTI:

Dovrà essere compito dell'appaltatore porre in essere tutti gli accorgimenti necessari ad evitare corrosione galvanica (es. le parti in ferro a contatto con l'alluminio dovranno essere cadmate).

#### LATTONERIE A CORREDO INTERNE ED ESTERNE:

Fornitura e posa in opera di tutte le lattonerie necessarie a corredo dei serramenti (es. davanzali, imbotti, ecc...) realizzate in lamiera di alluminio lega 3103 titolo 99,5 (UNI 4507) spessore non inferiore a 15/10", aventi qualsiasi sagomatura e sviluppo, verniciate a norma UNI 9983 nelle modalità e colori come i profili dei serramenti. Il tutto posato in opera a qualsiasi altezza dal piano di appoggio, compreso tutti gli oneri di fissaggio, di sigillature (trasparenti o colorate), di qualsiasi altro elemento o profilo di irrigidimento (per consentire la planarità superficiale della lamiera) o staffatura e di tutti gli accorgimenti necessari per realizzare la continuità con le strutture degli infissi e la perfetta tenuta all'aria e all'acqua. Comprese tutte le guarnizioni antivibrazione e/o anticorrosione galvanica ed eventuali dispositivi per realizzare i giunti di dilatazione a tenuta stagna.

#### APERTURE:

Dovranno essere realizzati tutti i sistemi di apertura previsti nell'abaco infissi (es. apertura ad anta ribalta, ad uno o più battenti anche asimmetrici, oppure a vasistas, oppure di tipo fisso, porte a battente anche asimmetrici, ecc...).

Il tutto come risultante dagli elaborati di progetto esecutivo. Tali aperture dovranno essere realizzate mediante la fornitura e posa in opera di tutti gli accessori necessari.

#### PER APERTURA A VASISTAS.

La chiusura dei vasistas dovrà essere realizzata utilizzando in genere scrocchetti posti sul traverso superiore e bracci di arresto disposti sui montanti, in conformità a quanto previsto dalle tabelle di dimensionamento del produttore del sistema in funzione del peso, delle dimensioni dell'anta e della spinta del vento (salvo altre diverse dotazioni specificate sugli elaborati di progetto esecutivo comunque compensate a parte).

I bracci di arresto (o limitatori di apertura) dovranno essere di tipo metallico e sganciabili per consentire la pulizia dei tamponamenti dall'interno. Le apparecchiature di manovra delle finestre a vasistas dovranno essere dotate del dispositivo di sicurezza onde evitare lo scardinamento dell'anta stessa. Comprese cerniere cilindriche con ali di fissaggio a scomparsa e le viterie varie. Per apertura a battente o ad anta/ribalta delle finestre. La chiusura delle ante a battente dovrà essere realizzata utilizzando maniglia a cremonese in acciaio elettrocolorato nero con chiusure sopra e sotto realizzate con punti metallici e chiusure intermedie con rullini metallici su incontri regolabili in acciaio inox (salvo altre diverse dotazioni specificate sugli elaborati di progetto esecutivo e comunque compensate a parte).

Il sistema di apertura dovrà essere realizzato in conformità a quanto previsto dalle tabelle di dimensionamento del produttore del sistema in funzione del peso e delle dimensioni dell'anta (salvo altre diverse dotazioni specificate sugli elaborati di progetto esecutivo e comunque compensate a parte). I bracci di arresto (o limitatori di apertura) dovranno essere di tipo metallico e sganciabili per consentire la pulizia. Le apparecchiature di manovra delle finestre dovranno essere dotate del dispositivo di sicurezza onde evitare lo scardinamento dell'anta stessa. Comprese le cerniere cilindriche con ali di fissaggio a scomparsa (n° 2 minimo per anta) e le viterie varie. Per apertura a battente delle porte.

Oltre a quanto già riportato per le finestre, che si intende valido anche per le porte, occorre prevedere la fornitura ed il montaggio di coppia di maniglie "antifortunistiche" o "anti-appiglio" sia sul lato interno che su quello esterno in acciaio elettrolucido, la serratura a tre punti di chiusura con cilindro nichelato di tipo ovale o sagomato corredato di tre chiavi tipo Yale con cifratura unica o in combinazione con maestratura (comprese e compensate entrambe con la presente voce di elenco e comunque a scelta della D.LL. in corso d'opera) e piastre in acciaio inox ad incontri regolabili.

A seconda delle versioni e/o richieste da parte del Committente o della D.LL. la serratura dovrà essere: non azionabile dall'esterno, oppure azionabile con chiave a cilindro tipo YALE (sempre con chiave "maestra" per cilindro), o solo con la maniglia o con la maniglia e cilindro tipo YALE (in questo caso per mezzo della chiave si rende "folle" la maniglia). La chiusura dell'anta di servizio potrà essere effettuata, a seconda delle dimensioni e delle modalità di manovra, con chiusura esterna sopra e sotto oppure con chiusura a scomparsa con comando centrale unico. Catenaccio a due punti per l'anta di servizio con occhielli a pavimento in acciaio inox (compresa fornitura e posa in opera). Comprese le cerniere cilindriche con ali di fissaggio a scomparsa (n° 3 minimo per anta) e le viterie varie. Inoltre il sistema dovrà essere dotato di predisposizione per l'applicazione di maniglioni antipanico (i maniglioni sono compensati a parte).

#### ANNOTAZIONI:

Dovrà essere realizzato quanto evidenziato nell'abaco degli infissi contenuto negli elaborati di progetto assicurando le quote di parti apribili previste. Comprese le opere e le assistenze murarie (es. per il montaggio dei controtelai, ecc...), la manovalanza in aiuto ai posatori (es. per la movimentazione delle ante, dei telai, ecc...), lo sviluppo dei particolari costruttivi, la ferramenta d'uso, gli accessori necessari per il fissaggio (es. viti, tasselli ad espansione, ecc...), lo scarico dall'automezzo dei materiali, il sollevamento ai piani, la movimentazione a piè d'opera, lo stoccaggio e la custodia, il calo dei materiali di risulta, la fornitura dell'energia elettrica, i mezzi di sollevamento in genere, i ponti di servizio per qualsiasi altezza dal piano d'appoggio, della pulizia finale dei luoghi di lavoro, della pulizia accurata degli infissi, e quant'altro non specificato ma necessario per una esecuzione secondo le migliori tecniche dell'arte. Esclusa la fornitura ed il montaggio dei vetri. Valutazione della superficie risultante dagli elaborati di progetto in misura di luce netta di progetto.]

## **24.7.2. INFISSI TAGLIAFUOCO**

### **24.7.2.1 NORME DI RIFERIMENTO**

UNI 5547 - Prove meccaniche materiali ferrosi - Prova trazione lamiera spessore da 0.5 a 3.0 mm

UNI 5741 - Rivestimenti protettivi materiali ferrosi - Prova di uniformità dello strato di zincatura

UNI 5753 - Prodotti finiti, piatti di acciaio non legato, rivestito - Lamiere e nastri inferiori a 3.0 mm zincati in continuo per immersione a caldo

UNI 7070 - Prodotti finiti, laminati a caldo - Profilati, larghi piatti, lamiere e nastri - Qualità, prescrizioni e prove

UNI Gruppo 435 - Profilati laminati a caldo

UNI 7958 - Prodotti finiti laminati a freddo - Lamiere sottili e nastri larghi

UNI 7344 - Profilati di acciaio formati a freddo - Prescrizioni e tolleranze

UNI 6900 - Acciai legati speciali, inossidabili, resistenti alla corrosione e al calore

UNI 8317 - Prodotti finiti piatti di acciaio inossidabile

EN 24 - Porte - Misurazione difetti di planarità dei battenti

EN 25 - Porte - Misurazione delle dimensioni e dei difetti di perpendicolarità dei battenti

UNI EDL - Guarnizioni per serramenti - Limiti  $111 \ 1\frac{1}{2}^\circ$  di accettazione, classificazione e UNI 9122 collaudo  $1\frac{1}{2}^\circ$

UNI EN 1634

Normative emanate dal Ministero degli Interni

Concordato italiano Incendio Rischio Industriale

General Electric Silicones Italia

Federal Specification American

### **24.7.2.2 GENERALITÀ**

Le porte tagliafuoco dovranno soddisfare tutti i requisiti previsti per le porte in AL con imbotte e, in aggiunta avere la resistenza al fuoco indicata sulle tavole di progetto. Saranno cieche o finestrate in acciaio omologate a norma UNI 9723 e conformi a certificazione di prodotto CSI / CERT.

### 24.7.2.3 MATERIALI

#### PORTE CIECHE

##### **Telaio**

In acciaio zincato pressopiegato spessore 2 mm, sagomato per ospitare cerniere fissate tramite saldatura a filo continuo, guarnizioni fumi caldi sezione 2x40, guarnizioni fumi freddi (opzionale), rostri fissi.

Architettura a "limitatore termico" costituito da tripla asolatura lungo tutto il perimetro del telaio, che consente una sostanziale riduzione della trasmissione del calore tra lato esposto e lato protetto dal fuoco.

Predisposizione di serie di numero 5+5 zanche a murare (numero 5+5+1 su telaio 2 battenti).

##### **Ante**

In acciaio preverniciato con pellicola di protezione.

Cassa dell'anta rinforzata internamente da profilo a "L".

Coibente a doppio strato di lana minerale, impregnato con colla a base di calciosilicati più un foglio intermedio di alluminio.

Ripari interni per organi meccanici come ad esempio le serrature. Coperchio assemblato alla cassa tramite graffatura sui tre lati.

Due cerniere per ante. Realizzate in acciaio stampato e zincato, reversibili, di cui una di banco con boccole antiusura ed una con perno e molla per autochiusura.

Ogni cerniera è fissata all'anta con 3+1 rivetti d'acciaio rinforzati. Rostri di sicurezza sul lato cerniera.

Chiusura con serratura antincendio a un punto di chiusura (Rei 60), o tre punti di chiusura (Rei 120).

A doppio battente.

Selettore di chiusura ante di serie ad incasso.

Pozzetto con battuta a pavimento per aste seconda anta.

Controserratura e aste incassate alto basso per seconda anta.

Peso porta a mq. 35-40 Kg.

##### **Equipaggiamento di serie per infissi REI 60**

Lamiera preverniciata elettrozincata spessore 8/10 color Avorio chiaro.

Telaio elettrozincato a Z spessore 20/10.

Coibentazione a norma UNI 9723 REI 60.

Serratura antincendio predisposta per cilindro tipo Yale.

Cilindro Patent.

Una chiave tipo Patent.

Maniglia interna + Maniglia esterna antincendio color nero completa di placche.

Zanche per posa in opera.

Finitura telaio a polveri epossidiche color Avorio chiaro.

Cerniera di costruzione zincata con boccole antiusura.

Cerniera con molla per autochiusura e perno regolazione chiusura.

Imballo composto da nylon e scatola di cartone.

Fogli di istruzione per posa in opera e accessori.

Riparo feritoie telaio per scrocco serratura e rostri.

Guarnizione autoespandente telaio: su tre lati.

Tre rostri di tenuta lato cerniera.

Selettore di chiusura ante.

Serratura per chiusura automatica alto/basso seconda anta.

**Equipaggiamento di serie per infissi REI 120**

Telaio elettrozincato a Z spessore 20/10.

Coibentazione a norma UNI 9723 REI 120.

Serratura antincendio predisposta per cilindro tipo Yale a tre punti di chiusura.

Cilindro Patent.

Una chiave tipo Patent.

Maniglia interna + Maniglia esterna antincendio color nero completa di placche.

Zanche per posa in opera.

Finitura telaio a polveri epossidiche color Avorio chiaro.

Cerniera di costruzione zincata con boccole antiusura.

Cerniera con molla per autochiusura e perno regolazione chiusura.

Imballo composto da nylon e scatola di cartone.

Fogli di istruzione per posa in opera porta e accessori.

Riparo feritoie telaio per scrocco serratura e rostri.

Guarnizione autoespandente telaio: su tre lati.

Guarnizione autoespandente battente: su lato cerniere, centrale e inferiore.

Tre rostri di tenuta lato cerniera.

Selettore di chiusura ante.

Serratura per chiusura automatica alto/basso seconda anta.

## PORTE VETRATE

### **Tipologia**

Porte tagliafuoco a uno o due battenti Rei 60 / Rei 90 oppure Rei 120, con laterali, sopraluci e vetrate fisse opzionali.

A richiesta versione antipanico su prima o seconda anta, oppure sulle due ante.

### **Telaio**

In tubolare d'acciaio profilato dimensioni 15x15, sagomato per accoppiamento con profilo analogo, con interposizione di lastra isolante a base di calciosilicati spessore 25 mm.

Limitatore di conduzione termica a ponticelli metallici di passo 350 mm.

Rei 30 / Rei 60: spessore totale telaio 55x50 mm.

Rei 90 / Rei 120: spessore totale telaio 80x50 mm.

Completo con guarnizioni fumi caldi e guarnizione fumi freddi.

L'accoppiamento delle tre diverse sezioni (a T, Z ed L) dei profili tubolari sagomati, consente differenti configurazioni di montaggio.

Il fissaggio del telaio al muro avviene tramite zanche a murare o telaio ad avvitare opzionale su controtelaio murato.

### **Ante**

Struttura anta composta da profilo T, Z o L sull'intero perimetro e da traverso centrale a 1 metro da filo pavimento, con specchiatura superiore più specchiatura inferiore per ogni anta.

Le sezioni a T / Z / L vengono scelte in funzione dei rigolini fermavetro che possono essere montati nella parte a spingere o a tirare dell'anta.

Tre cerniere a 3 ali in acciaio sinterizzato per ogni anta, con perno ad alta resistenza e cuscinetto reggispinta. Fissaggio all'anta e al telaio con viti e inserti filettati.

Lo sblocco viti consente la registrazione del gioco luce tra battente e telaio in larghezza / altezza.

Serratura antincendio a un punto di chiusura.

**A doppio battente**

Chiusura seconda anta con controserratura antincendio e comando aste alto/basso.

Pozzetto a pavimento di serie per aste seconda anta.

Selettore di chiusura. Sincronizzatore apertura ante su seconda anta solo per versione antipanico.

Peso porta a mq (vetro compreso):

- Rei 60 45-50 Kg/mq
- Rei 90 95-100 Kg/mq
- Rei 120 115x120 Kg/mq
- 

CARATTERISTICHE TECNICHE DEI VETRI REI

CLASSE RESISTENZA	REI 30	REI 60	REI 90	REI 90	REI 120
Spessore (mm)	12 ± 1	21 ± 2	37 ± 2	43 ± 2	52 ± 3
Peso (kg/m <sup>2</sup> )	27	47	87	100	120
Isolam. Acustico	ca. 38 db	ca. 41 db	ca. 43 db	ca. 44 db	ca. 46 db
Protezione agli urti	500 J.	600 J.	900 J.	900 J.	900 J.
Tolleranza dim.	± 2	± 2	± 2	± 3	± 3
Isolam. Termico K Watt	ca. 5,4	ca. 5,3	ca. 5,2	ca. 5,2	ca. 5,2
Temp. di utilizzo	-20/+40	-20/+40	-20/+40	-20/+40	-20/+40
Limite dimensionate (mm)	1100 x 2000	1200x2100	100x2000	1000x2000	1000x2000

**24.7.3. INFISSI INTERNI**

24.7.3.1 PORTE INTERNE IN PVC

Porte interne con profili in PVC colorato (BIANCO, GRIGIO, AVORIO) pluricamere, antiurto, stabilizzato e autoestinguento di classe 1.

Il battente è costituito da:



un pannello spessore 40mm, caratterizzato da struttura alveolare in polipropilene, irrigidito mediante intelaiatura di profili in PVC pluricamere 45x35 spessore 2mm, con angoli termosaldati bordo arrotondato.

Il rivestimento viene fatto ambo i lati con laminato plastico spessore 9/10 (colorazioni a scelta dal campionario). Viene eseguita fresatura sul lato inferiore per lo scorrimento.

L'imbotte è costituita da:

profilo pluricamera in PVC arrotondato da 65x10 con angoli termosaldati (per spessore muro fino a 160mm) con lato verticale di chiusura caratterizzato da profilo in alluminio verniciato in tinta del pvc provvisto di doppio spazzolino

Per spessori muro superiori a 160 l'imbotte verrà eseguita con l'aggiunta di un pannello in PVC spessore mm 8 e cornici esterne come precedente.

Gli accessori di chiusura possono avere una serratura a gancio: con chiave normale, con cilindro sagomato o con libero/occupato e doppia maniglietta ad incasso in nylon.

#### 24.7.3.2 PORTE INTERNE IN LEGNO TAMBURATO CON CELLULARE A NIDO D'APE E PANNELLO IN LAMINATO PLASTICO

Porte interne in legno tamburato, ad una o due ante, di tipo reversibile, con griglia di transito ove specificato in progetto, costituita da telaio fisso in legno massiccio impiallicciato in essenze legnose (come le ante), di spessore minimo pari a 4,5 cm, per qualsiasi larghezza di muro finito, collegato con idonei ancoraggi al controtelaio in legno d'abete (anch'esso fornito e montato e quindi compreso nel prezzo).

La parte mobile o battente sarà costituita da:

- intelaiatura portante in legno duro (della sezione minima di 8x4,5) composta da montanti verticali e traverse orizzontali in massello assemblate con chiodi. Il traverso inferiore dovrà avere un'altezza minima di 20 cm. Dovrà essere previsto un traverso ad altezza delle maniglie e dei rinforzi nelle porte dei servizi igienici in corrispondenza dei maniglioni per portatori di handicap o per l'eventuale

inserimento di maniglioni antipatico;

- zone intermedie tamburate a nido d'ape in cartoncino con rivestimento esterno delle due facce con

- pannelli in laminato plastico (classe 1 di reazione al fuoco) con finitura morbida tipo lamicolor (spessore non inferiore a mm. 4,5). Spessore complessivo del battente/i non inferiore a mm. 4;

- guarnizioni in neoprene di colore marrone con funzione fonoisolante ed antipolvere inserite in

appositi canali sul telaio per tutte le battute, nella controbattuta dell'anta secondaria e nel inferiore delle ante;

- griglia di transito in alluminio anodizzato, delle dimensioni risultanti da progetto, costituita da telaio in alluminio profilato e da una serie di alette/lamelle fisse inclinate e sagomate a lisca di

pesce, anch'esse in alluminio ove specificato in progetto (fornite e poste in opera e compensate nel

presente prezzo);

- n°2 cerniere tipo Anuba per ogni battente in ottone lucido, satinato o cromato o acciaio

tropicalizzato o alluminio bronzato (il tutto a scelta della D.LL.);

- coppia di maniglie antiappiglio ad "U" con relative piastre e bocchette in ottone lucido, saticromato o alluminio bronzato (il tutto a scelta della D.LL.);

- serratura da incasso a scrocco tipo Patent con chiavi a doppia mandata (nelle porte dei servizi igienici anzichè una serratura tipo Patent occorre prevedere un chiavistello con nottolino indicante "libero-occupato" ed apertura di sicurezza dall'esterno). Bloccaggio con catenaccioli sopra e sotto ell'anta secondaria;

- boccola in ottone o altro materiale da fissare sul pavimento finito tramite viti o tasselli.

Compresi gli imbotti (per qualsiasi larghezza di muro) e le relative cornici su entrambi i lati assemblate a 90°), i regoletti, eventuali listelli sagomati, zoccoletti, viti, tasselli, ecc...

La cornice coprifilo di larghezza non inferiore a mm. 70, dovrà essere fornita con aletta da mm. 20 e consentire un movimento telescopico di mm. 15 (in caso di rivestimenti).

Compresa la fornitura e posa in opera di controtelai in legno di abete, per qualsiasi larghezza di muro, spessore minimo di 2,5 cm, piallati e spianati, completi di idonee grappe per l'ancoraggio alla

muratura, i tagli a misura, gli sfridi, comprese le necessarie opere murarie per il montaggio. Dovrà essere realizzato quanto evidenziato nell'abaco degli infissi contenuto negli elaborati di progetto assicurando le quote di parti apribili previste.

Comprese le opere e le assistenze murarie, la manovalanza in aiuto ai posatori (es. per la movimentazione delle ante, dei telai, ecc...), lo sviluppo dei particolari costruttivi, la ferramenta

d'uso, gli accessori necessari per il fissaggio (es. viti, tasselli ad espansione, ecc...), lo scarico

dall'automezzo dei materiali, il sollevamento ai piani, la movimentazione a piè d'opera, lo stoccaggio e a custodia, la protezione degli stessi nell'ambito del cantiere prima del montaggio in opera, il calo dei materiali di risulta, la fornitura dell'energia elettrica, i mezzi di sollevamento in genere, i ponti di servizio per qualsiasi altezza dal piano d'appoggio, il montaggio con le eventuali incastellature di sostegno, la pulizia finale dei luoghi di lavoro e quella accurata degli infissi, e quant'altro non specificato ma necessario per una esecuzione secondo le migliori tecniche dell'arte.

## 24.8. PAVIMENTI E RIVESTIMENTI

---

### 24.8.1. GENERALITÀ

Tutti i pavimenti dovranno essere realizzati con materiali e metodologie di costruzione corrispondenti alla normativa di unificazione richiamata ai capitoli successivi, relativi ai rispettivi tipi di pavimenti.

Tutti i materiali impiegati dovranno essere campionati e sottoposti all'approvazione della Direzione dei Lavori, anche in relazione alle scelte cromatiche definitive. Dovranno essere altresì impiegati materiali di medesima composizione, periodo di fabbricazione, provenienza e qualità.

Durante le operazioni di posa in opera i pavimenti, le pareti e tutti i manufatti ad essi adiacenti, dovranno essere protetti con cura affinché non vengano arrecati danni alle opere di pavimentazione in corso di esecuzione, oppure non vengano danneggiati materiali ed altri lavori già realizzati in zone limitrofe.

Per il periodo necessario alla completa maturazione della pavimentazione e comunque per almeno 10 giorni dall'avvenuta conclusione delle lavorazioni, l'Appaltatore dovrà predisporre tutte le opere provvisorie di sbarramento atte ad impedire il transito di chiunque, sulla pavimentazione appena realizzata e non ancora pedonabile.

I pavimenti resilienti, tessili e/o duri, ma levigati e lucidati, dovranno essere protetti fino alla consegna al Committente con materiali (teli, tavolati di legno, cartoni, segatura, etc...) atti ad impedire il danneggiamento della finitura superficiale della pavimentazione ormai completata.

Una volta terminata la lavorazione e prima della consegna al Committente, le pavimentazioni dovranno essere lavate, asciugate e lucidate con prodotti appositi, secondo le istruzioni del Produttore dei materiali stessi. Non si dovrà fare uso di detersivi ad elevata concentrazione o solventi che non siano stati consigliati ed autorizzati dal Produttore e dalla Direzione dei Lavori.

Altrettanta cura dovrà essere riposta dall'Appaltatore nella realizzazione e protezione di pavimentazioni, che dovessero essere esposte all'azione di dilavamento da parte della acque meteoriche, oppure all'azione del gelo, oppure all'azione del calore e dell'irraggiamento solare. Ogni tipo di pavimentazione richiede tempi di maturazione dei sottofondi e di aggancio della finitura superficiale adeguati e non riducibili oltre certi limiti se non a discapito delle caratteristiche di resistenza della pavimentazione nel suo complesso. Qualora le condizioni meteorologiche fossero particolarmente ostili, oppure venissero ritenute non idonee al tipo di lavorazione da eseguire, l'Appaltatore dovrà procedere alla protezione della pavimentazione con tettoie, teli, stuoie, etc. e, nel caso ciò non fosse sufficiente, a sospendere i lavori, previo benestare della Direzione dei Lavori.

In climi particolarmente caldi la pavimentazione dovrà essere tenuta bagnata per evitare l'essiccazione troppo accelerata dei sottofondi.

Procedure e metodologie, in tale senso, dovranno essere coordinate ed approvate dalla Direzione Lavori, perché un quantitativo troppo elevato di acqua potrebbe causare la segregazione della miscela di sottofondo e quindi la caduta di resistenza della pavimentazione, con fenomeni di distacco nel tempo.

Durante la posa in opera della pavimentazione su malta non è ammesso aumentare il contenuto in acqua del sottofondo, per evitare fenomeni di essiccazione accelerata, oppure per rendere la miscela più plastica e lavorabile.

Nei locali bagnati (ad es. servizi igienici, cucine) o dove è previsto che i pavimenti debbano essere lavati con quantità abbondanti di acqua, il piano di posa dovrà essere ricoperto con un manto impermeabile, costituito da una guaina prefabbricata impermeabile da 3 mm di spessore, risvoltata sulle pareti per almeno 15 cm.

Laddove prescritto in progetto, ed al fine di isolare gli ambienti adiacenti e/o sottostanti dal rumore di calpestio prodotto in ambiente, il piano di posa dovrà essere rivestito per tutta la superficie, con un feltro antiacustico, risvoltando i lembi sulle pareti per almeno 10 cm, (e comunque per un'altezza non inferiore a quella complessiva della pavimentazione, sottofondo + finitura superficiale).

Laddove prescritto in progetto, ed in corrispondenza di soglie, gradini, zone discontinue, cambi di tipologia ed i pavimenti, ecc., i bordi e gli spigoli delle pavimentazioni e/o dei sottofondi dovranno essere protetti contro il rischio di sbrecciature con l'installazione di adeguati profili di giunzione in PVC, gomma, acciaio normale o speciale, oppure in ottone, oppure in pietra, con caratteristiche di resistenza idonee a sopportare le sollecitazioni causate dal traffico previsto.

I massetti ed i sottofondi delle pavimentazioni dovranno essere realizzati con inerti e leganti adatti al tipo di pavimentazione richiesta ed alle prestazioni a cui essa dovrà rispondere.

I massetti ed i sottofondi dovranno presentare una superficie asciutta, perfettamente livellata oppure scabra (in relazione al tipo di finitura superficiale che verrà realizzata), compatta, senza cavillature né fessurazioni e dimensionalmente stabile.

I pavimenti dovranno risultare di colore uniforme, secondo le tinte e le qualità prescritte nel progetto, e privi di macchie o difetti per tutta la loro estensione.

Lo stesso dicasi per la planarità della superficie, che dovrà essere priva di discontinuità per tutta l'estensione della stessa.

#### 24.8.1.1 ISOLAMENTO ACUSTICO

Il livello di rumore di calpestio fra due ambienti sovrapposti dovrà rispettare la limitazione

$L < 68 \text{ dB}$  (DM 18.12.1975)

I è l'indice di valutazione riferito al valore dell'ordinata a 500 HZ (curve limite ISO).

Dovranno essere forniti i campioni dei materiali da porre in opera nei tipi previsti dal progetto, accompagnati da certificati comprovanti la loro corrispondenza ai requisiti richiesti.

Prima dell'ordinazione dei materiali, i campioni devono essere approvati dalla Direzione Lavori.

Prima della realizzazione dei pavimenti è necessario provvedere al montaggio delle pareti mobili attrezzate, che sono escluse dal presente appalto. Occorre pertanto che l'impresa appaltatrice si coordini con la Stazione Appaltante al fine di stabilire tempi e modi di esecuzione delle suddette lavorazioni. L'impresa dichiara di essere perfettamente a conoscenza della necessità di coordinare le proprie attività con quelle delle altre imprese che sono ovvero saranno presenti in cantiere in particolare:

- dichiara di essere perfettamente consapevole che tutte le lavorazioni saranno coordinate tra i vari responsabili delle imprese presenti in cantiere "autonomo coordinamento" al fine di garantire la qualità e funzionalità dell'opera globale realizzata, che dovranno essere realizzate riunioni periodiche finalizzate a tale scopo dalle quali dovranno emergere verbali interni al coordinamento che andranno anche discussi ed approvati, per quanto riguarda l'aspetto tecnico/economico, nella riunione settimanale/quindicinale indetta dalla Direzione Lavori. Nessuna lavorazione dovrà essere ritardata per mancanza di coordinamento tra le imprese. La Direzione Lavori ha la facoltà di far smantellare e ricostruire a regola d'arte, senza nessun onere aggiuntivo alcuno per la Committente se non quanto pattuito in fase contrattuale, tutte le lavorazioni che non saranno realizzate secondo la regola dell'arte in perfetto coordinamento tra le varie imprese.

#### **24.8.2. PAVIMENTI IN GRES CERAMICO PORCELLANATO**

Le piastrelle da utilizzarsi saranno in gres fine porcellanato, classificabili nel gruppo B1 conformemente alla norma UNI EN 87 e rispondente a tutti i requisiti richiesti dalla norma UNI EN 176, costituite da una massa unica, omogenea e compatta, non smaltata o trattata superficialmente, ottenute per pressatura a secco di impasto atomizzato derivante da miscele di minerali caolinici, feldspati e inerti a bassissimo tenore di ferro.

Temperatura di cottura	1200 °C	
Assorbimento H2O	≤ 0,05%	UNI EN 99
Resistenza a flessione	45-55 N/mm <sup>2</sup>	UNI EN 100
Durezza superficiale	7/8 Mohs	UNI EN 101
Resistenza attacco chimico	conforme	UNI EN 106

Resistenza al gelo	conforme	UNI EN 202
Resistenza sbalzi termici	conforme	UNI EN 104
Stabilità colori alla luce e ai raggi U.V.	conforme	DIN 51094
Resistenza abrasione profonda	125-140 mm <sup>3</sup>	UNI EN 100
Ininfiammabile		

#### 24.8.2.1 CARATTERISTICHE TECNICHE

CLASSIFICAZIONE SECONDO NORME CEN GRUPPO B1 EN 176					
Caratteristica		Norma o metodo di misura	Unità di misura	UNI EN 176	Valori minimi
Assorbimento d'acqua in %		UNI EN 99	%	≤ 0,5	≤ 0,05
	Lunghezza e larghezza ( B )	UNI EN 98	%	± 0,6	± 0,3
Dimensioni ( A )	Spessore	UNI EN 98	%	± 0,5	± 3,0
	Rettilinearità degli spigoli	UNI EN 98	%	± 0,5	± 0,3
	Ortogonalità	UNI EN 98	%	± 0,6	± 0,3
	Planarità ( C )	UNI EN 98	%	± 0,5	± 0,2
Resistenza alla flessione		UNI EN 100	N/mm <sup>2</sup>	≥ 27	45-55
	cm 20x20 spessore mm 8,5	UNI EN 100	Kg	Non previsto	200-220
Carico di rottura	cm 20x20 spessore mm 12	UNI EN 100	Kg	Non previsto	420-460
	cm 20x20 spessore mm 15	UNI EN 100	Kg	Non previsto	680-720
Resistenza all'abrasione profonda		UNI EN 102	mm <sup>3</sup>	≤ 205	125-140 mm

Durezza superficiale		UNI EN 101	Scala MOHS	≥ 6	7/8
Coefficiente di dilatazione termica lineare		UNI EN 103	Mk <sup>-1</sup>	≤ 9	6,5
Resistenza agli sbalzi termici		UNI EN 103		Nessun campione deve presentare alterazioni	Conforme
Resistenza all'attacco chimico	Prodotti chimici per uso domestico	UNI EN 106		Nessun campione deve presentare alterazioni	Conforme
	Additivi per piscina	UNI EN 106		Nessun campione deve presentare alterazioni	Conforme
	Resistenza agli acidi ed alle basi	UNI EN 106		Nessun campione deve presentare alterazioni	Conforme
Resistenza al gelo		EN 202		Nessun campione deve presentare alter. Appr. Sulla sup.	Conforme
Resistenza dei colori alla luce		DIN 51094		Non devono presentare apprezzabili alterazioni di colore	Conforme

( A ) Formato di riferimento cm 30x30

( B ) Deviazione ammissibile della media, in %, per piastrella dalla dimensione di fabbricazione

( C ) Curvatura del centro in rapporto alla diagonale calcolata secondo le dimensioni di fabbricazione.

#### 24.8.2.2 POSA IN OPERA

I criteri di posa devono essere tali da salvaguardare quelle caratteristiche che il prodotto in sé è in grado di dare potenzialmente al pavimento; in generale si può dire che una buona esecuzione di posa tradizionale può essere sufficiente a garantire un risultato ottimale.

Se previsto in progetto verrà realizzato sulla caldana uno strato isolante allo scopo di separare il piano di appoggio agli strati soprastanti e che potrà essere costituito da un manto in pvc o polietilene per impieghi industriali o carta catramata, guaina bituminosa per impieghi civili.

Nel caso sia richiesta una protezione agli acidi, occorre valutare di volta in volta la scelta del materiale costituente lo strato isolante.

La posa potrà avvenire su strutture con almeno quattro mesi di maturazione quando cioè il calcestruzzo ha realizzato almeno la metà del suo ritiro.

Rimuovere ogni traccia di rottami e di polvere dal piano di posa e bagnare in modo uniforme.

In corrispondenza dei muri perimetrali e delle strutture di elevazione realizzare opportuni giunti di dilatazione e desolidarizzazione utilizzando materiale a forte comprimibilità dello spessore di  $0,6 \div 1,2$  cm e di altezza opportuna.

Eventuali giunti di ritiro flessione dovranno aggiungersi ai giunti sopra menzionati in modo che i campi di posa non superino i 16 mq.

Molta cura si dovrà avere nella preparazione della malta che forma il massetto di posa, il cui spessore massimo è di  $3 \div 5$  cm.

Il dosaggio minimo è il seguente:

sabbia lavata ( $\varnothing$  max 3 mm)    1 mc

cemento 325                    200 Kg

Acqua                             $80 \div 100$  lt

Il contenuto di acqua che deve essere il minimo indispensabile, può variare a seconda della temperatura, dell'umidità dell'aria e della sabbia, della quantità di additivi chimici fluidificanti aggiunti alla malta.

Lavorare l'impasto in betoniera o in impastatrici meccaniche allo scopo di ottenere una miscelazione perfetta dell'impasto e utilizzarlo in tempi brevissimi per usufruire della capacità di presa dei leganti.

In particolare è utile limitare l'ampiezza delle superfici da posare in modo che le piastrelle di gres porcellanato possano essere posate su una superficie ancora molto umida.

Utilizzando una staggia vibrante per la preparazione del massetto di posa: la malta risulta meglio costipata e viene rimossa la quantità eccedente di aria.

Spolverare con cemento 325 nella quantità di  $5 \div 7$  Kg/mq il piano di posa; lo scopo è quello di creare il punto di attacco fra piastrelle e massetto.

Bagnare lo spolvero per farlo diventare boiaccia collosa per facilitare l'aderenza.



Non è necessario bagnare le piastrelle di gres porcellanato che non sono assolutamente porose, ma una rapida immersione in acqua può essere utile per togliere la polvere.

Posare le piastrelle bordo contro bordo nel caso di posa a fuga stretta o utilizzare gli appositi distanziatori nel caso di posa a fuga larga: questo secondo metodo di posa è sicuramente preferibile poiché aiuta nel caso di assestamento delle strutture e consente di sopperire alle differenze tollerabili nelle dimensioni delle piastrelle per garantire così un perfetto allineamento delle fughe.

Battere le piastrelle con apposito vibratore a rullo gommato; lo scopo è di costipare ulteriormente le malte, di aumentare il contatto fra piastrella e malta e di fare affiorare l'acqua in eccesso delle malte.

La battitura è valida quando sollevando una piastrella l'aderenza della malta interessa almeno l'80 ÷ 90% della superficie.

Avere cura di tenere i rulli gommati accuratamente puliti per evitare il danneggiamento della superficie di esercizio delle piastrelle.

Stuccare le fughe con prodotti a base cementizia o con materiali a base organica ad esempio impasti di resine epossidiche caricati con inerti ed additivi vari.

Le fughe da riempire devono essere pulite in tutto il loro spessore fino all'adesivo di posa e la stuccatura deve essere effettuata dopo la presa dell'adesivo (3-4 ore).

La pulizia dei rivestimenti e dei pavimenti dai residui della stuccatura deve essere fatta seguendo le prescrizioni dei fabbricanti dei prodotti utilizzati prima che essi induriscano definitivamente, poiché un intervento tardivo richiederebbe l'uso di soluzioni acide che, per contatto diretto o per effetto dei loro vapori, potrebbero deteriorare le fughe stesse o oggetti metallici o cromati eventualmente presenti.

Eventuali efflorescenze calcaree affiorate per l'asciugamento dell'acqua del sottofondo dell'impasto, assieme agli accidentali residui delle malte cementizie, potranno essere rimosse quando il fenomeno sarà cessato, con il cauto utilizzo di acidi organici a bassa concentrazione previa imbibizione con acqua pulita della superficie e con abbondanti risciacquature finali.

Dovranno essere previsti giunti di dilatazione, estesi parzialmente al sottofondo, per campi di superficie non superiore a 30 mq. Inoltre dovranno essere rispettati gli eventuali giunti strutturali propri della struttura di supporto.

Piccoli spostamenti rispetto ai giunti già preesistenti nel supporto potranno essere realizzati mediante l'interposizione di un cuscinetto di materiale elastico che permetta i movimenti relativi previsti senza il rischio di rotture e/o fessurazioni, e purché lo spostamento sia contenuto entro una dimensione non superiore ad un quinto del lato a sbalzo della piastrella.

Non saranno ammesse ondulazioni nella planarità del pavimento superiori a 2 mm per metro lineare di lunghezza, misurati con l'apposizione sul pavimento di un regolo metallico lungo almeno 2,50 m.

### 24.8.2.3 SOTTOFONDI E TRATTAMENTO IMPERMEABILE DEL SUPPORTO

Il sottofondo verrà realizzato analogamente a quanto prescritto per la posa di piastrelle in grès e grès ceramico fine eventualmente unendo all'impasto di calcestruzzo idonei additivi antiacidi conformi alle normative UNI ed alle raccomandazioni del Produttore della pavimentazione.

In aggiunta, laddove richiesto in progetto, il supporto dovrà essere trattato con un manto impermeabile idoneo per proteggere la struttura sottostante da eventuali infiltrazioni acide.

Il manto impermeabile potrà essere del seguente tipo fermo restando che, anche in questo caso, dovranno essere seguite le raccomandazioni del Produttore:

guaina in poliisobutilene dello spessore di circa 1,5/2,0 mm con una resistenza alla trazione di 30-40 Kg/cmq, una resistenza alla compressione di 80-100 Kg/cmq, con permeabilità al vapore di 0,1 gr/mq ogni 24 ore.

#### Sigillature

Dovranno essere eseguite con materiali sigillanti a base di resine fenoliche modificate aventi le seguenti caratteristiche:

- resistenza alla compressione: 500/600 Kg/cmq
- resistenza alla trazione: 60/80 Kg/cmq
- adesione: 15/20 Kg/cmq
- dilatazione termica circa:  $2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}$
- resistenza alla temperatura: 160/200  $^\circ\text{C}$
- assorbimento d'acqua: 0/1 %
- resistenza all'acido solforico  
in concentrazione: fino al 70%
- resistenza all'acido cloridrico  
in concentrazione: fino al 40%

Prima di effettuare la chiusura del giunto e dei fondi bisognerà provvedere all'acidificazione degli stessi con acido cloridrico in soluzione al 20%.

La sigillatura e l'allettamento con i mastici dovranno essere eseguiti con le cautele e secondo le raccomandazioni del Produttore dei sigillanti.

### **24.8.3. POSA IN OPERA DI PAVIMENTI CON ADESIVI**

Con l'uso di adesivi appropriati è possibile posare piastrelle oltre che su superfici tradizionali anche su superfici particolari quali gesso, plastica, metallo, legno, pannelli in fibre, piastrelle già esistenti ovvero in tutti quei casi in cui la superficie della struttura è scarsamente porosa e non fornisce alla malta tradizionale sufficienti punti di ancoraggio.

La quantità di materiale adesivo necessario per una buona posa dipende dalla planarità del sottofondo, dal tipo di risalto presente sulla parte inferiore della piastrella e si può stimare in  $2,5 \div 4$  Kg/mq per i rivestimenti e  $4 \div 5$  Kg /mq per i pavimenti; consumi di gran lunga inferiori rispetto alla posa tradizionale che richiede circa  $25 \div 40$  Kg/mq di malta.

Valutare lo stato del piano di posa, che deve essere perfettamente planare, privo di polvere, valutare la perpendicolarità delle pareti, il loro grado di fratazzatura.

Utilizzare preventivamente livellanti sia per pareti che per pavimenti nel caso in cui il piano di posa non sia sufficientemente planare.

La posa deve avvenire su strutture con almeno due mesi di maturazione e ciò valutando il ritiro del calcestruzzo in  $300 \div 500$  microns per metro la cui metà si realizza normalmente entro i primi due mesi.

Rimuovere ogni traccia di rottami e di polvere dal piano di posa con una energica spazzolatura e in presenza di fondi molto assorbenti o con climi molto caldi e secchi bagnare in modo uniforme con acqua e lasciare asciugare.

Nel caso di pavimento in corrispondenza dei muri perimetrali e delle strutture di elevazione realizzare opportuni giunti di dilatazione e di desolidarizzazione utilizzando materiale a forte comprimibilità dello spessore di  $0,6 \div 1$  cm e di altezza opportuna.

Eventuali giunti di ritiro flessione dovranno aggiungersi ai giunti sopra menzionati in modo che i campi di posa non superino i 25 mq all'interno e 16 mq all'esterno, in impieghi industriali o su solette molto elastiche.

Nel caso di rivestimenti, predisporre l'esecuzione di opportuni giunti di dilatazione in corrispondenza degli spigoli e degli angoli; per la posa in esterno occorre prevedere oltre a quanto sopra giunti di dilatazione in corrispondenza delle fasce marcapiano e dove si verificheranno assestamenti di struttura.

Nel caso di superfici quali intonaci in gesso, pannelli in gesso fibroso, pannelli in gesso prefabbricato, truciolare, cemento-amianto, carton-gesso, calcestruzzo prefabbricato, ecc. occorre generalmente un adesivo in pasta permanentemente elastico.

Per usare un adesivo cementizio su intonaco in gesso o contenente gesso, occorre un trattamento preventivo con un primer isolante.

Per la miscelazione dei diversi componenti attenersi attentamente alle istruzioni del produttore; nel caso di adesivi a base cementizia (i più usati) occorre miscelarli con acqua pulita in ragione del 25 ÷ 30% in peso, fino ad ottenere una pasta omogenea e priva di grumi.

Lasciare riposare per 10 ÷ 15 minuti rimescolare nuovamente quindi la pasta è pronta per l'uso.

Stendere l'adesivo con una spatola col profilo appropriato in modo tale da consentire una bagnatura del rovescio della piastrella di almeno 80 ÷ 90% della superficie.

Nel caso di adesivi poliuretanicici a due componenti le piastrelle devono essere tassativamente asciutte; nel caso di adesivi a base cementizia in polvere o in pasta non è necessario bagnare le piastrelle prima della posa, solo nel caso di rovesci molto polverosi è consigliabile un lavaggio tuffandole in acqua pulita.

Stendere l'adesivo su superfici limitate (circa 2 mq per volta) e quindi posare le piastrelle sull'adesivo ancora fresco, cioè prima che il tempo aperto sia scaduto.

Nel caso in cui l'adesivo formasse una leggera pelle, riattivarne la superficie utilizzando la spatola dentata.

Posare le piastrelle bordo contro bordo nel caso di posa a fuga stretta o utilizzare gli appositi distanziatori nel caso di posa a fuga larga.

Piccoli difetti di posa, quali scalini, dentelli, fughe non uniformi, potranno essere facilmente eliminati durante il tempo di registrazione consentito dall'adesivo. Stuccare le fughe fra piastrella e piastrella con adatto riempitivo.

#### **24.8.4. PAVIMENTI SOPRAELEVATI**

##### **24.8.4.1 STRUTTURE DI SOSTEGNO**

La struttura è composta da colonne portanti posizionate in corrispondenza degli angoli della griglia modulare dei pannelli ed eventuali appropriate sezioni trasversali assemblate fra di loro per ottenere la necessaria modularità e portata del pavimento. Il disegno delle colonne e delle sezioni trasversali in acciaio zincato consente il posizionamento di guarnizioni per garantire la stabilità dell'accoppiamento tra struttura e pannelli, limitando le frizioni tra i vari elementi. Le colonne della struttura sono variabili in altezza a seconda delle necessità del progetto e permettono una regolazione micrometrica.

Le strutture permettono un'altezza del piano di calpestio sopraelevato da un minimo di circa 10 cm fino ad oltre 100 cm.

La struttura dalle colonne in acciaio zincato e regolabili in altezza, anche se, in assenza di traversi, è consigliabile mantenere un livello non superiore ai 15 cm circa.

Per aumentare la stabilità della struttura, le colonne vengono fissate al piano d'appoggio per mezzo di collanti.

Per incrementare ulteriormente la portata del pavimento sopraelevato, si utilizzano dei traversi in acciaio stampato e zincato di collegamento tra le colonne, innestati sulle teste per aggancio meccanico o con vite di serraggio.

L'inserimento di guarnizioni in PVC forma uno strato continuo tra struttura e pannello che aumenta la tenuta all'aria del sistema e migliora l'appoggio dei pannelli sulla struttura in acciaio. Con traversi a sezione tubolare è possibile adottare modularità di traversi multi-pannello adatte a carichi elevati e che rispondono a necessità di maggiore rigidità. In questo caso la colonna, nella parte della testa, è specificatamente modificato per accogliere il tubolare.

#### 24.8.4.2 PANNELLI PAVIMENTO SOPRAELEVATO

Pannello di dimensioni cm 60x60 con supporto omogeneo di solfato di calcio e fibre ad alta densità avente uno spessore di mm.34.

L'assemblaggio tra il supporto e la lastra è realizzato previa preparazione delle superfici e mediante appropriato collante. La superficie inferiore del pannello è rivestita da un foglio in alluminio con spessore mm.0,05. Il supporto è bordato con materiale plastico autoestingente ed antiscricchiolio, mentre i bordi del pannello a livello della lastra di finitura in linoleum sono ottenuti con iniezione di materiale plastico termo-resistente.

#### 24.8.4.3 POSA IN OPERA

Per la posa in opera dei pavimenti sopraelevati si dovrà procedere nel seguente modo:

**Posizionamento delle colonne:** in seguito all'esecuzione del tracciamento a terra ed al controllo dei livelli di piano finito, la prima operazione da svolgere nella posa di un pavimento sopraelevato è il posizionamento delle colonne nei punti prestabiliti della griglia modulare tracciata.

**Posizionamento dei traversi:** le colonne vengono successivamente collegate dai traversi, che sono vincolati alle teste delle colonne a mezzo incastro o tramite viti o bulloni.

**Posizionamento delle guarnizioni sui traversi:** sopra ogni traverso vengono alloggiare le guarnizioni in PVC che permettono un migliore appoggio del pannello sul traverso.

**Livellamento:** la struttura è così pronta per essere portata a livello secondo il rispetto delle altezze di piano finito del cantiere.

**Posizionamento del pannello:** i pannelli vengono posati sulla struttura assemblata e quindi vengono eseguiti gli ultimi controlli di corretto appoggio sulla struttura, per ogni vertice.

**Completamento della pavimentazione:** In seguito all'esecuzione dei tagli perimetrali e al controllo definitivo, il pavimento è completato.

#### ACCESSORI PER PAVIMENTI SOPRAELEVATI

Per la posa dei pannelli deve essere utilizzata apposita ventosa che deve rimanere in dotazione al committente affinché quest'ultimo possa rimuovere i pannelli in occasioni delle future manutenzioni.

Durante la posa del pavimento sopraelevato dovranno essere realizzate le fonometrie necessarie per gli impianti e dovranno essere predisposti adeguati pozzetti passacavi a scomparsa.

#### NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I pavimenti sopraelevati devono rispondere alle seguenti normative:

**UNI EN 1366-6:2005**

"Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi - Parte 6: Pavimenti sopraelevati e pavimenti cavi"

**UNI 10465:1995**

"Pavimenti sopraelevati modulari. Termini e definizioni"

**UNI 10466:1995**

"Pavimenti sopraelevati modulari. Requisiti"

**UNI 10467-1:1995**

"Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Generalità"

**UNI 10467-2:1995**

"Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Misurazione delle caratteristiche geometrico-dimensionali del pannello"

**UNI 10467-3:1995**

"Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Prove di carico sul modulo di pavimento"

**UNI 10467-4:1995**

"Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Prove di carico sui componenti"

**UNI 10467-5:1995**

"Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Misurazione della resistenza elettrica sul modulo di pavimento"

**UNI EN 12825:2003**

"Pavimenti sopraelevati"

**24.8.5. PAVIMENTI IN GOMMA**

Fornitura e posa in opera con adesivo bicomponente di pavimento di gomma in piastre dim. 1000 x 1000 mm. spessore 4,00 mm. Colore nero. Costituito da una miscela omogenea di gomma naturale e sintetica non riciclata, additivata con cariche minerali naturali e pigmenti colorati con speciale superficie superiore a rilievo a bollo ( h = 2,0 mm diam. = 20,00 mm) monocromatica colorata in massa, con processo di vulcanizzazione in pressa. Superficie antiscivolo, antisdrucchiolo e antiriflesso. Privo di PVC, plastificanti (ftalati), alogeni, formaldeide, amianto, cadmio, cfc. Classe 1 di reazione al fuoco, emissione di fumi a limitata opacità senza sviluppo di gas tossici; resistente alla brace di sigaretta in conformità alla norma EN 1399 ; resistente alle sostanze chimiche, per ambienti a traffico intenso.

Spessore totale : 4,0 mm. ( 2,0 mm + 2,0 mm bollo)

Peso: 4,1 kg/mq

Superficie superiore: a bolli ( bollo alto )

Superficie inferiore di ancoraggio : smerigliata per attacco con adesivo

Dimensioni : piastre da 1000 x 1000 mm.

Conforme ai requisiti elencati nella norma EN 12 199

Stabilità dimensionale (6h/80 °C)	EN 434 (% MAX)	0,3 %
Effetto bruciatura sigaretta	EN 1399	Method A ≥ level 4 Method B ≥ level 3

Flessibilità (diametro del mandrino 20 mm)	EN 435 Method A	Nessuna fessurazione
Durezza	ISO 7619 (SHORE A)	85±5 Shore
Improntabilità	DIN 51955 (mm)	0,15 mm
Abrasione (carico 0,5 kg)	ISO 4649 Method A 5N	140 mm <sup>3</sup>
Solidità del colore alla luce artificiale Color fastness to to artificial light	EN 20105 -B02 Procedure 3	≥ 6
Classificazione	EN 685	23-34-43
Reazione al fuoco	D.M. del 26/06/84 CSE RF3 / 77 RF2 / 75 A DIN 4102	Classe 1  B1
Resistenza allo scivolamento	DIN 51130 (Class)	R9
Carico di rottura	UNI 6085 DIN 53504 (%)	> 70
Restistenza elettrica	EN 1081 (0hm)	≥ 10 <sup>10</sup>
Deteriorazione in aria (7gg/70°)	UNI 5408 DIN 53508 (Shore A)	+4
Carica elettrostatica da calpestio	EN 1815 (Kv)	≤ 2 Antistatico
Tossicità dei gas di combustione		Trascurabile



	DIN 53436	
--	-----------	--

## **24.8.6. SOGLIE IN PIETRA NATURALE**

### **24.8.6.1 SOGLIE IN PIETRA SERENA**

Le lastre di Pietra Serena dello spessore di cm 3 verranno fornite con lati segati (con lati in vista smussati), piano di posa filo di sega.

La composizione mineralogica e la classificazione della pietra dovrà essere effettuata esclusivamente mediante studio petrografico in sezione sottile ed analisi modale (EN 12407), avvalendosi dei diagrammi Q – F – (R + C) di Folk (1954) e NCE – CE – CI di Zuffa (1980).

Le lastre di Pietra Serena dovranno avere le seguenti caratteristiche composizionali e fisico meccaniche:

Resistenza a compressione allo stato secco (EN 1926/2000) non inferiore a MPa 90

Resistenza a compressione dopo gelività (EN 1926 / 2000) non inferiore a MPa 85

Resistenza all'abrasione (EN 1341/2003) non inferiore ai 23,5 mm

Resistenza all'usura (CNR 1953 n. 4 art. 24) non superiore a 5,0 mm

Resistenza a flessione (EN 12372/2003) non inferiore a MPa 8

Assorbimento (EN 13755/2002) non superiore a 3,00%

Degradabilità al solfato di sodio SOUNDNESS (ASTM C 88 ) non superiore 0,55%

Velocità di propagazione onde P (ASTM D2845 – 95) non superiore a Vp (Km/s) 4,80

Massa volumica apparente (EN 1936) non inferiore a 2450 Kg/m

Il materiale dovrà essere classificato non gelivo

Il materiale dovrà essere corredato di tutti gli allegati richiesti dalle normative en 1341 – en 1342 – en 1343 – en 1469 – en 12057 – en 12058 – relative alla marcatura ce per la fornitura dei materiali lapidei.

Le lastre dovranno essere posate su sottofondo dello spessore di cm. 5-6 realizzato con impasto di sabbia e cemento, in consistenza di terra umida, dosati a tre quintali di cemento 325 per metro cubo, tale impasto dovrà essere confezionato in cantiere con apposito mezzo, dumper betoniera, al fine di confezionare un quantitativo massimo di m cubi 1,5\2,0 impedendo che lo stesso perda le proprie caratteristiche se non immediatamente utilizzato.

Ogni singola lastra dovrà essere battuta fino al raggiungimento del piano di posa desiderato, comprese la successiva bagnatura da eseguirsi alla fine di ogni giornata di posa, la stuccatura mediante colatura nei giunti, fino a rifiuto, di malta cementizia in consistenza liquida, dosata a tre quintali di cemento 325 per metro cubo e la successiva pulizia mediante idoneo lavaggio.

Le lastre di Pietra Serena da posare su strutture metalliche dovranno essere monolitiche e saranno fissate mediante idonei collanti additivati con prodotti chimici.

I materiali da fornire dovranno preventivamente, essere campionati per l'insindacabile accettazione da parte della D.L.

## **24.9. OPERE DA LATTONIERE E STRUTTURE IN PROFILATI DI ACCIAIO**

### **24.9.1. GENERALITÀ**

#### **24.9.1.1 LAMIERA DI ACCIAIO ZINCATA**

Si userà lamiera tipo Fe Z 3; la zincatura in continuo per immersione a caldo sarà del tipo medio-pesante con ricopertura di zinco pari a 350 gr/mq. Si fa riferimento alla norma UNI 5753 - Prodotti finiti, piatti di acciaio non legato, rivestiti - Lamiere sottili e nastri larghi di spessore < 3 mm zincati in continuo per immersione a caldo. I manufatti verranno protetti superficialmente come di seguito specificato: gli elementi che dovessero eventualmente subire tagli, saldature od altri aggiustaggi in fase di assemblaggio o montaggio, tali da provocare la rimozione o il danneggiamento della zincatura, dovranno essere accuratamente ritoccati con verniciatura di fondo a base di zincanti inorganici del tipo composto da polimeri inorganici con l'aggiunta di zinco metallico.

Ove prescritto nel progetto esecutivo, i manufatti saranno consegnati in cantiere già preverniciati, con il seguente ciclo di verniciatura:

DD)una mano di primer bicomponente epossidico (40/50 micron) quale ancoraggio per gli strati successivi;

EE)uno strato intermedio di resine epossidiche bicomponenti (60/80 micron);

FF)una mano a finire di resine poliuretatiche bicomponenti non ingiallenti, né sfarinanti (30/40 micron).

L'Appaltatore dovrà fornire una garanzia decennale sulle qualità dei materiali impiegati e sulla durata nel tempo della protezione superficiale adottata.

#### **24.9.1.2 LAMIERE DI ACCIAIO INOSSIDABILE**

Dovranno corrispondere per qualità e prescrizioni alla norma di unificazione UNI 8317 - Prodotti finiti piatti di acciaio inossidabile resistente alla corrosione ed al calore - Lamiere, lamiere sottili, nastri e nastri larghi.

#### 24.9.1.3 ACCESSORI

Gli elementi di supporto, i distanziatori, le viti, etc., dovranno essere di materiale compatibile con l'opera da realizzare ed approvati dalla Direzione Lavori. I profili utilizzati per gli imbotti degli infissi esterni dovranno essere trattati con strato isolante antirombo sul lato a contatto con le murature.

#### 24.9.1.4 POSA IN OPERA

Gli spessori da usare non dovranno essere inferiori a 8/10 mm. Le giunzioni dei canali di gronda, converse etc., saranno eseguite con sovrapposizione di almeno 5 cm, chiodate con rivetti oppure perfettamente saldate. Le parti di latta aderenti alle murature, saranno sigillate con mastice speciale tipo Tiokol o similare, applicato a pressione con sovrapposizione eventuale di nastri di tenuta. Tutte le scossaline destinate a tamponare i giunti fra gli edifici dovranno essere posate su sottostante strato isolanti in pannelli coibenti; il fissaggio delle lamiera dovrà avvenire su di un lato, mentre sul lato libero la scossalina dovrà avere un gioco di almeno 3-4 cm. Questo al fine di evitare che movimenti differenziati fra gli edifici causino deformazioni delle lamiera.

### **24.9.2. STRUTTURE IN ACCIAIO (PER SCHERMATURE VERDI, RIVESTIMENTI DI FACCIATA IN LAMIERA, RINGHIERE E PARAPETTI)**

#### 24.9.2.1 MATERIALI

Dovranno essere utilizzati solo materiali nuovi ed esenti da difettosità; i materiali dovranno essere dotati di certificazione di origine, secondo quanto previsto dalla normativa vigente, comprovante le caratteristiche meccaniche e chimiche.

É facoltà della Direzione dei Lavori sottoporre a controllo i materiali prelevati in officina e/o in cantiere. In questo caso i campioni verranno prelevati in contraddittorio con l'Appaltatore ed inviati a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'Appaltatore ad un Laboratorio Ufficiale. L'Impresa dovrà informare la D.L. dell'avvenuto approvvigionamento del materiale e del suo deposito presso lo stabilimento di lavorazione in modo che si possano effettuare i prelievi in contraddittorio secondo le quantità stabilite dalla D.L. .

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

#### 24.9.2.2 LAVORAZIONI IN OFFICINA

Dovranno essere effettuate secondo le indicazioni delle CNR UNI 10011 mediante personale idoneo e con l'uso di macchine ed attrezzature idonee. L'Appaltatore è tenuto ad adottare tecniche e procedimenti di lavorazione appropriati ed è pienamente responsabile della buona esecuzione del lavoro.

Prima della costruzione l'Appaltatore dovrà presentare alla D.L. i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le classi di qualità delle saldature;
- tecnologie di esecuzione delle saldature, e specificatamente:
  - \* le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
  - \* gli schemi di montaggio e controfrecce di officina.

Sui disegni costruttivi di officina saranno inoltre riportate le distinte dei materiali, nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura.

E' facoltà della DL stabilire il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

In particolare, dovranno essere rispettate le prescrizioni circa le operazioni elementari di produzione, vale a dire:

- Lavorazioni di macchina (raddrizzamento, tagli, forature, finiture,.ecc);
- Collegamenti (bullonature, saldature);
- Ispezioni e collaudi;
- Marcatura e spedizione pezzi.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla posizione ed esecuzione dei giunti delle strutture principali. Le prescrizioni relative alle attività di officina devono essere estese ad equivalenti lavorazioni eseguite in cantiere.

#### 24.9.2.3 LAVORAZIONI DI MACCHINA

##### RADDRIZZAMENTO

Il raddrizzamento, lo spianamento, quando necessari, dovranno essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione; dovranno comunque essere rispettate le prescrizioni di cui alle norme CNR UNI 10011.

##### TAGLI E FINITURE

Le superfici dei tagli potranno restare grezze purchè non presentino strappi, riprese, mancanze di materiale o sbavature. Sarà ammesso il taglio ad ossigeno, purchè regolare.

I tagli irregolari dovranno essere ripassati con la smerigliatrice; vale comunque quanto disposto dalla CNR UNI 10011.

## FORATURE

I fori per chiodi e bulloni dovranno essere preferibilmente eseguiti con trapano od anche con punzone, purché successivamente alesati.

Per chiodatura e bullonatura di ordinaria importanza statica sarà ammessa la punzonatura al diametro definitivo, senza allargamento ulteriore, purché il diametro del foro non sia inferiore allo spessore della piastra e non superi 24 mm.

Tale limite potrà essere superato purché la punzonatura venga opportunamente eseguita e controllata particolarmente, al fine di evitare la formazione di cricche e bavature.

Nella punzonatrice, il diametro della matrice supererà al massimo di 2 mm il diametro del punzone. Quando sia previsto l'ulteriore allargamento dei fori, la base maggiore del vano troncoconico creato col punzone, avrà diametro di almeno 3 mm minore del diametro del foro definitivo e questo dovrà essere poi ottenuto allargando il foro con il trapano e con l'alesatrice.

E' vietato l'uso della fiamma per l'esecuzione di fori per chiodi e bulloni. I pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera, dovranno essere marcati in officina in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse al lato dell'alesatura dei fori comunque a norma CNR UNI 10011.

Ogni intervento eseguito in opera sulle strutture dovrà comprendere il ritocco del trattamento superficiale previsto antiruggine costituito dalle prime due mani previste dal ciclo di verniciatura.

Sarà cura dell'APPALTATORE effettuare accurata pulizia e rimozione di bave o altro, al fine di garantire la non successiva formazione di punti di ruggine sulla superficie trattata.

## SALDATURE

Tutte le saldature dovranno essere eseguite su elementi preparati conformemente ai disegni di progetto e con elettrodi del tipo già specificato. Possono essere impiegati i seguenti procedimenti:

- saldatura automatica ad arco sommerso
- saldatura automatica e semiautomatica sotto gas protettore ( Co<sub>2</sub> o sue miscele)
- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti.

Si dovranno ottenere giunti di buon aspetto estetico, praticamente esenti da difetti fisici nelle zone fuse e dovranno essere rispondenti alle norme specifiche. Le operazioni di saldatura dovranno essere eseguite da mano d'opera specializzata che abbia superato le prove di qualifica indicate nelle norme UNI 4634/60.

Esse devono essere eseguite al riparo dalla pioggia vento e neve, salvo l'uso di precauzioni speciali, dovranno essere sospese quando la temperatura ambiente scende al di sotto di -5°C .

## COLLEGAMENTI

Tutte le unioni (bullonate, ad attrito; saldate per contatto) dovranno essere eseguite secondo la norma CNR UNI 10011

### a) Unioni bullonate

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro sopraccitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Si dovrà prevedere sempre il montaggio di una rosetta sotto il bullone ed una rosetta sotto il dado.

La zincatura dei bulloni ad alta resistenza dovrà essere condotta adottando opportuni procedimenti (deidrogenazione) atti ad eliminare la fragilità dovuta all'idrogeno. Idonea certificazione dovrà accompagnare la fornitura ed essere presentata alla D.L. . Sarà cura ed onere dell'Impresa verificare la rispondenza a tale requisito della fornitura, per mezzo di prelievo in cantiere di bulloni zincati, nel numero e con la frequenza stabiliti dalla D.L., e sottoponendoli a prove in laboratorio di cui all'Art. 20 della Legge 1086/71.

La filettatura dei bulloni dovrà sporgere dal dado per una lunghezza almeno pari a metà diametro ed al massimo 1 diametro

E' ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per le unioni con bulloni, l'impresa effettuerà, alla presenza della Direzione dei Lavori, un controllo di serraggio su un numero adeguato di bulloni fissato dalla D.L. .

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, si dovrà estendere il controllo a tutti i bulloni dei giunti.

### b) Unioni saldate

Tutte le saldature dovranno essere eseguite su elementi preparati conformemente ai disegni di progetto e con elettrodi del tipo già specificato. Possono essere impiegati i seguenti procedimenti:

- saldatura automatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica sotto gas protettore (CO<sub>2</sub> o sue miscele);
- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti.

Si dovranno ottenere giunti di buon aspetto estetico, esenti da difetti fisici nelle zone fuse e rispondenti alle norme di cui al D.M. 9/1/96.

Le operazioni di saldatura dovranno essere eseguite da manodopera specializzata che abbia superato le prove di qualifica indicate nelle norme UNI 4634-60.

Le saldature dovranno essere eseguite al riparo dalla pioggia, vento e neve e salvo l'uso di precauzioni speciali, dovranno essere sospese quando la temperatura ambiente scende al di sotto di - 5°C.

Si utilizzeranno di regola elettrodi E44-4B UNI 5132.

Gli elettrodi saranno conservati in luogo asciutto e pre-essiccati in fornello prima dell'utilizzo. Il diametro degli elettrodi non dovrà superare i seguenti valori:

- 6 mm per le saldature in piano;
- 5 mm per le saldature in verticale.

### MONTAGGIO

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

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

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

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

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, 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 particolare:

- per le interferenze con servizi di soprasuolo e sottosuolo.

Di regola il montaggio dovrà essere eseguito con l'ausilio di bulloni provvisori.

L'assemblaggio in opera dovrà essere eseguita in modo da non dare origine a sforzi iniziali nei singoli elementi o parti pre-assemblate.

Il montaggio in opera dovrà essere affidato ad operai riconosciuti idonei a simili lavori ed in numero sufficiente perchè il lavoro proceda con la dovuta sicurezza, con perfezione e celerità.

I mezzi di sollevamento o di lavoro dovranno garantire l'effettuazione dei montaggi nei tempi previsti.

## RILIEVI E TRACCIAMENTI

Saranno eseguiti a cura dell'Appaltatore e sotto la sua responsabilità.

L'Impresa, sulla base dei disegni esecutivi forniti dalla Committente, prima di eseguire la progettazione costruttiva e di procedere alla esecuzione dei manufatti, dovrà eseguire i rilievi in sito per le parti di struttura le cui dimensioni sono determinate dalle opere esistenti.

### 24.9.2.4 TOLLERANZE

#### TOLLERANZE DI COSTRUZIONE

Le tolleranze di costruzione dovranno essere compatibili con quelle relative all'opera finita, tenuto conto delle modalità di montaggio. Le tolleranze sul posizionamento delle linee dei baricentri delle aste rispetto agli unifilari teorici non dovrà essere superiore al minore tra i seguenti valori: 1/1000 della dimensione dell'elemento; 1 mm

#### TOLLERANZE FINALI

Le tolleranze finali dovranno corrispondere alle migliori regole costruttive, tenuto conto della funzionalità dell'opera. La tolleranza sulla dimensione generale di ogni elemento principale (archi, arcarecci, controventi) dovrà essere non superiore al minore tra i seguenti valori: 1/1000 della dimensione dell'elemento; 5 mm

Le tolleranze sul posizionamento delle piastre di appoggio non dovrà essere superiore a 3 mm; in ogni caso lo scostamento dalla posizione teorica dovrà consentire il montaggio della struttura senza costrizioni o forzature, al fine di evitare l'insorgere di stati di coazione non previsti in progetto.

### 24.9.2.5 SIGILLATURA DELLE PIASTRE DI BASE

Le piastre di appoggio delle strutture in acciaio appoggeranno su fondazioni o sottostrutture in c.c.a. tramite letto di malta espansiva cementizia, non aggressiva nei confronti degli ancoraggi.

### 24.9.2.6 TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Le strutture saranno generalmente verniciate o zincate come indicato nei documenti di progetto.

Per le strutture di sostegno dei grigliati si utilizzeranno profili zincati a caldo.



### **24.9.3. PANNELLI IN LAMIERA PER RIVESTIMENTO DI FACCIATE**

#### **24.9.3.1 CARATTERISTICHE DELLA SOTTOSTRUTTURA**

Fornitura di struttura per rivestimento esterno in pannelli di lamiera verniciata costituita da:

- Traversine portanti eseguite in acciaio zincato spessore 8/10 di lunghezza variabile a seconda del modulo, con sezione a "C" 50x60x50 mm, complete di fori di diametro 8-10 mm sui lati da 50 mm per permettere l'inserimento di perni di supporto per i pannelli e di asole di dim. 30x8 o 30x10 mm per l'ancoraggio alle staffe di regolazione per il fissaggio a muro.
- I perni, costituiti da bulloni M6x75 o M8x75, saranno forniti completi di guarnizione antivibrante, distanziatore e dado autobloccante. A montaggio eseguito la guarnizione rimane in vista per la larghezza dello scuretto.
- Staffe di ancoraggio alle murature: atte alla regolazione in senso verticale ed orizzontale in modo da permettere il montaggio della facciata perfettamente a filo indipendentemente dalla struttura sottostante. Eseguite in acciaio zincato spessore 10/10 mm

Qualora le condizioni dell'esistente siano tali da non permettere, con una semplice staffa, di compensare le differenze di allineamento, si dovrà procedere preventivamente all'esecuzione di una struttura con profili e sagomati di idoneo dimensionamento sulla quale fissare la struttura portante dei pannelli.

#### **24.9.3.2 CARATTERISTICHE DEI PANNELLI DI RIVESTIMENTO**

Pannelli scatolari di varie forme e dimensioni che portano, sulle pieghe verticali, speciali asolature per l'aggancio ai perni della struttura portante.

I pannelli vengono montati con una fuga di 10 mm sia in verticale che in orizzontale, saranno eseguiti in lamiera di alluminio preverniciato a polveri di spessore 3 mm.

Il rivestimento prevede la fornitura di tutti i pezzi speciali atti a raccordare la facciata con gli elementi esistenti quali serramenti, tetti etc. in modo da impedire infiltrazioni d'acqua tra il rivestimento e le murature sottostanti. Il tutto reso non assemblato.

Si dovranno sviluppare dimensioni, sagomature dei pannelli, dimensioni delle traversine, in accordo con le esigenze di progetto.

Caratteristiche dei materiali:

REAZIONE AL FUOCO: Cl. A1

RESISTENZA A FLESSIONE: Cl. 1

DURABILITA':

Cl. B per l'acciaio

Cl. C per l'alluminio

RILASCIO SOSTANZE NOCIVE:

Nessuna Secondo la norma europea

#### **24.9.4. PANNELLI SANDWICH IN LAMIERA CON INTERPOSTO STRATO COIBENTE**

##### **24.9.4.1 CARATTERISTICHE DEI PANNELLI**

I pannelli sono realizzati in acciaio zincato preverniciato o plastificato aventi spessore mm 0,5 + 0,5. Le tolleranze di lavorazione dovranno rientrare nei valori sotto riportati:

spessore:         $\pm 2$  mm

lunghezza:      $\pm 5$  mm

modulo:          $\pm 1,5$  mm

fuori squadra: max  $\pm 5$  mm

planarità         $s \leq 1\%$  -  $s = 3$  mm max

Tra il pannello inferiore e superiore è interposto uno strato coibente formato da lastre di polistirene espanso sinterizzato autoestinguente avente densità di 20 Kg/mc e coefficiente di conducibilità termica  $\lambda = 0,029$  Kcal/mh°C.

I supporti metallici dovranno essere conformi alla norma EN 10147 .

Lo strato coibente avrà una classe di reazione al fuoco 1, calore specifico 1,2 Kcal/Kg°C, temperatura di utilizzazione massima di punta 95°C, in continuo 80°C.