

**NUOVA LINEA TORINO LIONE - NOUVELLE LIGNE LYON TURIN
PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE - PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE
SEZIONE TRANSFRONTALIERE PARTE IN TERRITORIO ITALIANO
SECTION TRANSFRONTALIERE PARTIE EN TERRITOIRE ITALIEN**

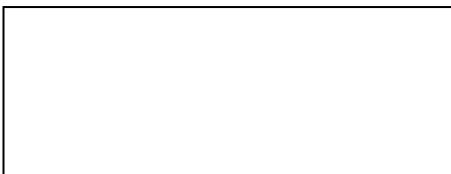
**LOTTO COSTRUTTIVO 1 /LOT DE CONSTRUCTION 1
CANTIERE OPERATIVO 04C /CHANTIER DE CONSTRUCTION 04C
SVINCOLO DI CHIOMONTE IN FASE DI CANTIERE
ECHANGEUR DE CHIOMONTE DANS LA PHASE DE CHANTIER
PROGETTO ESECUTIVO - ETUDES D'EXECUTION
CUP C11J05000030001 - CIG 6823295927**

**DOCUMENTAZIONE TECNICO-ECONOMICA
CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – NORME TECNICHE**

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Stabiliti par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	30/04/2017	Première diffusion / Prima emissione	C.BELTRAMI (-)	L.BARBERIS (MUSINET Eng.)	C.GIOVANNETTI (MUSINET Eng.)
A	30/09/2017	Révision suite aux commentaires TELT/ Revisione a seguito commenti TELT	C.BELTRAMI (-)	L.BARBERIS (MUSINET Eng.)	C.GIOVANNETTI (MUSINET Eng.)
B	29/06/2018	Modifica titolo progetto/ Modifications titre du project	A.BATTAGLIOTTI (MUSINET Eng.)	C.GIOVANNETTI (MUSINET Eng.)	L.BARBERIS (MUSINET Eng.)


1	0	4	C	C	1	6	1	6	6	N	V	0	2	0	0
Cat.Lav. Cat.Trav.	Lotto/Lot		Contratto/Contrat				Opera/Oeuvre			Tratto Tronçon	Parte Partie				

E	K	T	M	A	0	0	2	0	B
Fase Phase	Tipo documento Type document		de de		Oggetto Object		Numero documento Numéro de document		Indice Index



SCALA / ÉCHELLE
-

IL PROGETTISTI/LES DESIGNERS



Dott. Arch. Corrado GIOVANNETTI
Albo di Torino
N° 2736

L'APPALTATORE/L'ENTREPRENEUR

IL DIRETTORE DEI LAVORI/LE MAÎTRE D'ŒUVRE

Sommario

1. PREMESSE GENERALI	15
1.1 Fonti prescrittive	15
1.2 Rispetto delle norme – Marcatura CE	16
1.3 Aggiornamento delle norme	18
1.4 Penali	18
1.5 Prescrizioni inerenti la misura e la contabilizzazione.....	19
1.6 Oneri e criteri generali per i controlli di accettazione	19
2. PIANIFICAZIONE DEI LAVORI.....	20
3. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI	22
3.1 Condizioni generali d'accettazione – prove di controllo.....	22
3.2 Caratteristiche dei vari materiali.....	56
4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E DEI SISTEMI DA IMPIEGARSI.....	61
4.1 Generalità.....	61
4.2 Vizi di costruzione.....	63
4.3 Non Conformità	63
4.4 Macchine, quasi-macchine e insiemi di macchine	64
4.5 Caratteristiche dei principali materiali e sistemi	64
4.5.1 Generalità.....	64
4.5.2 Acqua di impasto per la realizzazione di miscele.....	64
4.5.3 Cementi	65
4.5.4 Calci	65
4.5.5 Aggregati per opere in terra	65
4.5.6 Aggregati per malte e calcestruzzi	65
4.5.7 Additivi chimici e meccanici per malte e calcestruzzi.....	65
4.5.8 Aggregati per sovrastrutture stradali e conglomerati bituminosi.....	68
4.5.9 Pietre naturali e pietre da taglio	68
4.5.10 Materiali laterizi	68
4.5.11 Argilla espansa	68
4.5.12 Blocchi prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso.....	68
4.5.13 Altri elementi prefabbricati in calcestruzzo e simili.....	69
4.5.14 Protezione e riparazione del calcestruzzo.....	70
4.5.15 Acciaio.....	71
5. NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI.....	119
5.1 Norme generali	119
5.2 Lavori in economia	119
5.3 Scavi - demolizioni - rilevati	119
5.3.1 Scavi.....	120
5.3.2 Demolizioni.....	121
5.4 Preparazione del piano di posa	122
5.4.1 Rilevati	122
5.5 Palancolate tipo Larssen	124
5.6 Pali di fondazione	124
5.7 Murature in genere e conglomerati cementizi	125
5.7.1 Murature.....	125
5.7.2 Conglomerati cementizi	126
5.8 Casseforme - Armature - Centinature - Varo travi prefabbricate	128

5.8.1 Casseforme.....	128
5.8.2 Armature	128
5.8.3 Attrezzature speciali autovaranti e autoportanti per l'esecuzione in opera d'impalcato di ponti e viadotti	128
5.8.4 Varo di travi prefabbricate in c.a. o c.a.p. - Armatura di sostegno per getto di solette e traversi su travi varate	129
5.8.5 Centinature	129
5.9 Acciaio per c.a. e c.a.p.	130
5.10 Tiranti di ancoraggio.....	131
5.11 Muri in elementi prefabbricati - Strutture di sostegno - Pannelli di rivestimento prefabbricati	131
5.11.1 Muri di sostegno e di controripa costituiti da pannelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato, anche precompresso	131
5.11.2 Pannelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato per rivestimenti di pareti	132
5.12 Impermeabilizzazioni - Trattamento impregnante di superfici in conglomerato cementizio - Conglomerato cementizio spruzzato per rivestimento di pareti	132
5.12.1 Impermeabilizzazioni in cartongesso bitumato e in mastice d'asfalto sintetico e manti impermeabili costituiti da membrane a base bituminosa.....	132
5.12.2 Manti impermeabili di copertura costituiti da fogli in PVC o in gomma sintetica	132
5.12.3 Impermeabilizzazione di impalcato e gallerie artificiali	132
5.13 Manufatti metallici.....	132
5.14 Fondazioni stradali.....	133
5.15 Conglomerati bituminosi	134
6. NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI	135
6.1 Rilievi e tracciamenti	135
6.1.1 Definizioni	135
6.1.2 Campo di applicazione.....	135
6.1.3 Prescrizioni ed oneri generali.....	135
6.1.4 Prescrizioni tecniche particolari.....	136
6.1.5 Materiali e strumentazione.....	136
6.1.6 Modalità di esecuzione	138
6.1.7 Controlli di qualità	149
7. BONIFICA ORDIGNI BELLICI	151
7.1 Premessa	151
7.2 Definizioni	151
7.3 Norme di misurazione.....	151
7.4 Prescrizioni ed oneri generali	151
7.4.1 Bonifica superficiale	152
7.4.2 Bonifica profonda	152
7.5 Prescrizioni tecniche particolari	152
7.6 Materiali e modalità esecutive	154
7.6.1 Rimozione della vegetazione	154
7.6.2 Scavo per il recupero degli ordigni bellici	155
7.7 Oneri per la sicurezza	156
7.8 Collaudo.....	156
8. SONDAGGI E TRACCIATI	156
9. SCAVI.....	157

9.1.1	Norme generali.....	157
9.1.2	Scavi di sbancamento.....	158
9.1.3	Scavi di fondazione.....	158
10.	DEMOLIZIONI.....	159
10.1	Murature e fabbricati	159
10.2	Idrodemolizioni.....	159
10.3	Demolizione di pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso	160
11.	RILEVATI.....	160
11.1.1	Definizione	160
11.2	Materiali per la formazione di rilevati	161
11.2.1	Provenienza dei materiali	161
11.2.2	Prove di controllo	162
11.2.3	Autorizzazioni	162
11.3	Preparazione del piano di posa dei rilevati	162
11.3.1	Scotico, bonifica e gradonature	162
11.3.2	Caratteristiche del piano di posa del rilevato e della pavimentazione autostradale in trincea.....	163
11.3.3	Strato di transizione (Rilevato-Terreno).....	164
11.3.4	Strato granulare anticapillare.....	164
11.3.5	Geotessile non tessuto	164
11.3.6	Prove di controllo sul piano di posa	165
11.4	Formazione del rilevato	166
11.4.1	Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali	166
11.4.2	Rilevati autostradali.....	168
11.4.3	Impiego di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7.....	168
11.4.4	Rilevati in "Terra Armata".....	168
11.4.5	Rilevati di precarico e riempimenti	169
11.5	Costruzione del rilevato.....	169
11.5.1	Stesa dei materiali.....	169
11.5.2	Compattazione.....	170
11.5.3	Condizioni climatiche.....	171
11.5.4	Rilevati di prova	171
11.5.5	Prove di controllo ed autorizzazione	172
12.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO.....	173
12.1	Leganti bituminosi di base e modificati.....	173
12.1.1	Leganti bituminosi semisolidi - caratteristiche e penali	173
12.1.2	Bitumi modificati con additivi.....	177
12.1.3	Bitumi con modifica "MEDIUM"	177
12.1.4	Bitumi con modifica "HARD"	178
12.1.5	Emulsioni bituminose cationiche.....	181
12.1.6	Attivanti chimici funzionali (A.C.F.)	181
12.1.7	Dopes di adesione	182
12.1.8	Modificanti strutturali (MST).....	182
12.1.9	Fibre di natura minerale (vetro) e mista (vetro + agglomerante)	183
12.2	Conglomerati bituminosi a caldo.....	184
12.2.1	Prescrizioni generali	184
12.3	Conglomerati bituminosi di base, collegamento, usura confezionati con bitume "Normale", "Medium" e "Hard"	186
12.3.1	Descrizione	186
12.3.2	Bitume	186

12.3.3	Aggregati	186
12.3.4	Attivanti chimici di adesione	187
12.3.5	Posa in opera.....	187
12.3.6	Prescrizioni progettuali.....	188
12.3.7	Miscele.....	190
12.3.8	Miscele di usura con impiego di argilla espansa	194
12.4	Conglomerato bituminoso ad elevata percentuale di vuoti (drenante-fonoassorbente).....	195
12.4.1	Prescrizioni generali	196
12.4.2	Miscele di: Usura drenante, Usura drenante strutturale	196
12.4.3	Prescrizioni progettuali.....	198
12.4.4	Miscele.....	200
12.5	Trattamenti superficiali d'irruvidimento	204
12.5.1	Microtappeti a freddo (tipo Macro Seal)	204
12.5.2	Microtappeti a freddo (Tipo Macro Seal) fibro rinforzati	206
12.5.3	Trattamento superficiale di irruvidimento (mono strato mono granulare) con resina bicomponente ed inerti ad elevata rugosità ed alta resistenza all'abrasione.....	207
12.6	Controlli prestazionali e relative penali	209
12.6.1	Controlli ad alto rendimento: Tutti i tipi di conglomerato bituminoso	210
12.6.2	Controlli tradizionali: Tutti i tipi di conglomerati bituminosi.....	215
12.7	Controlli.....	217
12.7.1	Prestazioni di controllo da parte della committente	217
13.	SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE	218
13.1	Premessa	218
13.2	Capo I – Segnaletica verticale	218
13.2.1	Produzione	218
13.2.2	Costruzione dei segnali.....	218
13.2.3	Costruzione delle strutture.....	223
13.2.4	Posa in opera.....	226
13.2.5	Rettifiche e rimozione	231
13.2.6	Indicazioni progettuali specifiche.....	232
13.2.7	Certificazioni e prove	233
13.2.8	Penali	234
13.2.9	Garanzie di durata.....	235
13.2.10	Norme per la misurazione e valutazione dei lavori	236
13.3	Capo II – Delineatori	236
13.3.1	Delineatori stradali	236
13.4	Capo III – Segnaletica orizzontale.....	242
13.4.1	Segnaletica orizzontale	242
14.	BARRIERE DI SICUREZZA	249
14.1	Premessa	249
14.1.1	Generalità.....	249
14.1.2	Finalità dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali	251
14.1.3	Individuazione delle zone da proteggere	251
14.1.4	Conformità dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali e loro installazione	252
14.1.5	Documentazione “as built” da presentare al termine dei lavori	252
14.2	Barriere metalliche.....	253
14.2.1	Accettazione dei materiali	253
14.2.2	Qualità dei materiali	255
14.2.3	Modalità d'esecuzione	256

14.2.4	Prove - penali.....	258
14.3	Barriere prefabbricate a profilo New Jersey.....	260
14.3.1	NJ in spartitraffico.....	260
14.3.2	NJ bordo opera.....	260
14.3.3	Caratteristiche tecniche.....	260
14.3.4	Materiali.....	261
14.3.5	Posa in opera.....	261
14.3.6	Corrimano metallico strutturale.....	264
14.4	Barriere in acciaio a profilo <i>New Jersey</i>	266
14.4.1	Materiali.....	266
14.4.2	Zincatura.....	266
14.4.3	Verniciatura protettiva.....	266
14.4.4	Collaudo delle barriere.....	267
14.5	Attenuatori frontali.....	268
15.	RECINZIONI METALLICHE.....	268
15.1	Caratteristiche delle opere.....	268
15.1.1	Recinzione laterale tipo R.1.A alta 1,22 m con rete a maglie elettrosaldate	268
15.1.2	Recinzione laterale tipo R.1.B. alta 2,12 m con rete a maglie elettrosaldate	268
15.1.3	Recinzione laterale tipo R.1.B. "FAUNISTICA" alta m 2,12.....	269
15.1.4	Recinzione laterale tipo R.2.A. alta 1,25 m con rete a maglie annodate.....	269
15.1.5	Recinzione laterale tipo R.3.A. alta 1,25 m con rete a maglie elettrosaldate	270
15.1.6	Recinzione laterale tipo R.3.B. alta 3 m con rete a maglie elettrosaldate ...	270
15.1.7	Recinzione di protezione sulle opere d'arte tipo R.9.A. alta 1,98 m.....	271
15.2	Qualità dei materiali - Prove.....	271
15.2.1	Qualità dei materiali.....	271
15.2.2	Prove sui materiali.....	272
15.3	Accettazione dei materiali.....	274
15.4	Modalità d'esecuzione.....	275
15.5	Penali.....	275
16.	PARAPETTI.....	276
16.1	Caratteristiche delle opere.....	276
16.2	Fissaggio su opera.....	277
16.3	Posa in rilevato.....	277
17.	OPERE A VERDE.....	277
17.1	Caratteristiche dei materiali.....	277
17.1.1	Materiale agrario.....	277
	<i>Terra di coltivo</i>	277
	<i>Concimi</i>	278
	<i>Letame</i>	278
	<i>Dischi o tessuti pacciamanti per arbusti</i>	278
	<i>Pacciamatura</i>	278
	<i>Elementi di protezione per arbusti (shelter)</i>	278
	<i>Pali di sostegno, ancoraggi, e legature</i>	279
17.1.2	Materiale vegetale.....	279
	<i>Arbusti e cespugli</i>	282
17.2	Tecniche d'intervento.....	284
17.2.1	Pulizia generale del terreno.....	284
17.2.2	Ripristino della fertilità del suolo.....	284
17.2.3	Sistemazione di terreno vegetale.....	285
17.3	Opere per la preparazione del terreno.....	286

17.3.1	Aratura	286
17.3.2	Erpicatura e fresatura	286
17.3.3	Concimazioni	286
17.3.4	Tracciamenti per la messa a dimora delle piante	287
17.4	Messa a dimora di alberi ed arbusti	288
17.4.1	Preparazione di buche per piantagioni	289
17.4.2	Profondità dello strato di terreno per piantumazioni	290
17.4.3	Conguaglio, scarificazione e pulizia delle superfici	290
17.5	Posa in opera di protezioni antifauna “shelter”	290
17.6	Scogliera rinverdita	290
17.7	Inerbimenti	291
17.7.1	Generalità	291
17.8	Modalità di semina	292
17.8.1	Semina a spaglio o mediante seminatrice	292
17.8.2	Idrosemina	293
17.9	Manutenzione delle opere a verde per il periodo di garanzia	294
17.9.1	Irrigazioni di soccorso	295
17.9.2	Sarchiatura/zappettatura del terreno e rincalzo	295
17.9.3	Decespugliamento	295
17.9.4	Falciature	296
17.9.5	Sostituzione fallanze	296
17.9.6	Controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere	296
17.9.7	Controllo, risistemazione e riparazione dei presidi antifauna e dei dischi pacciamanti	296
18.	PALI DI FONDAZIONE	297
18.1	Generalità	297
18.1.1	Prove tecnologiche preliminari	297
18.1.2	Preparazione del piano di lavoro	297
18.2	Pali prefabbricati	298
18.2.1	Definizione	298
18.2.2	Soggezioni geotecniche e ambientali	298
18.2.3	Caratteristiche dei materiali	298
18.2.4	Tolleranze geometriche	299
18.2.5	Tracciamento	299
18.2.6	Infissione	299
18.2.7	Controlli e documentazione lavori	300
18.3	Pali battuti	301
18.3.1	Definizione	301
18.3.2	Soggezioni geotecniche e ambientali	301
18.3.3	Tolleranze geometriche	301
18.3.4	Tracciamento	301
18.3.5	Infissione	302
18.4	Formazione del fusto del palo	303
18.5	Micropali	305
18.5.1	Definizione, classificazione e campi di applicazione	305
18.5.2	Soggezioni geotecniche e idrogeologiche	306
18.5.3	Tolleranze geometriche	306
18.5.4	Tracciamento	306
18.5.5	Perforazione	306
18.5.6	Confezione e posa delle armature	307

18.5.7	Armatura con barre di acciaio per c.a.	307
18.5.8	Armature tubolari	308
18.5.9	Formazione del fusto del micropalo	308
18.5.10	Riempimento a gravità	308
18.5.11	Riempimento a bassa pressione	309
18.5.12	Iniezione ripetuta ad alta pressione	309
18.5.13	Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali	309
18.5.14	Controlli	310
18.5.15	Documentazione dei lavori	310
18.6	Pali trivellati di medio e grande diametro	311
18.6.1	Definizione	311
18.6.2	Soggezioni geotecniche e idrogeologiche	311
18.6.3	Tolleranze geometriche	311
18.6.4	Tracciamento	312
18.7	Perforazione	312
18.7.1	Attrezzature	312
18.7.2	Perforazione a secco senza rivestimento	312
18.7.3	Perforazione con impiego di tubazione di rivestimento provvisoria	313
18.7.4	Perforazione in presenza di fango bentonitico	313
18.7.5	Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose	314
18.7.6	Controlli	314
18.7.7	Armature metalliche	315
18.8	Formazione del fusto del palo	315
18.8.1	Preparazione e trasporto del conglomerato cementizio	315
18.8.2	Posa in opera del conglomerato cementizio	316
18.8.3	Controlli	317
18.8.4	Documentazione dei lavori	317
18.8.5	Prova di controllo della consistenza del conglomerato cementizio (slump test)	317
18.9	Prove di controllo sui pali	318
18.9.1	Prove di carico	318
18.9.2	Controlli non distruttivi	319
18.9.3	Prove geofisiche	319
18.9.4	Carotaggio continuo meccanico	320
18.9.5	Scavi attorno al fusto del palo	320
19.	OPERE DI SOSTEGNO: PARATIE	320
19.1	Elementi costitutivi dei tiranti e delle barre di ancoraggio	321
19.2	Prove tecnologiche preliminari	322
19.3	Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali	322
19.4	Materiali ed elementi costruttivi	323
19.4.1	Acciai e dispositivo di bloccaggio	323
19.4.2	Armature metalliche	323
19.4.3	Barre - Barre in acciai speciali	323
19.4.4	Apparecchi di testata	323
19.4.5	Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione	324
19.4.6	Tolleranze geometriche	325
19.5	Perforazione	325
19.6	Allestimento del tirante	326
19.7	Iniezione	326
19.7.1	Cementazione di 1 ^a fase	326

19.7.2	Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati	326
19.8	Elementi di protezione	327
19.9	Tesatura e collaudo	328
19.10	Protezioni anticorrosive in opera	328
19.11	Barre di ancoraggio e bulloni	329
19.11.1	Perforazione	329
19.11.2	Allestimento dell'ancoraggio	329
19.11.3	Iniezione.....	329
19.12	Chiodi	330
19.13	Microdreni	331
19.13.1	Generalità.....	331
19.13.2	Caratteristiche dei tubi filtranti	331
20.	CALCESTRUZZI	333
20.1.1	Cemento.....	333
20.1.2	Aggregati	334
20.1.3	Acqua di impasto	336
20.1.4	Additivi.....	336
20.1.5	Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti.....	336
20.1.6	Additivi aeranti	337
20.1.7	Additivi ritardanti e acceleranti	338
20.1.8	Additivi antigelo	338
20.1.9	Silice ad alta superficie specifica (Silicafume).....	338
20.1.10	Tipi e classi dei conglomerati cementizi.....	338
20.1.11	Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi.....	339
20.1.12	Controlli in corso d'opera.....	341
20.1.13	Resistenza dei conglomerati cementizi	341
20.1.14	Durabilità dei conglomerati cementizi.....	342
20.2	Tecnologia esecutiva delle opere.....	343
20.2.1	Confezione dei conglomerati cementizi	343
20.2.2	Trasporto.....	344
20.2.3	Posa in opera.....	345
20.3	Stagionatura e disarmo	347
20.3.1	Prevenzione delle fessure da ritiro plastico	347
20.3.2	Maturazione accelerata a vapore	348
20.3.3	Disarmo e scasseratura	348
20.3.4	Protezione dopo la scasseratura	348
20.3.5	Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari.....	348
20.3.6	Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco.	349
20.3.7	Armature per c.a.	350
20.3.8	Armatura di precompressione.....	350
20.3.9	Protezione catodica delle solette di impalcato di ponti e viadotti	351
20.4	Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio.....	351
20.4.1	Apparecchiature e materiali impiegati nella prova.....	351
20.4.2	Metodologia di prova.....	351
20.4.3	Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi.	352
20.4.4	Resoconto di prova	352
21.	INIEZIONE NEI CAVI DI PRECOMPRESSIONE	352

21.1	Boiacche cementizie per le iniezioni nei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. nuove.....	352
21.1.1	Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso	353
21.2	Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione	353
22.	IMPERMEABILIZZAZIONE IMPALCATI DI PONTI, VIADOTTI, SOTTOVIA E CAVALCAVIA.....	354
22.1	Mastice di asfalto sintetico	354
22.1.1	Materiali.....	354
22.1.2	Modalità di applicazione	355
22.1.3	Modalità di preparazione del mastice di asfalto sintetico.....	356
22.2	Guaine bituminose preformate armate.....	357
22.2.1	Modalità di posa in opera	357
22.2.2	Caratteristiche dei materiali e prove di accettazione	358
22.2.3	Primer di adesione al supporto	358
22.2.4	Massa bituminosa della guaina.....	359
22.2.5	Armatura delle guaine	359
22.2.6	Guaina preformata	359
23.	IMPERMEABILIZZAZIONE DELLA SUPERFICIE DI ESTRADOSSO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI	360
23.1	Strato di geotessile con funzione antipunzonamento.....	361
23.2	Guaina impermeabile in PVC trasparente	361
23.3	Strato di geotessile di protezione	363
24.	ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.....	363
24.1	Generalità.....	363
24.2	Acciaio in barre ad aderenza migliorata - B450C - controllato in stabilimento....	364
24.3	Reti in barre di acciaio elettrosaldate.....	364
24.4	Zincatura a caldo degli acciai	364
24.4.1	Qualità degli acciai da zincare a caldo	364
24.4.2	Zincatura a caldo per immersione	365
24.5	Acciaio per c.a.p.	366
24.5.1	Fili, barre, trefoli.....	366
24.5.2	Cavo inguainato monotrefolo	367
24.5.3	Ancoraggi dell'armatura di precompressione	367
24.5.4	Acciai provenienti dall'estero	368
25.	ACCIAIO PER CARPENTERIA.....	368
25.1	Generalità.....	368
25.2	Collaudo tecnologico dei materiali	369
25.3	Controlli in corso di lavorazione	370
25.4	Montaggio.....	371
26.	APPARECCHI DI APPOGGIO ED AMMORTIZZATORI PER IMPALCATI DI OPERE D'ARTE	372
26.1	Generalità.....	372
26.2	Appoggi e ammortizzatori antisismici in neoprene	372
26.2.1	Appoggi in neoprene armato	372
26.2.2	Ammortizzatori antisismici in neoprene espanso.....	373
26.3	Apparecchi di appoggio e ammortizzatori antisismici in acciaio.....	373
26.4	Sollevamento impalcati per sostituzione apparecchi di appoggio.....	373

27.	GIUNTI DI DILATAZIONE PER IMPALCATI DI OPERE D'ARTE	374
28.	SMALTIMENTO ACQUA DI PIATTAFORMA E OPERE DI REGIMAZIONE	
	IDRAULICA	375
28.1	Introduzione.....	375
28.2	Dispositivi per lo smaltimento dell'acqua dagli impalcati.....	375
28.2.1	Generalità.....	375
28.3	Componenti.....	376
28.3.1	Dispositivi di captazione delle acque	376
28.3.1.1	Caditoie	376
28.3.2	Griglie.....	377
28.3.3	Bocchettoni.....	377
28.3.4	Collettori.....	378
28.3.5	Accettazione e controlli	379
28.4	Sistemi di drenaggio del corpo stradale.....	379
28.4.1	Campo di applicazione	379
28.4.2	Tubazioni.....	379
28.4.2.1	Materiali.....	379
28.4.2.2	Posa in opera	383
28.4.2.3	Controlli ed accettazione.....	385
28.4.2.4	Controlli in cantiere	385
28.4.2.5	Norme di misurazione.....	386
28.4.3	Pozzetti	386
28.4.4	Canali di drenaggio.....	390
28.4.5	Canalette ed embrici	392
28.4.6	Cunette.....	392
28.4.7	Canali di gronda, pluviali, scossaline, ecc.....	392
28.4.8	Bocchettoni.....	393
28.4.9	Canali di Gronda, Foderature, Converse, Scossaline	393
28.4.10	Pluviali	393
28.4.11	Strutture e lattonerie in acciaio inox	394
28.5	Rivestimento per cunette e fossi di guardia.....	394
In elementi prefabbricati in c.a.v.		394
In conglomerato cementizio, gettato in opera		394
In muratura di pietrame		394
Cordonature		394
29.	DIFESE SPONDALI.....	395
29.1	Prismi in conglomerato cementizio	395
29.2	Massi in roccia	396
29.3	Gabbioni	396
29.4	Materassi in pietrame	397
30.	STRUTTURE DI SOSTEGNO E CONTENIMENTO IN ELEMENTI	
	PREFABBRICATI.....	399
30.1	Generalità.....	399
30.2	Muri di sostegno in pannelli di c.a.v.....	399
30.3	Muri di sostegno in pannelli di c.a.p.....	400
30.4	Muri di controripa in pannelli di c.a.v.	400
30.5	Muri di sostegno in terra armata.....	401
30.6	Strutture di sostegno a scomparti cellulari.....	401
30.7	Strutture di contenimento in elementi scatolari.....	402
30.8	Strutture di sostegno a paramento verde.....	402

30.9	Pannelli prefabbricati in c.a. a facciavista	404
31.	IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI	404
31.1	Generalita'	404
31.1.1	Premessa	404
31.1.2	Generalità.....	404
31.2	Inclusioni	405
31.2.1	Premessa	405
31.2.2	Inclusioni	405
31.3	Norme e leggi di riferimento	406
31.3.1	Leggi e Decreti	406
31.3.2	Norme Italiane ed Europee	407
31.3.3	Direttive, circolari e prescrizioni	409
31.4	Materiali e tecniche di installazione	410
31.5	Alimentazione elettrica.....	410
31.5.1	Installazione quadri ed apparecchiature	410
31.5.1.1	Quadri MT e BT.....	410
31.5.1.2	Apparecchiature ausiliarie, strumenti e sensori	411
31.5.2	Quadri MT	411
31.5.2.1	Interruttori in SF6	413
31.5.2.2	Relé di protezione arrivo linea e partenza.....	414
31.5.2.3	Relé di protezione contro i guasti a terra lato BT	414
31.5.2.4	Trasformatori di misura	415
31.5.2.5	Trasformatori di tensione	416
31.5.2.6	Trasformatore di corrente a cavo passante per correnti di guasto a terra .	416
31.5.2.7	Sovraccaricabilità dei circuiti amperometrici	416
31.5.2.8	Complessi capacitivi per rilevazione presenza tensione.....	417
31.5.2.9	Analizzatore di rete	417
31.5.2.10	Sbarre e connessioni	418
31.5.2.11	Isolamento e materiali isolanti.....	418
31.5.2.12	Messa a terra	418
31.5.2.13	Interblocchi di sicurezza	419
31.5.2.14	Verniciatura	419
31.5.2.15	Resistenze anticondensa	420
31.5.2.16	Visibilità dall'esterno	420
31.5.2.17	Varie.....	420
31.5.2.18	Cavetteria e circuiti ausiliari	421
31.5.2.19	Comandi di manovra interruttore e segnalazioni locali	422
31.5.3	Trasformatore di potenza.....	422
31.5.3.1	Dati tecnici	422
31.5.3.2	Accessori per trasformatori.....	423
31.5.3.3	Sistema di protezioni trasformatori.....	423
31.5.3.4	Box contenimento trafo.....	424
31.5.4	Quadro normalizzato BT	425
31.5.4.1	Consistenza del quadro	425
31.5.4.2	Composizione strutture	425
31.5.4.3	Requisiti di sicurezza	425
31.5.4.4	Involucro	425
31.5.4.5	Varie.....	426
31.5.4.6	Interruttori scatolari	427
31.5.4.7	Interruttori modulari.....	427

31.5.4.8	Interruttore generale	427
31.5.4.9	Circuiti ausiliari	428
31.5.4.10	Comandi e protezioni	429
31.5.4.11	Resistenze anticondensa	430
31.5.4.12	Apparecchiature	430
31.5.4.13	Sbarre e conduttori di collegamento	430
31.5.4.14	Circuiti di messa a terra	431
31.5.5	Quadro di rifasamento automatico	431
31.5.5.1	Struttura.....	431
31.5.5.2	Condensatori	431
31.5.5.3	Apparecchiature	432
31.5.6	Impianto di messa a terra.....	433
31.5.6.1	Materiali per impianto di messa a terra.....	433
31.5.6.2	Dispensori verticali – Puntazze	433
31.5.6.3	Dispensori orizzontali.....	433
31.5.6.4	Conduttore di terra (CT)	433
31.5.6.5	Piastre collettrici (o nodi) di terra per cabina elettrica.....	433
31.5.6.6	Punti di sezionamento per le misure e controlli della rete interrata.....	434
31.5.6.7	Conduttori di protezione	434
31.5.7	Mezzi di prevenzione e sicurezza per cabine elettriche	434
31.5.7.1	Cartelli segnaletici	434
31.5.7.2	Lampada portatile per ogni locale.....	434
31.5.7.3	Schema elettrico per i locali tecnici	435
31.5.7.4	Estintori.....	435
31.5.7.5	Attrezzature per il pronto soccorso	435
31.6	Cavi elettrici e tracciati cavi	435
31.6.1	Cavi elettrici e accessori	435
31.6.1.1	Cavo media tensione RG7H1R 12/20 kV	436
31.6.1.2	Cavo flessibile FG16(0)R16 0,6/1kV	436
31.6.1.3	Cavo flessibile FG16(0)M16 0,6/1kV a bassissima emissione di fumi e gas tossici 437	
31.6.1.4	Cavo FTG10(O)M1 0,6/1 kV resistenti al fuoco	438
31.6.1.5	Cavo FG17 450/750V	439
31.6.1.6	Accessori per cavi MT	440
31.6.1.7	Accessori per cavi BT	440
31.6.2	Cavi per sistemi di comunicazione.....	440
31.6.2.1	Cavi in fibra ottica a 48 fibre	440
31.6.2.1	Cavi in fibra ottica a 108 fibre	440
31.6.2.2	Cavi UTP cat.6.....	441
31.6.3	Posa dei cavi	441
31.6.3.1	Predisposizione alla posa dei cavi.....	441
31.6.3.2	Identificazione dei cavi	441
31.6.3.3	Posa dei cavi	441
31.6.3.4	Collegamenti	443
31.6.3.5	Tamponamenti antifiamma su attraversamenti di cavi elettrici BT e sulle vie cavi 446	
31.6.4	Cavidotti	446
31.6.5	Impianto di illuminazione esterna	448
31.6.5.1	Caratteristiche generali	448
31.6.5.2	Cavidotti.....	449
31.6.5.3	Pozzetti con chiusino in ghisa.....	450

31.6.5.4	Blocchi di fondazione dei pali	450
31.6.5.5	Pali di sostegno	450
31.6.5.6	Derivazioni.....	451
31.6.5.7	Apparecchi di illuminazione	451
31.6.6	Impianto TVCC su strade di sicurezza	453
31.6.6.1	Caratteristiche generali	453
31.6.6.2	Telecamera FISSA TERMICA	454
31.6.6.3	Telecamera PTZ.....	454
31.6.6.4	Dispositivo di protezione dalle sovratensioni	455
31.6.6.5	Registratore sistema TVCC	455
31.6.6.6	Server sistema TVCC	456
31.6.6.7	Sistema TVCC per gestione video.....	458
31.6.7	Impianto approvvigionamento acqua su strade di sicurezza	459
31.6.7.1	Caratteristiche generali	459
31.6.7.2	Serbatoio riserva idrica antincendio.....	460
31.6.7.3	Locale tecnico	461
31.6.7.4	GRUPPO PRESSURIZZAZIONE ANTINCENDIO.....	462
31.6.7.5	Riepilogo.....	463
31.6.7.6	Prescrizioni	464
31.6.7.7	Tubazioni in PEAD.....	465
31.6.7.8	Collettori di distribuzione	467
31.6.7.9	Tubazioni in acciaio nero e zincato e tubazioni in materiale plastico	468
31.6.7.10	Giunti dielettrici.....	473
31.6.7.11	Valvole con attacchi filettati e valvole con attacchi a flangia	474
31.6.7.12	Specifica tecnica per idrante UNI 70.....	477
31.6.7.13	Valvole di intercettazione a sfera.....	478
31.6.7.14	Cavi scaldanti.....	478
32.	SISTEMI ANTIRUMORE	480
32.1	Prequalifica del sistema antirumore.....	480
32.1.1	Requisiti acustici. Modalità di esecuzione delle prove e classificazione dei sistemi 481	
32.1.2	Requisiti strutturali	484
32.1.3	Requisiti di sicurezza nell'esercizio e compatibilità ambientale dei materiali impiegati.	485
32.1.4	Requisiti di durabilità e criteri di manutenzione	488
32.2	Caratteristiche dei pannelli e dei materiali costituenti le barriere	489
32.2.1	Pannelli metallici	490
32.2.2	Pannelli in legno	493
32.2.3	Pannelli trasparenti	495
32.2.4	Pannelli in calcestruzzo	500
32.2.5	Sistemi di copertura a “baffles”	503
32.2.6	Diffrattori di sommità per barriere	504
32.2.7	Biomuri in calcestruzzo armato vibrato.....	504
32.2.8	Biomuri in calcestruzzo armato vibrato a basso ingombro trasversale	506
32.2.9	Pannelli realizzati con altri materiali	507
32.2.10	Carpenteria metallica portante	507
32.2.11	Accessori.....	509
32.2.12	Particolarità costruttive della barriera	509

1. PREMESSE GENERALI

1.1 Fonti prescrittive

L'Appaltatore dovrà eseguire le opere in ottemperanza alle leggi ed ai regolamenti vigenti, nonché a quelle che potranno essere impartite dagli Enti competenti ed alle norme contrattuali, con particolare riferimento a quelle contenute nel presente Capitolato. Dovrà infine attenersi agli ordini della Direzione Lavori e, in via residuale, riferirsi alle raccomandazioni, agli usi locali ed alle regole del buon costruire.

Pertanto, ferma restando ogni altra responsabilità a termini di legge dell'Appaltatore e di altri soggetti coinvolti, essa rimane completamente responsabile dell'esecuzione delle opere.

La gerarchia delle fonti prescrittive a contenuto tecnico che riguardano o possono riguardare le opere appaltate, fatta eccezione per le situazioni di emergenza (nelle quali diventano prioritarie le decisioni prese al momento da chi di competenza), è la seguente, distinta in: A) fonti esterne e superiori al contratto di appalto; B) fonti interne al contratto; C) fonti esterne e subordinate al contratto:

- A.1) leggi e decreti a carattere nazionale e/o regionale, secondo le regole di cui alla Parte II, Titolo V, della Costituzione Italiana;
- A.2) regolamenti vigenti o specifici dei soggetti preposti al rilascio di pareri o autorizzazioni o altri adempimenti obbligatori e vincolanti inerenti le opere da realizzare;
- B.1) contratto di appalto (inteso come documento principale del quale il presente Capitolato ed il progetto, fra gli altri, sono allegati) ed elenco dei prezzi contrattuali con relative eventuali analisi;
- B.2) Capitolato Speciale d'Appalto – Norme Generali;
- B.3) norme di misurazione e contabilizzazione delle opere eseguite e delle forniture, soltanto per tali aspetti e quando esse costituiscano uno specifico documento a se stante;
- B.4) specifiche prescrizioni contenute negli elaborati del progetto esecutivo, comprensivo del Piano di Sicurezza e Coordinamento (nel seguito denominato per brevità "progetto") ovvero disegni, relazioni tecniche e di calcolo, tabelle, ecc., tenendo conto del fatto che la sicurezza e salute delle persone prevalgono sempre e comunque sugli aspetti tecnici inerenti le opere;
- B.5) presente Capitolato Speciale d'Appalto – Norme Tecniche (nel seguito denominato per brevità "Capitolato"), anche se formato da più documenti separati, purché tutti allegati al contratto; in quest'ultimo caso i documenti specifici prevalgono su quelli generali;
- B.6) declaratorie delle voci dell'Elenco Prezzi allegato al progetto;
- B.7) ordini del Direttore dei Lavori, del Coordinatore della Sicurezza in Fase di Esecuzione, della Stazione Appaltante, con le avvertenze di cui al precedente punto B.4);
- C.1) normative a carattere non cogente, valide quali raccomandazioni o utili riferimenti;
- C.2) usi locali;
- C.3) buona prassi costruttiva.

Le fonti che seguono sono subordinate a quelle che precedono; in altre parole, nel caso di discrepanze e difformità tra una o l'altra delle citate fonti, prevale quella che precede nella gerarchia. In caso di contrasto tra norme gerarchicamente equivalenti, varrà la più recente.

Le lavorazioni e le opere di cui all'appalto, le cui specifiche non sono riportate nel presente documento, trovano posto in parti indipendenti del Capitolato o comunque all'interno di specifici elaborati progettuali, come indicato al punto B.5 di cui sopra.

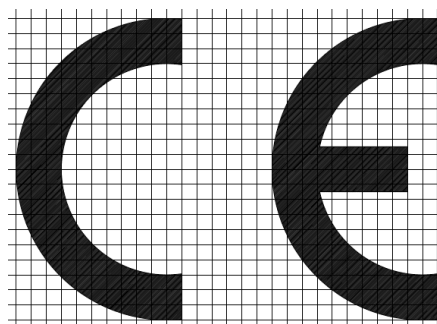
1.2 Rispetto delle norme – Marcatura CE

I materiali, le attrezzature e le metodologie da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito dalle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e dal presente Capitolato. In mancanza di una loro precisa specificazione dovranno essere rappresentativi dello “stato dell'arte”, ovvero i migliori reperibili sul mercato.

Tuttavia, anche quando gli stessi siano previsti e disciplinati dal presente Capitolato, fatto salvo il rispetto delle norme ad esso sovraordinate, potranno essere utilizzati materiali, attrezzature e metodologie diversi da quelli previsti, alle seguenti tassative condizioni, che devono essere tutte verificate:

- siano il frutto di un consolidato progresso tecnologico o siano previsti da aggiornamenti delle norme ufficiali (Stato, ISO, CEN, CENELEC, ETSI, UNI, CEI) citate nel presente Capitolato o comunque dal presente Capitolato sottintese, per le quali, ove non si tratti di norme cogenti, si possa dimostrare la compatibilità con le norme vigenti ai sensi del Regolamento UE n. 764/2008 del 09/07/2008;
- siano equivalenti o migliori rispetto a quelli originariamente previsti;
- siano stati sottoposti con sufficiente anticipo alla Direzione Lavori rispetto al momento teorico del loro primo utilizzo;
- abbiano ottenuto l'approvazione preventiva della Direzione Lavori, che ne dovrà valutare anche l'effettiva ricaduta economica.

In particolare, per i materiali, attrezzature e metodologie per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata (HS: *Harmonized Standard*) recepita da una norma nazionale ed il cui riferimento sia pubblicato sulla G.U.U.E., al termine del “periodo di coesistenza” il loro impiego nelle opere in appalto è possibile soltanto se in possesso della cosiddetta “marcatura CE” (il cui logo – importante in quanto vi sono versioni contraffatte del marchio – è riportato in figura).



Inoltre, per i “materiali (o prodotti) da costruzione”, la marcatura CE è prevista dalla Direttiva 89/106/CEE, denominata anche CPD: *Construction Products Directive*, recepita in Italia dal D.P.R. 21/04/1993, n. 246, così come modificato dal D.P.R. 10/12/1997, n. 499, nonché prevista dal Regolamento UE n. 305/2011 del 09/03/2011 (CPR: *Construction Products Regulation*) che la abroga, per quanto attualmente applicabile.

A tal proposito, si informa che l'elenco aggiornato delle norme armonizzate ai sensi della medesima direttiva 89/106/CEE, con l'indicazione dell'organismo europeo di normalizzazione, della data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata e della data di scadenza del periodo di coesistenza tra la norma armonizzata e la precedente specifica tecnica nazionale, già pubblicato in Italia con l'emanazione del D.M. 08/04/2010, è stato pubblicato sulla G.U.U.E. del

24/08/2011, ulteriormente aggiornato. Detto elenco, scaricabile fra l'altro gratuitamente dal sito ufficiale *EUR-Lex* dell'Unione Europea al seguente URL:

<http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:C:2012:176:SOM:IT:HTML>

Per avere un costante aggiornamento sulle norme armonizzate vigenti è possibile anche consultare la banca dati NANDO (*New Approach Notified and Designated Organizations*) della UE, al seguente URL:

<http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/index.cfm?fuseaction=cpd.hs>

Ai sensi di legge si presumono idonei al loro impiego i prodotti da costruzione che consentono alle opere in cui sono utilizzati, se adeguatamente progettate e costruite, di soddisfare i requisiti essenziali di cui all'allegato A del D.P.R. n. 246/1993, qualora i suddetti prodotti rechino la marcatura CE. Possono essere muniti di marcatura CE i prodotti che soddisfano una delle condizioni seguenti:

- conformità alle norme nazionali che recepiscono norme armonizzate i cui estremi sono stati pubblicati nella Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea;
- conformità, nel caso in cui non esistano norme armonizzate, alle norme nazionali riconosciute dalla Commissione Europea, tali da beneficiare della presunzione di conformità. A tal fine le competenti amministrazioni, tramite il Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, comunicano alla Commissione Europea i testi delle specificazioni tecniche nazionali ritenute conformi agli specifici requisiti essenziali;
- conformità al Benestare Tecnico Europeo (ETA: *European Technical Approval*) (v. anche successivo punto 3.1, 3° capoverso, lett. A)).

L'insieme delle norme (riconosciute) e degli ETA costituisce le “specificazioni tecniche”, che possono essere europee o nazionali.

Gli ETAG (*European Technical Approval Guidelines*) non sono norme di per sé applicabili, ma sono presupposti (non indispensabili) per il rilascio degli ETA.

Gli organismi europei abilitati all'emanazione di ETAG ed al rilascio di ETA sono raggruppati nell'associazione EOTA (*European Organisation for Technical Approvals*), della quale fanno parte, in Italia: l'STC (Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici), il CSEA (Centro Studi ed Esperienze Antincendi del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco) e l'ITC (Istituto per le Tecnologie della Costruzione).

La marcatura CE conferisce al prodotto, in tutto il cosiddetto Spazio Economico Europeo (SEE), la presunzione di conformità ai requisiti essenziali seguenti:

- resistenza meccanica e stabilità (RE n.1),
- sicurezza in caso d'incendio (RE n.2),
- igienicità, salubrità e tutela dell'ambiente (RE n.3),
- sicurezza nell'uso (RE n.4),
- protezione contro il rumore (RE n.5),
- risparmio energetico e isolamento termico (RE n.6).

- sostenibilità nell'uso delle risorse naturali (RE n.7).

Gli identificativi ed i documenti che accompagnano la marcatura CE (e che dovranno obbligatoriamente essere forniti con congruo anticipo alla Direzione Lavori) sono stabiliti dalle specificazioni tecniche. Di norma essi consistono in:

- “marchio CE” e relative indicazioni sintetiche (identificativi dell'organismo di controllo, del prodotto e del produttore, anno, numero certificato CE se prescritto, eventuali caratteristiche tecniche del prodotto);
- ”attestazione di conformità”, rilasciata dal produttore o dal suo mandatario nell'UE secondo varie tipologie e modalità, che di solito prevedono l'intervento di organismi terzi imparziali (organismi di certificazione, organismi di ispezione, laboratori di prova) e l'emanazione di certificazioni ufficiali.

La Direzione Lavori dal canto suo dovrà vigilare affinché non vi siano difformità tra i materiali, attrezzature e metodologie effettivamente impiegati e quelli attesi, dichiarati dall'Appaltatore, con particolare riferimento alle possibili frodi nell'utilizzo della marcatura CE. Qualora sussistano dubbi circa tali eventualità, il Direttore dei Lavori disporrà i controlli ed eventualmente prenderà le decisioni del caso, segnalando le difformità e le frodi riscontrate alla Stazione Appaltante ed all'Organo di Collaudo.

Dovrà essere infine osservato, per quanto applicabile e salvo diverse e sovraordinate disposizioni, quanto prescritto dal D.M. 19/04/2000 n. 145 (Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici).

1.3 Aggiornamento delle norme

Le norme citate nel presente Capitolato, anche se accidentalmente riportate con livello di aggiornamento non attuale o aggiornate da altre successivamente emanate, devono sempre essere prese in considerazione, rispettivamente, al loro massimo aggiornamento o nella versione più aggiornata disponibile, e sempre con le ulteriori norme che da esse siano eventualmente richiamate, purché tali riedizioni e norme siano ufficiali e rese pubbliche in tempo utile per il loro utilizzo e tutto ciò avvenga nel rispetto della gerarchia delle fonti precedentemente riportata.

In caso di contrasto tra due norme di pari rilevanza, riguardanti lo stesso argomento, varrà la più recente.

1.4 Penali

Le penali indicate nel presente Capitolato, a tutela della Stazione Appaltante nei casi di non perfetta riuscita delle opere e intese, sia come importi da decurtare dai prezzi di appalto, sia come demolizioni e ricostruzioni di opere realizzate, sia come decurtazione di quantità da contabilizzare, fatto salvo il principio inderogabile del risarcimento del danno ai sensi di legge (art. 2043 e segg. del Codice Civile, artt. 164, 165 e 166 del D.P.R. n. 207/2010, art. 6 del D.P.R. n. 145/2000), non sono mai automatiche ma soggette alla discrezionalità applicativa del Direttore dei Lavori. Egli, sentita la Stazione Appaltante e sentito eventualmente l'Organo di Collaudo, procederà alla loro applicazione soltanto quando le circostanze siano gravi ed ineludibili, il danno sia stato accertato e sia cospicuo e non vi sia stata risoluzione tempestiva da parte dell'Appaltatore delle problematiche emerse (definite anche come “non conformità”).

L'accertamento del danno dovrà prioritariamente e per quanto possibile avvenire in contraddittorio con l'Appaltatore. Soltando quando questi si opponga al contraddittorio o, a giudizio del Direttore dei Lavori, si rifiuti di accettare l'evidenza, si potrà procedere comunque.

Inoltre, in particolare, dovrà essere valutata dal Direttore dei Lavori l'applicabilità delle penali in funzione del metodo di contabilizzazione delle opere contrattualmente previsto. Qualora siano ritenute applicabili e la contabilizzazione delle opere interessate sia "a corpo", la penale sarà applicata con riguardo all'incidenza dell'elemento non conforme rispetto al totale del corpo di cui fa parte, valutata con i prezzi dell'elenco allegato al progetto o con altri validi metodi.

La suddette penali e la stessa gerarchia delle fonti sopra riportata, così come ogni altra prescrizione del presente Capitolato, possono essere modificate attraverso le fonti che prevalgono su di esso.

1.5 Prescrizioni inerenti la misura e la contabilizzazione

Come per quanto riguarda le penali, anche le prescrizioni inerenti la misurazione e contabilizzazione delle forniture e opere realizzate, inserite nel presente Capitolato, così come quelle eventualmente presenti e riguardanti aspetti non tecnici (economici, amministrativi, ecc.) sono pienamente efficaci soltanto qualora non siano presenti nel contratto o nei suoi allegati diverse e sovraordinate prescrizioni regolanti tali aspetti.

Qualora, al contrario, si verifichi quest'ultima eventualità, le stesse debbono intendersi soltanto come indicative di una possibile prassi alternativa, a carattere non obbligatorio.

1.6 Oneri e criteri generali per i controlli di accettazione

Per quanto riguarda le prove (in sito o di laboratorio), gli accertamenti (in sito o presso i produttori o presso i centri di trasformazione) e le verifiche tecniche particolari (nel complesso definibili come "controlli di accettazione" di materiali e prodotti da costruzione), obbligatori ai sensi di legge o prescritti dal presente Capitolato, ai sensi dell'art. 16, comma 1, lett. b), punti 2 e 11, dell'art. 167, commi 7 e 8, nonché dall'art. 178, comma 1, lett. b), del D.P.R. 207/2010, disposti dal Direttore dei Lavori o dall'Organo di Collaudo, le relative spese sono da imputare a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico.

Gli ulteriori controlli di accettazione, ancorché non prescritti dal presente Capitolato ma ritenuti tuttavia necessari per stabilire l'idoneità dei prodotti da impiegare, sono posti a carico dell'Appaltatore.

In ogni caso l'Appaltatore non può opporsi all'esecuzione dei suddetti controlli ed anzi deve agevolare la loro effettuazione.

Fatta eccezione per i controlli obbligatori per legge o prescritti da norme sovraordinate al presente Capitolato, è da rilevare tuttavia che:

- i controlli prescritti o indicati nel prosieguo del presente Capitolato per materiali, sistemi e opere costituiscono, rispettivamente, una possibilità o una indicazione offerte al Direttore dei Lavori, il quale deve comunque disporre l'esecuzione soltanto dopo aver considerato e valutato le circostanze generali e particolari relative alle forniture ed alle opere cui gli stessi si riferiscono, accogliendoli responsabilmente nella misura ritenuta più opportuna. In particolare ciò vale qualora le opere da controllare siano a carattere temporaneo (opere provvisorie, installazioni temporanee, ecc.) o i materiali e sistemi da approvvigionare siano destinati ad opere a carattere temporaneo;

- la marcatura CE costituisce presunzione di conformità e non necessità di controlli di accettazione, fatto salvo quanto ritenuto necessario dal Direttore Lavori ai fini di cui al penultimo capoverso del punto 1.2.

2. PIANIFICAZIONE DEI LAVORI

Ferma restando la piena autonomia dell'Appaltatore sulla conduzione del cantiere e qualora il contratto non disponga diversamente, è prevista la consegna alla Direzione Lavori dei seguenti strumenti di controllo dell'andamento dei lavori:

Programma bisettimanale:

In aggiunta al Programma Esecutivo dei Lavori previsto dal Contratto ed alle sue periodiche revisioni, l'Appaltatore per l'intera durata dei lavori dovrà presentare settimanalmente un "cronoprogramma bisettimanale", in forma di diagramma di Gantt, delle attività programmate nelle due settimane successive.

Convenzionalmente le settimane sono definite dalle ore 0,00 del lunedì alle ore 24,00 della domenica successiva.

Il cronoprogramma bisettimanale dovrà essere presentato per approvazione al Direttore Lavori almeno quattro giorni prima dell'inizio di ciascuna settimana.

Fasi vincolate e segnalate:

Il presente Capitolato indica una serie di lavorazioni che, per la loro specificità, potranno essere effettuate solo in presenza degli incaricati della Direzione Lavori (cosiddette "fasi vincolate") o solo dopo aver informato per iscritto, anche per le vie brevi, con anticipo di almeno 24 ore, la Direzione Lavori (cosiddette "fasi segnalate").

Nel programma bisettimanale l'Appaltatore dovrà evidenziare le attività soggette a fasi vincolate o segnalate in modo che la Direzione Lavori possa organizzare per tempo i propri impegni.

Le lavorazioni soggette a fase vincolata realizzate dall'Appaltatore in assenza della Direzione Lavori potranno essere oggetto di procedura di "Non Conformità".

Le lavorazioni soggette a fase segnalata, correttamente annunciate dall'Appaltatore, potranno venire eseguite anche in assenza della Direzione Lavori una volta trascorso l'orario indicato nella comunicazione dell'Appaltatore. Le lavorazioni non correttamente segnalate o realizzate in anticipo rispetto all'orario indicato, potranno essere oggetto di procedura di "Non Conformità".

Piano di Impiego dei Macchinari:

Prima dell'inizio di ciascuna lavorazione, l'Appaltatore dovrà presentare per approvazione al Direttore Lavori il "Piano di Impiego" di tutti i macchinari, impianti, equipaggiamenti, dispositivi, strumenti e attrezzature che intende utilizzare, consistente nell'elenco delle attrezzature, corredato dai seguenti documenti (per ciascuna attrezzatura):

- Contratto di noleggio o copia conforme del libro cespiti dell'Appaltatore che ne attesti la proprietà e da cui dovrà essere individuabile il valore di ammortamento annuo ed il valore residuo dell'attrezzatura;
- Marcature CE;
- libretti di uso e manutenzione, riportanti n° di matricola e caratteristiche tecniche del macchinario;

- elaborati progettuali e relazioni di calcolo (per ponteggi, casseforme, carri varo, impianti betonaggio, ecc.);
- attestati di revisione/verifica e certificati di taratura;
- eventuali autorizzazioni amministrative (messa in servizio, emissioni in atmosfera, scarichi idrici, ecc.).

Procedure di lavoro:

A richiesta della Direzione Lavori, prima dell'inizio di ciascuna lavorazione che sia di particolare rilevanza tecnico-economica o che richieda operazioni ripetute ed il cui svolgimento temporale si sviluppi oltre due settimane (ad es. consolidamenti, avanzamenti o getti in galleria, costruzione di opere per conci, ecc.) l'Appaltatore dovrà presentare per approvazione al Direttore Lavori una "Procedura di Lavoro" che:

- descriva la lavorazione (anche utilizzando appositi elaborati grafici) indicando i documenti progettuali di riferimento;
- definisca il metodo di esecuzione, la sequenza delle attività da porre in opera e la fasizzazione rispetto ad altre attività dotate di Procedura di Lavoro;
- precisi la composizione della Manodopera da utilizzare dichiarando il nominativo del Responsabile o del Capo Squadra;
- precisi i materiali da utilizzare, descrivendone le caratteristiche ed allegandone le relative schede sicurezza prodotto;
- definisca i controlli da eseguire in corso d'opera;
- precisi i macchinari da utilizzare, allegandone il Piano di Impiego.

Appendice A – Fasi vincolate:

- piano degli scavi di fondazione;
- piano di posa rilevati;
- getti delle fondazioni (plinti, pozzi, ecc.);
- armature con materiali compositi fibrosi;
- iniezione cavi di precompressione;
- posa apparecchi d'appoggio e giunti;
- tesatura tiranti;
- getti definitivi in galleria.

Appendice B – Fasi Segnalate:

- demolizioni di strutture e fabbricati;
- campi di preconsolidamento in sotterraneo;
- getti delle elevazioni (pile, pulvini, impalcati, setti, ecc.);
- perforazione volata in avanzamento;
- pavimentazioni in conglomerato bituminoso.

3. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

3.1 Condizioni generali d'accettazione – prove di controllo

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo paragrafo titolante “Caratteristiche dei vari materiali”; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

In particolare per i materiali e prodotti per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE, al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della Marcatura CE, prevista dalla Direttiva 89/106/CEE “Prodotti da costruzione” (CPD), recepita in Italia dal DPR 21/04/1993, n.246, così come modificato dal DPR 10/12/1997, n. 499.

A tal proposito, si riporta in tabella A il riepilogo dei riferimenti delle norme armonizzate ai sensi della direttiva 89/106/CEE con l'indicazione dell' organismo europeo di normalizzazione, della data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata, della data di scadenza del periodo di coesistenza tra la norma armonizzata e la precedente specifica tecnica nazionale.

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

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori, la quale dovrà attenersi alle direttive di carattere generale o particolare eventualmente impartite dai competenti Uffici della Società.

L'accettazione dei materiali non è in ogni modo definitiva se non dopo che siano stati posti in opera e l'opera sia stata collaudata.

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

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, anche se non incluse nelle presenti Norme purché facenti riferimento ad una normativa in uso.

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

Le diverse prove ed esami sui campioni saranno effettuate presso i laboratori ufficiali specificati nell'art. 20 della Legge 5/11/1971 n. 1086; la Direzione Lavori potrà a suo giudizio, autorizzare l'esecuzione delle prove presso altri laboratori di sua fiducia.

Tabella A

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (³)
CEN	EN 40-4:2005 Pali per illuminazione pubblica — Parte 4: Requisiti per pali per illuminazione di calcestruzzo armato e precompresso	—	1.10.2006	1.10.2007
	EN 40-4:2005/AC:2006		1.1.2007	1.1.2007
CEN	EN 40-5:2002 Pali per illuminazione pubblica — Specifiche per pali per illuminazione pubblica di acciaio	—	1.2.2003	1.2.2005
CEN	EN 40-6:2002 Pali per illuminazione pubblica — Requisiti per pali per illuminazione pubblica di alluminio	—	1.2.2003	1.2.2005
CEN	EN 40-7:2002 Pali per illuminazione pubblica — Specifiche per pali per illuminazione pubblica di compositi polimerici fibrorinforzati	—	1.10.2003	1.10.2004
CEN	EN 54-3:2001 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Dispositivi sonori di allarme incendio	—	—	—
	EN 54-3:2001/A1:2002		1.4.2003	30.6.2005
	EN 54-3:2001/A2:2006		1.3.2007	1.6.2009

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (²)
CEN	EN 54-4:1997 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Apparecchiatura di alimentazione EN 54-4:1997/A1:2002 EN 54-4:1997/A2:2006 EN 54-4:1997/AC:1999	—	— 1.10.2003 1.6.2007 1.6.2005	 31.12.2007 1.6.2008 1.6.2005
CEN	EN 54-5:2000 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Rivelatori di calore — Rivelatori puntiformi EN 54-5:2000/A1:2002	—	— 1.4.2003	 30.6.2005
CEN	EN 54-7:2000 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Rivelatori di fumo — Rilevatori puntiformi funzionanti secondo il principio della diffusione della luce, della trasmissione della luce o della ionizzazione EN 54-7:2000/A1:2002 EN 54-7:2000/A2:2006	—	— 1.4.2003 1.5.2007	 30.6.2005 1.8.2009
CEN	EN 54-10:2002 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Rivelatori di fiamma — Rivelatori puntiformi EN 54-10:2002/A1:2005	—	1.9.2006 1.9.2006	1.9.2008 1.9.2008
CEN	EN 54-11:2001 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Punti di allarme manuali EN 54-11:2001/A1:2005	—	1.9.2006 1.9.2006	1.9.2008 1.9.2008
CEN	EN 54-12:2002 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Rivelatori di fumo — Rivelatori lineari che utilizzano un raggio ottico luminoso	—	1.10.2003	31.12.2005
CEN	EN 54-17:2005 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Parte 17: Isolatori di corto circuito	—	1.10.2006	1.12.2008
CEN	EN 54-18:2005 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Parte 18: Requisiti e metodi di prova per dispositivi di ingresso/uscita da utilizzare per percorsi di trasmissione di sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio	—	1.10.2006	1.12.2008

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (³)
CEN	EN 54-20:2006 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Parte 20: Rivelatori di fumo ad aspirazione	—	1.4.2007	1.7.2009
CEN	EN 54-21:2006 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Parte 21: Dispositivi di trasmissione dell'allarme e del segnale di guasto	—	1.3.2007	1.6.2009
CEN	EN 179:1997 Accessori per serramenti — Dispositivi per uscite di emergenza azionati mediante maniglia a leva o piastra a spinta — Requisiti e metodi di prova EN 179:1997/A1:2001 EN 179:1997/A1:2001/AC:2002	—	— 1.4.2002 1.6.2005	 1.4.2003 1.6.2005
CEN	EN 197-1:2000 Cemento — Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni EN 197-1:2000/A1:2004	—	1.4.2001 1.2.2005	1.4.2002 1.2.2006
CEN	EN 197-4:2004 Cemento — Parte 4: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi d'altoforno con bassa resistenza iniziale	—	1.2.2005	1.2.2006
CEN	EN 295-10:2005 Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami — Parte 10: Requisiti di prestazione	—	1.1.2006	1.1.2007
CEN	EN 413-1:2004 Cemento da muratura — Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità	—	1.12.2004	1.12.2005
CEN	EN 438-7:2005 Laminati decorativi ad alta pressione (HPL) — Pannelli a base di resine termoindurenti (generalmente chiamati laminati) — Parte 7: Laminati stratificati e pannelli compositi HPL per applicazioni su pareti interne ed esterne e su soffitti	—	1.11.2005	1.11.2006
CEN	EN 442-1:1995 Radiatori e convettori — Specifiche tecniche e requisiti EN 442-1:1995/A1:2003	—	— 1.12.2004	 1.12.2005

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (²)
CEN	EN 450-1:2005 Ceneri volanti per calcestruzzo — Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità	—	1.1.2006	1.1.2007
CEN	EN 459-1:2001 Calci da costruzione — Definizioni, specifiche e criteri di conformità	—	1.8.2002	1.8.2003
CEN	EN 490:2004 Tegole di calcestruzzo e relativi accessori per coperture e rivestimenti murari — Specifiche di prodotto	—	1.9.2005	1.6.2007
CEN	EN 492:2004 Lastre piane di fibrocemento e relativi accessori — Specifiche di prodotto e metodi di prova EN 492:2004/A1:2005 EN 492:2004/A2:2006	—	1.1.2006 1.1.2006 1.7.2007	1.1.2007 1.1.2007 1.7.2008
CEN	EN 494:2004 Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori — Specifiche di prodotto e metodi di prova EN 494:2004/A1:2005 EN 494:2004/A2:2006	—	1.1.2006 1.1.2006 1.7.2007	1.1.2008 1.1.2007 1.7.2008
CEN	EN 516:2006 Accessori prefabbricati per coperture — Installazioni per l'accesso al tetto — Passerelle, piani di camminamento e scalini posapiede	—	1.11.2006	1.11.2007
CEN	EN 517:2006 Accessori prefabbricati per coperture — Ganci di sicurezza da tetto	—	1.12.2006	1.12.2007
CEN	EN 520:2004 Lastre di gesso — Definizioni, specificazioni e metodi di prova	—	1.9.2005	1.3.2007
CEN	EN 523:2003 Guaine in fogli di acciaio per cavi di precompressione — Terminologia, prescrizioni, controllo della qualità	—	1.6.2004	1.6.2005
CEN	EN 534:2006 Lastre ondulate di betume — Specifica di prodotto e metodi di prova	—	1.4.2007	1.4.2008

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (³)
CEN	EN 544:2005 Tegole bituminose con supporti minerali e/o sintetici — Specifica di prodotto e metodi di prova	—	1.10.2006	1.10.2007
CEN	EN 572-9:2004 Vetro per edilizia — Prodotti di base di vetro di silicato sodio-calcico — Parte 9: Valutazione della conformità/Norma di prodotto	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 588-2:2001 Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico — Pozzetti e camere di ispezione	—	1.10.2002	1.10.2003
CEN	EN 671-1:2001 Sistemi fissi di estinzione incendi — Sistemi equipaggiati con tubazioni — Naspi antincendio con tubazioni semirigide EN 671-1:2001/AC:2002	—	1.2.2002 1.1.2007	1.4.2004 1.1.2007
CEN	EN 671-2:2001 Sistemi fissi di estinzione incendi — Sistemi equipaggiati con tubazioni — Idranti a muro con tubazioni flessibili EN 671-2:2001/A1:2004	—	1.2.2002 1.3.2007	1.4.2004 1.3.2008
CEN	EN 681-1:1996 Elementi di tenuta in elastomero — Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua — Gomma vulcanizzata EN 681-1:1996/A1:1998 EN 681-1:1996/A2:2002	—	— — 1.1.2003	 1.1.2004
CEN	EN 681-2:2000 Elementi di tenuta in elastomero — Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua — Elastomeri termoplastici EN 681-2:2000/A1:2002	—	— 1.1.2003	 1.1.2004
CEN	EN 681-3:2000 Elementi di tenuta in elastomero — Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua — Materiali cellulari di gomma vulcanizzata EN 681-3:2000/A1:2002	—	— 1.1.2003	 1.1.2004

Capitolato speciale d'appalto – Norme tecniche

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (³)
CEN	EN 681-4:2000 Elementi di tenuta in elastomero — Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua — Elementi di tenuta di poliuretano colato EN 681-4:2000/A1:2002	—	— 1.1.2003	1.1.2004
CEN	EN 682:2002 Elementi di tenuta in elastomero — Requisiti dei materiali elastomerici utilizzati in tubi e raccordi per il trasporto di gas e idrocarburi fluidi	—	1.10.2002	1.12.2003
CEN	EN 771-1:2003 Specifica per elementi per muratura — Elementi per muratura di laterizio EN 771-1:2003/A1:2005	—	(1.12.2004) 1.4.2005 1.4.2005	1.4.2006 1.4.2006
CEN	EN 771-2:2003 Specifica per elementi per muratura — Elementi di muratura di silicato di calcio EN 771-2:2003/A1:2005	EN 771-2:2000	(1.12.2004) 1.4.2005 1.4.2005	1.4.2006 1.4.2006
CEN	EN 771-3:2003 Specifica per elementi per muratura — Elementi per muratura di calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri) EN 771-3:2003/A1:2005	—	(1.12.2004) 1.4.2005 1.4.2005	1.4.2006 1.4.2006
CEN	EN 771-4:2003 Specifica per elementi per muratura — Elementi di muratura di calcestruzzo aerato autoclavato EN 771-4:2003/A1:2005	—	(1.12.2004) 1.4.2005 1.4.2005	1.4.2006 1.4.2006
CEN	EN 771-5:2003 Specifica per elementi per muratura — Elementi per muratura di pietra agglomerata EN 771-5:2003/A1:2005	—	(1.3.2005) 1.4.2005 1.4.2005	1.4.2006 1.4.2006
CEN	EN 771-6:2005 Specifica per elementi di muratura — Parte 6: Elementi di muratura di pietra naturale	—	1.8.2006	1.8.2007
CEN	EN 845-1:2003 Specifica per elementi complementari per muratura — Connettori trasversali, incatenamenti orizzontali, ganci e mensole di sostegno	—	1.2.2004	1.2.2005

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (³)
CEN	EN 845-2:2003 Specifica per elementi complementari per muratura — Specifica per elementi complementari per muratura	—	1.2.2004	1.4.2006
CEN	EN 845-3:2003 Specifica per elementi complementari per muratura — Armatura di acciaio per giunti orizzontali	—	1.2.2004	1.2.2005
CEN	EN 858-1:2002 Impianti di separazione per liquidi leggeri (ad esempio benzina e petrolio) — Principi di progettazione, prestazione e prove sul prodotto, marcatura e controllo qualità EN 858-1:2002/A1:2004	—	1.9.2005 1.9.2005	1.9.2006 1.9.2006
CEN	EN 934-2:2001 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione — Additivi per calcestruzzo — Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura EN 934-2:2001/A1:2004 EN 934-2:2001/A2:2005	—	1.5.2002 1.7.2005 1.10.2006	1.5.2003 1.7.2005 1.10.2007
CEN	EN 934-3:2003 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione — Additivi per malte per opere murarie — Parte 3: Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura EN 934-3:2003/AC:2005	—	1.6.2005 1.6.2005	1.6.2006 1.6.2005
CEN	EN 934-4:2001 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione — Additivi per malta per cavi di precompressione — Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura	—	1.5.2002	1.5.2003
CEN	EN 997:2003 Apparecchi sanitari — Vasi indipendenti e vasi abbinati a cassetta, con sifone integrato	—	1.12.2004	1.12.2006
CEN	EN 998-1:2003 Specifiche per malte per opere murarie — Malte per intonaci interni ed esterni EN 998-1:2003/AC:2005	—	1.2.2004 1.6.2006	1.2.2005 1.6.2006
CEN	EN 998-2:2003 Specifiche per malte per opere murarie — Malte da muratura	—	1.2.2004	1.2.2005

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (²)
CEN	EN 1057:2006 Rame e leghe di rame — Tubi di rame tondi senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento	—	1.3.2007	1.3.2008
CEN	EN 1096-4:2004 Vetro per edilizia — Vetri rivestiti — Parte 4: Valutazione della conformità/Norma di prodotto	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 1123-1:1999 Tubi e raccordi di tubi di acciaio rivestiti a caldo con saldatura longitudinale con giunto a bicchiere per sistemi di acque reflue — Requisiti, prove e controllo qualità EN 1123-1:1999/A1:2004	—	1.6.2005 1.6.2005	1.6.2006 1.6.2006
CEN	EN 1124-1:1999 Tubi e raccordi di acciaio inossidabile con saldatura longitudinale con giunto a bicchiere per sistemi di acque reflue — Requisiti, prove e controllo di qualità EN 1124-1:1999/A1:2004	—	1.6.2005 1.6.2005	1.6.2006 1.6.2006
CEN	EN 1125:1997 Accessori per serramenti — Dispositivi antipanico per uscite di sicurezza azionati mediante una barra orizzontale — Requisiti e metodi di prova EN 1125:1997/A1:2001 EN 1125:1997/A1:2001/AC:2002	—	— 1.4.2002 1.6.2005	 1.4.2003 1.6.2005
CEN	EN 1154:1996 Accessori per serramenti — Dispositivi di chiusura controllata delle porte — Requisiti e metodi di prova EN 1154:1996/A1:2002	—	— 1.10.2003	 1.10.2004
CEN	EN 1155:1997 Accessori per serramenti — Dispositivi elettromagnetici fermoporta per porte girevoli — Requisiti e metodi di prova EN 1155:1997/A1:2002	—	— 1.10.2003	 1.10.2004
CEN	EN 1158:1997 Accessori per serramenti — Dispositivi per il coordinamento della sequenza di chiusura delle porte — Requisiti e metodi di prova EN 1158:1997/A1:2002 EN 1158:1997/A1:2002/AC:2006	—	— 1.10.2003 1.6.2006	 1.10.2004 1.6.2006

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (²)
CEN	EN 1168:2005 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Pannelli alveolari	—	1.3.2006	1.3.2008
CEN	EN 1279-5:2005 Vetro per edilizia — Vetrate isolanti — Parte 5: Valutazione della conformità/norma di prodotto	—	1.3.2006	1.3.2007
CEN	EN 1304:2005 Tegole di laterizio per coperture discontinue — Definizioni e specifiche di prodotto	—	1.2.2006	1.2.2007
CEN	EN 1337-3:2005 Appoggi strutturali — Parte 3: Appoggi elastomerici	—	1.1.2006	1.1.2007
CEN	EN 1337-4:2004 Appoggi strutturali — Parte 4: Appoggi a rullo	—	1.2.2005	1.2.2006
CEN	EN 1337-5:2005 Appoggi strutturali — Parte 5: Appoggi a disco elastomerico	—	1.1.2006	1.1.2007
CEN	EN 1337-6:2004 Appoggi strutturali — Parte 6: Appoggi a contatto lineare	—	1.2.2005	1.2.2006
CEN	EN 1337-7:2004 Appoggi strutturali — Parte 7: Appoggi sferici e cilindrici di PTFE	EN 1337-7:2000	1.12.2004	1.6.2005
CEN	EN 1338:2003 Masselli di calcestruzzo per pavimentazione — Requisiti e metodi di prova EN 1338:2003/AC:2006	—	1.3.2004 1.1.2007	1.3.2005 1.1.2007
CEN	EN 1339:2003 Lastre di calcestruzzo per pavimentazione — Requisiti e metodi di prova EN 1339:2003/AC:2006	—	1.3.2004 1.1.2007	1.3.2005 1.1.2007
CEN	EN 1340:2003 Cordoli di calcestruzzo — Requisiti e metodi di prova EN 1340:2003/AC:2006	—	1.2.2004 1.1.2007	1.2.2005 1.1.2007

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (²)
CEN	EN 1341:2001 Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne — Requisiti e metodi di prova	—	1.10.2002	1.10.2003
CEN	EN 1342:2001 Cubetti di pietra naturale per pavimentazioni esterne — Requisiti e metodi di prova	—	1.10.2002	1.10.2003
CEN	EN 1343:2001 Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne — Requisiti e metodi di prova	—	1.10.2002	1.10.2003
CEN	EN 1344:2002 Elementi per pavimentazione di laterizio — Requisiti e metodi di prova	—	1.1.2003	1.1.2004
CEN	EN 1423:1997 Materiali per segnaletica orizzontale — Materiali da postspruzzare — Microsfere di vetro, granuli antiderapanti e loro miscele EN 1423:1997/A1:2003	—	— 1.5.2004	 1.5.2005
CEN	EN 1433:2002 Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni — Classificazione, requisiti di progettazione e di prova, marcatura e valutazione di conformità EN 1433:2002/A1:2005	—	1.8.2003 1.1.2006	1.8.2004 1.1.2006
CEN	EN 1457:1999 Camini — Condotti interni di terracotta/ceramica — Requisiti e metodi di prova EN 1457:1999/A1:2002 EN 1457:1999/AC:2006	—	— 1.8.2003 1.1.2007	 1.8.2004 1.1.2007
CEN	EN 1463-1:1997 Materiali per segnaletica orizzontale — Inserti stradali catarifrangenti — Requisiti delle prestazioni iniziali EN 1463-1:1997/A1:2003	—	— 1.12.2004	 1.12.2006
CEN	EN 1469:2004 Prodotti di pietra naturale — Lastre per rivestimenti — Requisiti	—	1.7.2005	1.7.2006

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (³)
CEN	EN 1504-2:2004 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo — Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità — Parte 2: Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo	—	1.9.2005	1.1.2009
CEN	EN 1504-3:2005 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo — Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità — Riparazione strutturale e non strutturale	—	1.10.2006	1.1.2009
CEN	EN 1504-4:2004 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo — Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità — Parte 4: Incollaggio strutturale	—	1.9.2005	1.1.2009
CEN	EN 1504-5:2004 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo — Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità — Parte 5: Iniezione del calcestruzzo	—	1.10.2005	1.1.2009
CEN	EN 1504-6:2006 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo — Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione di conformità — Parte 6: Ancoraggio dell'armatura di acciaio	—	1.6.2007	1.1.2009
CEN	EN 1504-7:2006 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo — Definizioni, requisiti, controllo e valutazione della conformità — Protezione contro la corrosione delle armature	—	1.6.2007	1.1.2009
CEN	EN 1520:2002 Componenti prefabbricati armati di calcestruzzo alleggerito con struttura aperta	—	1.9.2003	1.9.2004
CEN	EN 1748-1-2:2004 Vetro per edilizia — Prodotti di base speciali — Vetri borosilicati — Parte 1-2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 1748-2-2:2004 Vetro per edilizia — Prodotti di base speciali — Parte 2-2: Vetro ceramica — Valutazione della conformità/Norma di prodotto	—	1.9.2005	1.9.2006

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (²)
CEN	EN 1806:2006 Camini — Blocchi di laterizio/ceramica per camini a parete singola — Requisiti e metodi di prova	—	1.5.2007	1.5.2008
CEN	EN 1825-1:2004 Separatori di grassi — Parte 1: Principi di progettazione, prestazione e prove, marcatura e controllo qualità EN 1825-1:2004/AC:2006	—	1.9.2005 1.1.2007	1.9.2006 1.1.2007
CEN	EN 1856-1:2003 Camini — Requisiti per camini metallici — Parte 1: Prodotti per sistemi di camini EN 1856-1:2003/A1:2006	—	1.4.2004 1.3.2007	1.4.2005 1.3.2008
CEN	EN 1856-2:2004 Camini — prescrizioni per camini metallici — Parte 2: Canne fumarie metalliche e tubazioni di connessione	—	1.5.2005	1.11.2007
CEN	EN 1857:2003 Camini — Componenti — Condotti fumari di calcestruzzo EN 1857:2003/AC:2005	—	1.5.2004 1.6.2006	1.5.2005 1.6.2006
CEN	EN 1858:2003 Camini — Componenti — Blocchi di calcestruzzo	—	1.5.2004	1.5.2005
CEN	EN 1863-2:2004 Vetro per edilizia — Vetro di silicato sodio-calcico indurito termicamente — Parte 2: Valutazione della conformità/Norma di prodotto	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 1873:2005 Accessori prefabbricati per coperture — Cupole di materie plastiche — Specifica di prodotto e metodi di prova	—	1.10.2006	1.10.2009
CEN	EN 1916:2002 Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali EN 1916:2002/AC:2003	—	1.8.2003 1.1.2007	23.11.2004 1.1.2007

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (²)
CEN	EN 1917:2002 Pozzetti e camere di ispezione di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali EN 1917:2002/AC:2003	—	1.8.2003 1.1.2007	23.11.2004 1.1.2007
CEN	EN 1935:2002 Accessori per serramenti — Cerniere ad asse singolo — Requisiti e metodi di prova EN 1935:2002/AC:2003	—	1.10.2002 1.1.2007	1.12.2003 1.1.2007
CEN	EN 10025-1:2004 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali — Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 10210-1:2006 Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura	—	1.2.2007	1.2.2008
CEN	EN 10219-1:2006 Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate — Condizioni tecniche di fornitura	—	1.2.2007	1.2.2008
CEN	EN 10224:2002 Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi incluso l'acqua per il consumo umano — Condizioni tecniche di fornitura EN 10224:2002/A1:2005	—	1.4.2006 1.4.2006	1.4.2007 1.4.2007
CEN	EN 10311:2005 Giunzioni per la connessione di tubi e raccordi di acciaio per il trasporto di acqua e di altri liquidi acquosi	—	1.3.2006	1.3.2007
CEN	EN 10312:2002 Tubi saldati di acciaio inossidabile per il convogliamento di liquidi acquosi incluso l'acqua per il consumo umano — Condizioni tecniche di fornitura EN 10312:2002/A1:2005	—	1.4.2006 1.4.2006	1.4.2007 1.4.2007

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (²)
CEN	EN 12004:2001 Adesivi per piastrelle — Definizioni e specifiche EN 12004:2001/A1:2002 EN 12004:2001/A1:2002/AC:2002	—	— 1.4.2003 1.6.2005	 1.4.2004 1.6.2005
CEN	EN 12050-1:2001 Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri — Principi per costruzione e prove — Impianti di sollevamento per acque reflue contenenti materiale fecale	—	1.11.2001	1.11.2002
CEN	EN 12050-2:2000 Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri — Principi per costruzione e prove — Impianti di sollevamento per acque reflue prive di materiale fecale	—	1.10.2001	1.10.2002
CEN	EN 12050-3:2000 Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri — Principi per costruzione e prove — Impianti di sollevamento per acque reflue contenenti materiale fecale ad applicazione limitata	—	1.10.2001	1.10.2002
CEN	EN 12050-4:2000 Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri — Principi per costruzione e prove — Valvole di non-ritorno per acque reflue prive di materiale fecale e per acque reflue contenenti materiale fecale	—	1.10.2001	1.10.2002
CEN	EN 12057:2004 Prodotti di pietra naturale — Marmette modulari — Requisiti	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 12058:2004 Prodotti di pietra naturale — Lastre per pavimentazioni e per scale — Requisiti	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 12094-1:2003 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per dispositivi elettrici automatici di comando e gestione spegnimento e di ritardo	—	1.2.2004	1.5.2006
CEN	EN 12094-2:2003 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per dispositivi non elettrici automatici di comando e gestione spegnimento e di ritardo	—	1.2.2004	1.5.2006
CEN	EN 12094-3:2003 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per dispositivi manuali di azionamento e di bloccaggio	—	1.1.2004	1.9.2005

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (³)
CEN	EN 12094-4:2004 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Parte 4: Requisiti e metodi di prova per complesso valvola di scarica e rispettivi attuatori	—	1.5.2005	1.8.2007
CEN	EN 12094-5:2006 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per valvole direzionali e loro attuatori per sistemi a CO ₂ in alta e bassa pressione	EN 12094-5:2000	1.2.2007	1.2.2008
CEN	EN 12094-6:2006 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per dispositivi non elettrici di messa fuori servizio per sistemi a CO ₂	EN 12094-6:2000	1.2.2007	1.2.2008
CEN	EN 12094-7:2000 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per ugelli per sistemi a CO ₂ EN 12094-7:2000/A1:2005	—	1.10.2001 1.11.2005	1.4.2004 1.11.2006
CEN	EN 12094-8:2006 Installazioni fisse antincendio — Componenti per sistemi a CO ₂ — Parte 8: Requisiti e metodi di prova per raccordi flessibili	—	1.2.2007	1.5.2009
CEN	EN 12094-9:2003 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per rivelatori di incendio speciali	—	1.1.2004	1.9.2005
CEN	EN 12094-10:2003 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per manometri e pressostati	—	1.2.2004	1.5.2006
CEN	EN 12094-11:2003 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per dispositivi di pesatura meccanici	—	1.1.2004	1.9.2005
CEN	EN 12094-12:2003 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per dispositivi di allarme pneumatici	—	1.1.2004	1.9.2005

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (²)
CEN	EN 12094-13:2001 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per valvole di ritegno e valvole di non ritorno	—	1.1.2002	1.4.2004
CEN	EN 12101-1:2005 Sistemi per il controllo di fumo e calore — Parte 1: Specificazioni per le barriere antifumo EN 12101-1:2005/A1:2006	—	1.6.2006 1.12.2006	1.9.2008 1.9.2008
CEN	EN 12101-2:2003 Sistemi per il controllo di fumo e calore — Parte 2: Specifiche per gli evacuatori naturali di fumo e calore	—	1.4.2004	1.9.2006
CEN	EN 12101-3:2002 Sistemi per il controllo di fumo e calore — Specifiche per gli evacuatori forzati di fumo e calore EN 12101-3:2002/AC:2005	—	1.4.2004 1.1.2006	1.4.2005 1.1.2006
CEN	EN 12101-6:2005 Sistemi per il controllo di fumo e calore — Parte 6: Sistemi di controllo del fumo per differenza di pressione — Kit EN 12101-6:2005/AC:2006	—	1.4.2006 1.1.2007	1.4.2007 1.1.2007
CEN	EN 12101-10:2005 Sistemi per il controllo di fumo e calore — Parte 10: Alimentazioni	—	1.10.2006	1.1.2009
CEN	EN 12150-2:2004 Vetro per edilizia — Vetro di silicato sodio-calcico di sicurezza temprato termicamente — Parte 2: Valutazione di conformità/ Norma di prodotto	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 12209:2003 Accessori per serramenti — Serrature e chiavistelli — Serrature azionate meccanicamente, chiavistelli e piastre di bloccaggio — Requisiti e metodi di prova EN 12209:2003/AC:2005	—	1.12.2004 1.6.2006	1.6.2006 1.6.2006
CEN	EN 12259-1:1999 + A1:2001 Installazioni fisse antincendio — Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua — Sprinklers EN 12259-1:1999 + A1:2001/A2:2004 EN 12259-1:1999 + A1:2001/A3:2006	—	1.4.2002 1.3.2005 1.11.2006	1.9.2005 1.3.2006 1.11.2007

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (³)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (²)
CEN	EN 12259-2:1999 Installazioni fisse antincendio — Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo di acqua — Valvole di allarme idraulico EN 12259-2:1999/A1:2001 EN 12259-2:1999/A2:2005 EN 12259-2:1999/AC:2002	—	— 1.1.2002 1.9.2006 1.6.2005	 1.8.2007 1.8.2007 1.6.2005
CEN	EN 12259-3:2000 Installazioni fisse antincendio — Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua — Valvole d'allarme a secco EN 12259-3:2000/A1:2001 EN 12259-3:2000/A2:2005	—	— 1.1.2002 1.9.2006	 1.8.2007 1.8.2007
CEN	EN 12259-4:2000 Installazioni fisse antincendio — Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua — Allarmi a motore ad acqua EN 12259-4:2000/A1:2001	—	— 1.1.2002	 1.4.2004
CEN	EN 12259-5:2002 Installazioni fisse antincendio — Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua — Indicatori di flusso	—	1.7.2003	1.9.2005
CEN	EN 12285-2:2005 Serbatoi di acciaio prefabbricati — Parte 2: Serbatoi orizzontali cilindrici a singola e a doppia parete per depositi fuori-terra di liquidi infiammabili e non infiammabili che possono inquinare l'acqua	—	1.1.2006	1.1.2008
CEN	EN 12326-1:2004 Ardesia e prodotti di pietra per coperture discontinue e rivestimenti — Parte 1: Specifiche di prodotto	—	1.5.2005	1.5.2008
CEN	EN 12337-2:2004 Vetro per edilizia — Vetro di silicato sodio-calcico indurito chimicamente — Parte 2: Valutazione della conformità/Norma di prodotto	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 12352:2006 Attrezzatura per il controllo del traffico — Dispositivi luminosi di pericolo e di sicurezza	—	1.2.2007	1.2.2008

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (²)
CEN	EN 12368:2006 Attrezzatura per il controllo del traffico — Lanterne semaforiche	—	1.2.2007	1.2.2008
CEN	EN 12380:2002 Valvole di ingresso aria per sistemi di scarico — Requisiti, metodi di prova e valutazione di conformità	—	1.10.2003	1.10.2004
CEN	EN 12416-1:2001 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Sistemi a polvere — Requisiti e metodi di prova per componenti EN 12416-1:2001/A1:2004	—	1.1.2002 1.6.2005	1.4.2004 1.6.2005
CEN	EN 12416-2:2001 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Sistemi a polvere — Progettazione, costruzione e manutenzione	—	1.4.2002	1.4.2004
CEN	EN 12446:2003 Camini — Componenti — Elementi esterni di calcestruzzo	—	1.2.2004	1.2.2005
CEN	EN 12467:2004 Lastre piane di fibrocemento — Specifica di prodotto e metodi di prova EN 12467:2004/A1:2005 EN 12467:2004/A2:2006	—	1.1.2006 1.1.2006 1.7.2007	1.1.2007 1.1.2007 1.7.2008
CEN	EN 12566-1:2000 Piccoli sistemi di trattamento delle acque reflue fino a 50 PT — Fosse settiche prefabbricate EN 12566-1:2000/A1:2003	—	— 1.12.2004	— 1.12.2005
CEN	EN 12566-3:2005 Piccoli sistemi di trattamento delle acque reflue fino a 50 PT — Parte 3: Impianti di trattamento delle acque reflue domestiche assemblati in fabbrica e/o in sito	—	1.5.2006	1.7.2008
CEN	EN 12620:2002 Aggregati per calcestruzzo	—	1.7.2003	1.6.2004
CEN	EN 12676-1:2000 Dispositivi anti-abbagliamento per strade — Prestazioni e caratteristiche EN 12676-1:2000/A1:2003	—	— 1.2.2004	— 1.2.2006

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (³)
CEN	EN 12764:2004 Apparecchi sanitari — Specifica per bagni idromassaggio	—	1.10.2005	1.10.2007
CEN	EN 12794:2005 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Pali di fondazione	—	1.1.2006	1.1.2008
CEN	EN 12809:2001 Caldaie per riscaldamento domestico, indipendenti, a combustibile solido — Potenza termica nominale non maggiore di 50 kW — Requisiti e metodi di prova EN 12809:2001/A1:2004 EN 12809:2001/AC:2006 EN 12809:2001/A1:2004/AC:2006	—	1.7.2005 1.7.2005 1.1.2007 1.1.2007	1.7.2007 1.7.2007 1.1.2007 1.1.2007
CEN	EN 12815:2001 Termocucine a combustibile solido — Requisiti e metodi di prova EN 12815:2001/A1:2004 EN 12815:2001/AC:2006 EN 12815:2001/A1:2004/AC:2006	—	1.7.2005 1.7.2005 1.1.2007 1.1.2007	1.7.2007 1.7.2007 1.1.2007 1.1.2007
CEN	EN 12839:2001 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Elementi per recinzioni	—	1.3.2002	1.3.2003
CEN	EN 12843:2004 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Antenne e pali	—	1.9.2005	1.9.2007
CEN	EN 12859:2001 Blocchi di gesso — Definizioni, requisiti e metodi di prova EN 12859:2001/A1:2004	—	1.4.2002 1.6.2005	1.4.2003 1.6.2005
CEN	EN 12860:2001 Adesivi a base di gesso per blocchi di gesso — Definizioni, requisiti e metodi di prova	—	1.4.2002	1.4.2003
CEN	EN 12878:2005 Pigmenti per la colorazione di materiali da costruzione a base di cemento e/o calce — Specifiche e metodi di prova EN 12878:2005/AC:2006	—	1.3.2006 1.1.2007	1.3.2007 1.1.2007

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (²)
CEN	EN 12951:2004 Accessori prefabbricati per coperture — Scale permanentemente fissate per coperture — Specifica di prodotto e metodi di prova	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 12966-1:2005 Segnaletica verticale per il traffico stradale — Pannelli a messaggio variabile — Parte 1: Norma di prodotto	—	1.2.2006	1.2.2007
CEN	EN 13024-2:2004 Vetro per edilizia — Vetro di borosilicato di sicurezza temprato termicamente — Parte 2: Valutazione della conformità/Norma di prodotto	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 13043:2002 Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico EN 13043:2002/AC:2004	—	1.7.2003 1.6.2006	1.6.2004 1.6.2006
CEN	EN 13055-1:2002 Aggregati leggeri — Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione	—	1.3.2003	1.6.2004
CEN	EN 13055-2:2004 Aggregati leggeri — Parte 2: Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati	—	1.5.2005	1.5.2006
CEN	EN 13063-1:2005 Camini — Camini sistema con condotti di terracotta/ceramica — Parte 1: Requisiti e metodi di prova per la resistenza al fuoco da fuliggine	—	1.10.2006	1.10.2008
CEN	EN 13063-2:2005 Camini — Sistemi di camini con condotti di terracotta/ceramica — Parte 2: Requisiti e metodi di prova in condizioni umide	—	1.3.2006	1.3.2007
CEN	EN 13069:2005 Camini — Pareti esterne di laterizio/ceramica per sistemi di canne fumarie — Requisiti e metodi di prova	—	1.5.2006	1.5.2007
CEN	EN 13084-5:2005 Camini industriali strutturalmente indipendenti — Parte 5: Materiali per pareti interne di mattoni — Specifiche di prodotto EN 13084-5:2005/AC:2006	—	1.4.2006 1.1.2007	1.4.2007 1.1.2007

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (³)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (²)
CEN	EN 13084-7:2005 Camini strutturalmente indipendenti — Parte 7: Specifiche di prodotto applicabili ad elementi cilindrici di acciaio da utilizzare per camini di acciaio a parete singola e per pareti interne di acciaio	—	1.8.2006	1.8.2007
CEN	EN 13101:2002 Gradini per camere di ispezione sotterranee — Requisiti, marcatura, prove e valutazione di conformità	—	1.8.2003	1.8.2004
CEN	EN 13108-1:2006 Miscele bituminose — Specifiche del materiale — Parte 1: Conglomerato bituminoso prodotto a caldo	—	1.3.2007	1.3.2008
CEN	EN 13108-2:2006 Miscele bituminose — Specifiche del materiale — Parte 2: Conglomerato bituminoso per strati molto sottili	—	1.3.2007	1.3.2008
CEN	EN 13108-3:2006 Miscele bituminose — Specifiche del materiale — Parte 3: Conglomerato con bitume molto tenero	—	1.3.2007	1.3.2008
CEN	EN 13108-4:2006 Miscele bituminose — Specifiche del materiale — Parte 4: Conglomerato bituminoso chiodato	—	1.3.2007	1.3.2008
CEN	EN 13108-5:2006 Miscele bituminose — Specifiche del materiale — Parte 5: Conglomerato bituminoso antisdrucchiolo chiuso	—	1.3.2007	1.3.2008
CEN	EN 13108-6:2006 Miscele bituminose — Specifiche del materiale — Parte 6: Asfalto colato	—	1.3.2007	1.3.2008
CEN	EN 13108-7:2006 Miscele bituminose — Specifiche del materiale — Parte 7: Conglomerato bituminoso ad elevato tenore di vuoti	—	1.3.2007	1.3.2008
CEN	EN 13139:2002 Aggregati per malta	—	1.3.2003	1.6.2004
CEN	EN 13160-1:2003 Sistemi di rivelazione delle perdite — Principi generali	—	1.3.2004	1.3.2005

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (³)
CEN	EN 13162:2001 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di lana minerale ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13162:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13163:2001 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di polistirene espanso ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13163:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13164:2001 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di polistirene espanso estruso ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13164:2001/A1:2004		1.12.2004	1.12.2004
	EN 13164:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13165:2001 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di poliuretano espanso rigido ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13165:2001/A1:2004	—	1.12.2004	1.12.2004
	EN 13165:2001/A2:2004		1.1.2006	1.1.2007
	EN 13165:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13166:2001 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di resine fenoliche espanse ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13166:2001/A1:2004	—	1.12.2004	1.12.2004
	EN 13166:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13167:2001 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di vetro cellulare ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13167:2001/A1:2004	—	1.12.2004	1.12.2004
	EN 13167:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (³)
CEN	EN 13168:2001 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di lana di legno ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13168:2001/A1:2004	—	1.12.2004	1.12.2004
	EN 13168:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13169:2001 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di perlite espansa ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13169:2001/A1:2004	—	1.12.2004	1.12.2004
	EN 13169:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13170:2001 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di sughero espanso ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13170:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13171:2001 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di fibre di legno ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13171:2001/A1:2004	—	1.12.2004	1.12.2004
	EN 13171:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13224:2004 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Elementi nervati per pavimentazioni	—	1.9.2005	1.9.2007
	EN 13224:2004/AC:2005		1.6.2005	1.6.2005
CEN	EN 13225:2004 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Elementi strutturali lineari	—	1.9.2005	1.9.2007
CEN	EN 13229:2001 Termocaminetti e caminetti aperti, a combustibile solido — Requisiti e metodi di prova	—	1.7.2005	1.7.2007
	EN 13229:2001/A1:2003		1.6.2006	1.6.2007
	EN 13229:2001/A2:2004		1.7.2005	1.7.2007
	EN 13229:2001/AC:2006		1.1.2007	1.1.2007
	EN 13229:2001/A2:2004/AC:2006		1.1.2007	1.1.2007

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (³)
CEN	EN 13240:2001 Stufe a combustibile solido — Requisiti e metodi di prova	—	1.7.2005	1.7.2007
	EN 13240:2001/A2:2004		1.7.2005	1.7.2007
	EN 13240:2001/AC:2006		1.1.2007	1.1.2007
	EN 13240:2001/A2:2004/AC:2006		1.1.2007	1.1.2007
CEN	EN 13241-1:2003 Porte e cancelli industriali, commerciali e da garage — Norma di prodotto — Prodotti senza caratteristiche di resistenza al fuoco o controllo del fumo	—	1.5.2004	1.5.2005
CEN	EN 13242:2002 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade	—	1.10.2003	1.6.2004
	EN 13242:2002/AC:2004		1.1.2007	1.1.2007
CEN	EN 13249:2000 Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico (escluse ferrovie e l'inclusione in conglomerati bituminosi)	—	1.10.2001	1.10.2002
	EN 13249:2000/A1:2005		1.11.2005	1.11.2006
CEN	EN 13250:2000 Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di ferrovie	—	1.10.2001	1.10.2002
	EN 13250:2000/A1:2005		1.6.2006	1.6.2007
CEN	EN 13251:2000 Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego nelle costruzioni di terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno	—	1.10.2001	1.10.2002
	EN 13251:2000/A1:2005		1.6.2006	1.6.2007
CEN	EN 13252:2000 Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego nei sistemi drenanti	—	1.10.2001	1.10.2002
	EN 13252:2000/A1:2005		1.6.2006	1.6.2007

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (³)
CEN	EN 13253:2000 Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego nelle opere di controllo dell'erosione (protezione delle coste, rivestimenti di sponda) EN 13253:2000/A1:2005	—	1.10.2001 1.6.2006	1.10.2002 1.6.2007
CEN	EN 13254:2000 Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di bacini e dighe EN 13254:2000/A1:2005 EN 13254:2000/AC:2003	—	1.10.2001 1.6.2006 1.6.2006	1.10.2002 1.6.2007 1.6.2006
CEN	EN 13255:2000 Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di canali EN 13255:2000/A1:2005 EN 13255:2000/AC:2003	—	1.10.2001 1.6.2006 1.6.2006	1.10.2002 1.6.2007 1.6.2006
CEN	EN 13256:2000 Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di gallerie e strutture in sotterraneo EN 13256:2000/A1:2005 EN 13256:2000/AC:2003	—	1.10.2001 1.6.2006 1.6.2006	1.10.2002 1.6.2007 1.6.2006
CEN	EN 13257:2000 Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego in discariche per rifiuti solidi EN 13257:2000/A1:2005 EN 13257:2000/AC:2003	—	1.10.2001 1.6.2006 1.6.2006	1.10.2002 1.6.2007 1.6.2006
CEN	EN 13263-1:2005 Fumi di silice — Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità	—	1.4.2006	1.4.2007

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (³)
CEN	EN 13265:2000	—	1.10.2001	1.10.2002
	Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego nei progetti di contenimento di rifiuti liquidi			
	EN 13265:2000/A1:2005		1.6.2006	1.6.2007
	EN 13265:2000/AC:2003		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13279-1:2005	—	1.4.2006	1.4.2007
	Leganti e intonaci a base di gesso — Parte 1: Definizioni e requisiti			
CEN	EN 13310:2003	—	1.2.2004	1.2.2006
	Lavelli da cucina — Requisiti funzionali e metodi di prova			
CEN	EN 13341:2005	—	1.1.2006	1.1.2009
	Serbatoi statici di materiale termoplastico per immagazzinaggio fuori terra di oli combustibili domestici, cherosene e gasolio — Serbatoi di polietilene fabbricati per soffiaggio (blow moulded), di polietilene fabbricati per stampaggio rotazionale e di poliammide 6 fabbricati tramite polimerizzazione anionica — Requisiti e metodi di prova			
CEN	EN 13361:2004	—	1.9.2005	1.9.2006
	Geosintetici con funzione barriera — Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di bacini e dighe			
	EN 13361:2004/A1:2006		1.6.2007	1.6.2008
CEN	EN 13362:2005	—	1.2.2006	1.2.2007
	Geosintetici con funzione barriera — Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di canali			
CEN	EN 13383-1:2002	—	1.3.2003	1.6.2004
	Aggregati per opere di protezione (armourstone) — Specifiche			
CEN	EN 13450:2002	—	1.10.2003	1.6.2004
	Aggregati per massicciate per ferrovie			
	EN 13450:2002/AC:2004		1.1.2007	1.1.2007
CEN	EN 13454-1:2004	—	1.7.2005	1.7.2006
	Leganti, leganti compositi e miscele realizzate in fabbrica per massetti a base di solfato di calcio — Parte 1: Definizioni e requisiti			

Capitolato speciale d'appalto – Norme tecniche

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (³)
CEN	EN 13479:2004 Materiali di apporto per saldatura — Norma di prodotto generale per i metalli di apporto e i flussi utilizzati nella saldatura per fusione dei materiali metallici	—	1.10.2005	1.10.2006
CEN	EN 13491:2004 Geosintetici con funzione barriera — Caratteristiche richieste per l'impiego come barriere ai fluidi nella costruzione di gallerie e strutture in sotterraneo EN 13491:2004/A1:2006	—	1.9.2005 1.6.2007	1.9.2006 1.6.2008
CEN	EN 13492:2004 Geosintetici con funzione barriera — Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di discariche per smaltimento, di opere di trasferimento o di contenimento secondario di rifiuti liquidi EN 13492:2004/A1:2006	—	1.9.2005 1.6.2007	1.9.2006 1.6.2008
CEN	EN 13493:2005 Geosintetici con funzione barriera — Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di discariche per accumulo e smaltimento di rifiuti solidi	—	1.3.2006	1.3.2007
CEN	EN 13502:2002 Camini — Requisiti e metodi di prova per terminali di terracotta/ceramica	—	1.8.2003	1.8.2004
CEN	EN 13561:2004 Tende esterne — Requisiti prestazionali compresa la sicurezza	—	1.3.2005	1.3.2006
CEN	EN 13564-1:2002 Dispositivi anti-allagamento per edifici — Requisiti	—	1.5.2003	1.5.2004
CEN	EN 13565-1:2003 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Sistemi a schiuma — Requisiti e metodi di prova per componenti	—	1.12.2004	1.3.2008
CEN	EN 13616:2004 Dispositivi di troppopieno per serbatoi statici per combustibili liquidi derivati dal petrolio EN 13616:2004/AC:2006	—	1.5.2005 1.6.2006	1.5.2006 1.6.2006
CEN	EN 13658-1:2005 Profili e bordi di metallo — Definizioni, requisiti e metodi di prova — Parte 1: Intonaco per interno	—	1.3.2006	1.3.2007

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (³)
CEN	EN 13658-2:2005 Profili e bordi di metallo — Definizioni, requisiti e metodi di prova — Parte 2: Intonaco per esterno	—	1.3.2006	1.3.2007
CEN	EN 13659:2004 Chiusure oscuranti — Requisiti prestazionali compresa la sicurezza	—	1.4.2005	1.4.2006
CEN	EN 13693:2004 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Elementi speciali per coperture	—	1.6.2005	1.6.2007
CEN	EN 13707:2004 Membrane flessibili per impermeabilizzazione — Membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di coperture — Definizioni e caratteristiche	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 13747:2005 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Lastre per solai	—	1.5.2006	1.5.2008
CEN	EN 13748-1:2004 Piastrille di graniglia — Parte 1: Piastrille di graniglia per uso interno EN 13748-1:2004/A1:2005 EN 13748-1:2004/AC:2005	—	1.6.2005 1.4.2006 1.6.2005	1.10.2006 1.10.2006 1.6.2005
CEN	EN 13748-2:2004 Piastrille di graniglia — Parte 2: Piastrille di graniglia per uso esterno	—	1.4.2005	1.4.2006
CEN	EN 13813:2002 Massetti e materiali per massetti — Materiali per massetti — Proprietà e requisiti	—	1.8.2003	1.8.2004
CEN	EN 13815:2006 Intonaco a base di gesso rinforzato con fibre — Definizioni, requisiti e metodi di prova	—	1.6.2007	1.6.2008
CEN	EN 13830:2003 Facciate continue — Norma di prodotto	—	1.12.2004	1.12.2005
CEN	EN 13859-1:2005 Membrane flessibili per impermeabilizzazione — Definizioni e caratteristiche dei sottostrati — Parte 1: Sottostrati per coperture discontinue	—	1.1.2006	1.1.2007

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (²)
CEN	EN 13859-2:2004 Membrane flessibili per impermeabilizzazione — Definizioni e caratteristiche dei sottostrati — Parte 2: Sottostrati murari	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 13877-3:2004 Pavimentazioni a base di calcestruzzo — Parte 3: Specifiche per elementi di collegamento da utilizzare nelle pavimentazioni a base di calcestruzzo	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 13950:2005 Lastre di gesso rivestito accoppiate con pannelli isolanti termo/acustici — Definizioni, requisiti e metodi di prova	—	1.9.2006	1.9.2007
CEN	EN 13956:2005 Membrane flessibili per l'impermeabilizzazione di coperture — Membrane di materia plastica o gomma per l'impermeabilizzazione di coperture — Definizioni e caratteristiche EN 13956:2005/AC:2006	—	1.7.2006 1.1.2007	1.7.2007 1.1.2007
CEN	EN 13963:2005 Materiali di giunzione per lastre di gesso — Definizioni, requisiti e metodi di prova EN 13963:2005/AC:2006	—	1.3.2006 1.1.2007	1.3.2007 1.1.2007
CEN	EN 13964:2004 Controsoffitti — Requisiti e metodi di prova	—	1.1.2005	1.7.2007
CEN	EN 13967:2004 Membrane flessibili per impermeabilizzazione — Membrane di materiale plastico e di gomma impermeabili all'umidità incluse membrane di materiale plastico e di gomma destinate ad impedire la risalita di umidità dal suolo — Definizioni e caratteristiche	—	1.10.2005	1.10.2006
CEN	EN 13969:2004 Membrane flessibili per impermeabilizzazione — Membrane bituminose destinate ad impedire la risalita di umidità dal suolo — Definizioni e caratteristiche	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 13970:2004 Membrane flessibili per impermeabilizzazione — Strati bituminosi per il controllo del vapore — Definizioni e caratteristiche	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 13978-1:2005 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Garage prefabbricati di calcestruzzo — Parte 1: Requisiti per garage di calcestruzzo armato realizzati con elementi monolitici o composti da sezioni individuali con dimensioni di un modulo	—	1.3.2006	1.3.2008

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (²)
CEN	EN 13984:2004 Membrane flessibili per impermeabilizzazione — Strati di plastica e di gomma per il controllo del vapore — Definizioni e caratteristiche	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 13986:2004 Pannelli a base di legno per l'utilizzo nelle costruzioni — Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura	EN 13986:2002	1.6.2005	1.6.2006
CEN	EN 14016-1:2004 Leganti per massetti a base di magnesite — Magnesia caustica e cloruro di magnesio — Definizioni, requisiti	—	1.12.2004	1.12.2005
CEN	EN 14037-1:2003 Strisce radianti a soffitto alimentate con acqua a temperatura minore di 120 C — Parte 1: Specifiche tecniche e requisiti	—	1.2.2004	1.2.2005
CEN	EN 14041:2004 Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni — Caratteristiche essenziali EN 14041:2004/AC:2006	—	(1.6.2005) 1.1.2006 1.1.2007	1.1.2007 1.1.2007
CEN	EN 14063-1:2004 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di aggregati leggeri di argilla espansa realizzati in situ — Parte 1: Specifiche per i prodotti sfusi prima della messa in opera	—	1.6.2005	1.6.2006
CEN	EN 14080:2005 Strutture di legno — Legno lamellare incollato — Requisiti	—	1.4.2006	1.4.2009
CEN	EN 14081-1:2005 Strutture di legno — Legno strutturale con sezione trasversale rettangolare, classificato secondo la resistenza meccanica — Parte 1: Requisiti generali	—	1.9.2006	1.9.2007
CEN	EN 14178-2:2004 Vetro per edilizia — Prodotti di base di vetro a matrice alcalina — Parte 2: Valutazione della conformità/Norma di prodotto	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 14179-2:2005 Vetro per edilizia — Vetro di sicurezza di silicato sodio-calcico temprato termicamente e sottoposto ad heat soak test — Parte 2: Valutazione della conformità/norma di prodotto	—	1.3.2006	1.3.2007
CEN	EN 14188-1:2004 Filler e materiali per la sigillatura dei giunti — Parte 1: Specifiche per materiali per la sigillatura applicati a caldo	—	1.7.2005	1.1.2007

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (³)
CEN	EN 14188-2:2004 Filler e materiali per la sigillatura dei giunti — Parte 2: Specifiche per materiali per la sigillatura applicati a freddo	—	1.10.2005	1.1.2007
CEN	EN 14188-3:2006 Filler e materiali per la sigillatura dei giunti — Parte 3: Specifiche per materiali per la sigillatura di giunti preformati	—	1.11.2006	1.11.2007
CEN	EN 14190:2005 Prodotti di trasformazione secondaria di lastre di gesso — Definizioni, specificazioni e metodi di prova	—	1.4.2006	1.4.2007
CEN	EN 14195:2005 Componenti di intelaiature metalliche per sistemi a pannelli di gesso — Definizioni, requisiti e metodi di prova EN 14195:2005/AC:2006	—	1.1.2006 1.1.2007	1.1.2007 1.1.2007
CEN	EN 14209:2005 Cornici di gesso sagomate — Definizioni, requisiti e metodi di prova	—	1.9.2006	1.9.2007
CEN	EN 14216:2004 Cemento — Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi speciali a calore di idratazione molto basso	—	1.2.2005	1.2.2006
CEN	EN 14246:2006 Elementi di gesso per controsoffitti — Definizioni, requisiti e metodi di prova	—	1.4.2007	1.4.2008
CEN	EN 14250:2004 Strutture di legno — Requisiti di prodotto per elementi strutturali prefabbricati assemblati con elementi di collegamento di lamiera metallica punzonata	—	1.9.2005	1.6.2008
CEN	EN 14296:2005 Apparecchi sanitari — Lavabi a canale	—	1.3.2006	1.3.2008
CEN	EN 14316-1:2004 Isolanti termici per edilizia — Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di perlite espansa (EP) — Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera	—	1.6.2005	1.6.2006

Capitolato speciale d'appalto – Norme tecniche

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (³)
CEN	EN 14317-1:2004 Isolanti termici per edilizia — Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di vermiculite espansa (EV) — Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera	—	1.6.2005	1.6.2006
CEN	EN 14321-2:2005 Vetro per edilizia — Vetro di silicato alcalino di sicurezza temprato termicamente — Parte 2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto	—	1.6.2006	1.6.2007
CEN	EN 14339:2005 Idranti interrati, cassette e coperchi di superficie	—	1.5.2006	1.5.2007
CEN	EN 14342:2005 Pavimentazioni di legno — Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura	—	1.3.2006	1.3.2008
CEN	EN 14351-1:2006 Finestre e porte pedonali — Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali — Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e tenuta al fumo	—	1.2.2007	1.2.2009
CEN	EN 14374:2004 Strutture di legno — LVL — Requisiti	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 14384:2005 Idrante a pilastro	—	1.5.2006	1.5.2007
CEN	EN 14388:2005 Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale — Specifiche	—	1.5.2006	1.5.2007
CEN	EN 14396:2004 Gradini fissi per pozzetti di ispezione	—	1.12.2004	1.12.2005
CEN	EN 14399-1:2005 Elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico — Parte 1: Requisiti generali	—	1.1.2006	1.10.2007
CEN	EN 14411:2003 Piastrille di ceramica — Definizioni, classificazione, caratteristiche e marcatura (ISO 13006:1998 modificata)	—	1.12.2004	1.12.2005
CEN	EN 14428:2004 Pareti doccia — Requisiti funzionali e metodi di prova	—	1.9.2005	1.9.2007

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (²)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (²)
CEN	EN 14449:2005 Vetro per edilizia — Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza — Valutazione della conformità/norma di prodotto EN 14449:2005/AC:2005	—	1.3.2006 1.6.2006	1.3.2007 1.6.2006
CEN	EN 14471:2005 Camini — Sistemi di condotti fumari plastici — Requisiti e metodi di prova	—	1.6.2006	1.6.2007
CEN	EN 14496:2005 Adesivi a base di gesso per pannelli accoppiati termo/acustici e lastre di gesso rivestito — Definizioni, requisiti e metodi di prova	—	1.9.2006	1.9.2007
CEN	EN 14528:2005 Bidè — Requisiti funzionali e metodi di prova	—	1.10.2006	1.10.2008
CEN	EN 14604:2005 Rivelatori di fumo autonomi	—	1.5.2006	1.8.2008
CEN	EN 14647:2005 Cementi alluminosi — Composizione, specificazioni e criteri di conformità	—	1.8.2006	1.8.2007
CEN	EN 14716:2004 Plafoni in tensione — Requisiti e metodi di prova	—	1.10.2005	1.10.2006
CEN	EN 14782:2006 Lastre metalliche autoportanti per coperture e per rivestimenti murari esterni e interni — Specifica di prodotto e requisiti	—	1.11.2006	1.11.2007
CEN	EN 14783:2006 Lastre e bande metalliche totalmente supportate per coperture, rivestimenti esterni e interni — Specifica di prodotto e requisiti	—	1.7.2007	1.7.2008
CEN	EN 14844:2006 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Elementi scatoari	—	1.5.2007	1.5.2008
CEN	EN 14889-1:2006 Fibre per calcestruzzo — Parte 1: Fibre di acciaio — Definizioni, specificazioni e conformità	—	1.6.2007	1.6.2008

Organismo europeo di normalizzazione: (¹)	Riferimento e titolo della norma (³)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (²)
CEN	EN 14889-2:2006 Fibre per calcestruzzo — Parte 2: Fibre polimeriche — Definizioni, specificazioni e conformità	—	1.6.2007	1.6.2008
CEN	EN 14904:2006 Superfici per aree sportive — Specifiche per superfici per interni per uso multi-sport	—	1.2.2007	1.2.2008
CEN	EN 14909:2006 Membrane flessibili per impermeabilizzazione — Membrane di materiale plastico e di gomma impermeabile all'umidità — Definizioni e caratteristiche	—	1.2.2007	1.2.2008
CEN	EN 14915:2006 Rivestimenti interni ed esterni di pareti con elementi di legno massiccio — Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura	—	1.6.2007	1.6.2008
CEN	EN 14967:2006 Membrane flessibili per impermeabilizzazione — Membrane bituminose per muratura destinate ad impedire la risalita di umidità — Definizioni e caratteristiche	—	1.3.2007	1.3.2008
CEN	EN 15088:2005 Alluminio e leghe di alluminio — Prodotti strutturali per impieghi nelle costruzioni — Condizioni tecniche di controllo e fornitura	—	1.10.2006	1.10.2007

(¹) OEN: Organismo europeo di normalizzazione:

CEN: rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles, Tel.(32-2) 550 08 11; fax (32-2) 550 08 19 (<http://www.cen.eu>)

CENELEC: rue de Stassart 35, B-1050 Bruxelles, Tel.(32-2) 519 68 71; fax (32-2) 519 69 19 (<http://www.cenelec.org>)

ETSI: 650, route des Lucioles, F-06921 Sophia Antipolis, Tel.(33) 492 94 42 00; fax (33) 493 65 47 16 (<http://www.etsi.org>)

(²) La data in cui ha fine il periodo di coesistenza è la stessa a partire dalla quale la presunzione di conformità deve essere basata sulle specifiche tecniche armonizzate (norme armonizzate oppure benestare tecnici armonizzati). Essa coincide con la data di ritiro delle specifiche tecniche nazionali in contrasto con quelle armonizzate.

(³) In caso di modifiche, la norma cui si fa riferimento è la EN CCCC: YYYY, comprensiva delle sue precedenti eventuali modifiche, e la nuova modifica citata.

3.2 Caratteristiche dei vari materiali

I materiali da impiegare nei lavori dovranno avere i requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi; dovranno pertanto essere forniti di un'ideale certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste nelle presenti Norme.

In particolare per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo. Nel caso di mancanza della certificazione di conformità alle presenti norme e alle norme europee armonizzate, il materiale non sarà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'Impresa.

In caso di difformità con quanto fissato nel presente articolo, varrà quanto prescritto dalla Norma specifica.

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta, in base al giudizio della Direzione Lavori, la quale, per i materiali da acquistare, si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.

Acqua: dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971, (D.M. in vigore).

Leganti idraulici - Calci aeree - Pozzolane: dovranno corrispondere alle prescrizioni:

- della legge 26/05/1965 n.595;
- delle "Norme sui requisiti d'accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" D.M. 14-1-1966 modificato con D.M. 3/06/68, D.M. 31/08/1972, D.M. 13/09/93;
- delle "Norme per l'accettazione delle calci aeree" R.D. 16-11-1939 n. 2231;
- delle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. 16-11-1939 n. 2230;
- d'altre eventuali successive Norme che dovessero essere emanate dai competenti Organi.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

Durante il corso della fornitura dei leganti, la Direzione Lavori farà eseguire periodicamente, da laboratori ufficiali o da altri laboratori di sua fiducia, prove su campioni di leganti prelevati in contraddittorio con l'Impresa stessa.

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

Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per opere murarie (da impiegarsi nella formazione dei conglomerati cementizi, escluse le pavimentazioni): dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge n. 1086 del 5-11-1971 (D.M. in vigore).

Le dimensioni massime degli aggregati costituenti la miscela dovranno essere compatibili con quanto prescritto nel D.M. n. 19 del 9/1/1996 e in ogni caso le maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura cui il conglomerato cementizio è destinato.

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni fissate dall'art. 2 delle Norme citate nel seguente comma D).

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

Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni: dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella UNI 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali successive modifiche.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi d'elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee, non presentare perdita di peso, per decantazione in acqua, superiore al 2%.

Pietre naturali: le pietre da impiegare nelle murature, nei drenaggi, nelle gabbionate, ecc. dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.

Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel R.D. 16-11-1939 "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" n. 2232.

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 così da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

Argilla espansa: dovrà essere ottenuta mediante clinkerizzazione in forni rotanti ad una temperatura di circa 1473 K; peso in mucchio $320\div 630 \text{ kg/m}^3$ secondo la granulometria.

Materiali ferrosi: saranno esenti da scorie, soffiature, saldature e da qualsiasi altro difetto. Gli acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5-11-1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

Il lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p. dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 0,2 mm.

I bulloni normali saranno conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI 5727-65 e UNI 5593; quelli ad alta resistenza devono appartenere alle classi delle norme UNI 3740-65.

I tubi d'acciaio senza saldatura, per costruzioni meccaniche, dovranno soddisfare la norma UNI 7729 ed appartenere al tipo Fe 510.

Acciaio inossidabile: dovrà presentare elevata resistenza alla corrosione ed al calore e rispondere, per composizione chimica, caratteristiche e prescrizioni generali, alla norma UNI 6900-71.

Le lamiere d'acciaio inox saranno laminate a freddo a norma UNI 8317.

La designazione degli acciai è fatta per composizione chimica, dove «x» sta per «acciaio legato», il primo numero indica la percentuale di carbonio moltiplicato per 100 ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi di lega in %.

Oltre alla classificazione UNI sarà abitualmente usata anche la classificazione AISI (American Iron and Steel Institute).

Acciaio zincato: profilati, lamiere e tubi d'acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere zincati per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni della norma d'unificazione Progetto SS UNI E 14.07.000 (rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo - rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi, fabbricati in materiale ferroso).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Legnami: di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare, sia per le opere definitive sia per quelle provvisorie, 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 cui sono stati 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 rettificati in 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. 30 Ottobre 1912 ed alle Norme UNI in vigore.

I legnami di tipo lamellare dovranno essere di qualità I secondo la normativa DIN 4074, con giunzioni a pettine secondo la normativa DIN 88140 e la loro essenza lignea sarà preferibilmente di abete rosso o larice.

Le strutture di legno lamellare dovranno essere prodotte da stabilimenti in possesso del certificato di incollaggio di tipo A, in conformità alla norma DIN 1052. Gli eventuali trattamenti protettivi, gli spessori e le modalità applicative degli stessi, dovranno essere del tipo previsto negli elaborati progettuali.

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

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

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

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

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

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

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

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

- campionatura (per N deve intendersi il rotolo o la pezza)	UNI 8279/1
- peso, in g/m ²	UNI 5114
- Spessore, in mm	UNI 8279/2

- resistenza a trazione su striscia di 5 cm, in N	UNI 8639
- allungamento, in %	UNI 8639
- lacerazione, in N	UNI 8279/9
- resistenza alla perforazione con il metodo della sfera, in MPa	UNI 8279/11
- punzonamento, in N	UNI 8279/14
- permeabilità radiale all'acqua, in cm/s	UNI 8279/13
- comportamento nei confronti di batteri e funghi	UNI 8986
- diametro di filtrazione, espresso in μm , corrispondente a quello del 95% in peso degli elementi di terreno che hanno attraversato il geotessile, determinato mediante filtrazione idrodinamica.	

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

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

Materiali di qualsiasi provenienza da impiegare nelle lavorazioni:

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

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

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E DEI SISTEMI DA IMPIEGARSI

4.1 Generalità

I materiali da impiegare nei lavori (nell'accezione estensiva di legge: "materiali da costruzione" o "prodotti da costruzione") dovranno essere di norma:

identificati riportando le loro caratteristiche nel Documento di Trasporto con cui il materiale viene consegnato in cantiere o a piè d'opera e quando possibile o prescritto, sui materiali stessi. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia del Documento di Trasporto e dell'eventuale documentazione allegata;

prequalificati mediante idonee attestazioni rilasciate da chi di competenza e che l'Appaltatore dovrà consegnare in copia al Direttore dei Lavori;

accettati dal Direttore Lavori (D.P.R. 05/10/2010 n. 207, art. 148, comma 3), mediante controllo delle certificazioni cui ai punti precedenti e/o mediante prove sperimentali di accettazione; l'accettazione dei materiali non è in ogni modo definitiva se non dopo che siano stati posti in opera e l'opera sia stata collaudata (v. di seguito);

ulteriormente verificati nel caso in cui il Direttore Lavori ravvisi difformità nella fornitura dei materiali, nelle lavorazioni o nell'opera ultimata rispetto a quanto richiesto dal presente Capitolato.

Si intendono come tali tutti i prodotti fabbricati al fine di essere incorporati o assemblati in modo permanente negli edifici e nelle altre opere di ingegneria civile.

In particolare, per quanto attiene all'identificazione ed alla qualificazione (lett. a) e b)), possono configurarsi i seguenti casi:

Materiali e prodotti per i quali siano disponibili norme europee armonizzate (HS: Harmonised Standards) i cui riferimenti siano pubblicati sulla G.U.U.E. (vedi art. 1). Al termine del "periodo di coesistenza" il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della "marcatura CE" prevista dalla Direttiva 89/106/CEE "Prodotti da costruzione" (CPD), recepita in Italia dal D.P.R. 21/04/1993 n. 246, così come modificato dal D.P.R. 10/12/1997 n. 499 e successivamente dal citato Regolamento UE n. 305/2011, cogente (salvo proroghe) a partire dal 01.07.2013. I documenti prescritti che accompagnano la marcatura CE sono attualmente costituiti dalla "Dichiarazione di conformità" rilasciata dal Produttore e, nei casi previsti, dalla "Certificazione di conformità", redatte sulla base della Decisione del Consiglio UE del 22.07.1993. Vi è comunque da dire che il citato Regolamento UE n. 305/2011 sostituisce le suddette attestazioni con la nuova "Dichiarazione di Prestazione" (DoP: Declaration of Performance) ed il Benestare Tecnico Europeo con la "Valutazione Tecnica Europea" (ETA: European Technical Assessment);

Materiali e prodotti innovativi o comunque non ricadenti nella tipologia precedente. In tali casi il Produttore potrà pervenire alla marcatura CE in conformità al "Benestare Tecnico Europeo" (ETA: European Technical Approval) rilasciato dalle autorità competenti. In alternativa dovrà essere in possesso di un "Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego" rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture, sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;

Materiali e prodotti per i quali non siano disponibili norme armonizzate, ovvero le stesse ricadano nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle norme tecniche nazionali (D.M. 14/01/2008). E' fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il Produttore abbia volontariamente optato per la marcatura CE.

Per quanto attiene all'accettazione (lettera c)), il Direttore dei Lavori dovrà:

per i prodotti recanti la marcatura CE (caso A) e caso B) con ETA), accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere all'Appaltatore, per ogni diverso prodotto fornito, il certificato (se previsto) ovvero l'attestazione di conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico ETA. Dovrà altresì verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella suddetta documentazione;

per i prodotti non recanti la marcatura CE, accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione (caso C)) o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (caso B) senza ETA); per i prodotti (strutturali) non tradizionali o non trattati nelle norme tecniche vigenti, accertarsi che sia per essi presente l'autorizzazione del Servizio Tecnico Centrale, su parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, autorizzazione che riguarderà l'utilizzo del materiale nelle specifiche tipologie strutturali proposte, sulla base di procedure definite dallo stesso Servizio Tecnico Centrale.

In generale (lettere c) e d)) il Direttore dei Lavori dovrà effettuare i controlli sui prodotti prescritti dalle norme cogenti e potrà effettuare quelli ritenuti necessari per valutare l'idoneità dei prodotti all'impiego, a suo insindacabile giudizio, sentito eventualmente il Progettista.

Ai fini della marcatura CE (vedere anche il punto specifico del presente Capitolato), nel caso A), le attività di certificazione, ispezione e prova su materiali e prodotti dovranno essere eseguite dai soggetti previsti nel relativo sistema di attestazione della conformità(1). Saranno comunque eseguite in generale, a seconda delle specifiche procedure applicabili e come specificato eventualmente nel seguito, da:

laboratori di prova notificati ai sensi dell'art. 18 della Direttiva n. 89/106/CEE;

laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001;

altri laboratori dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale.

Qualora si tratti di prove ed accertamenti non riconducibili a tali laboratori (ad es. analisi chimiche, tossicologiche, ambientali, ecc.) o, per qualche inderogabile motivo compatibile con le leggi vigenti, non sia possibile avvalersi di laboratori ufficiali, la Direzione Lavori potrà disporre l'effettuazione presso laboratori di propria fiducia.

Inoltre, ai sensi del citato D.P.R. 207/2010 (art. 167):

I materiali e i componenti, ancorché provenienti da località o fabbriche di convenienza dell'Appaltatore, devono corrispondere alle prescrizioni del presente Capitolato ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione da parte del Direttore dei Lavori; in caso di controversia, si procede ai sensi dell'articolo 164 del citato D.P.R. 207/2010; L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il Direttore dei Lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'Appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese;

Ove l'Appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei Lavori, la Stazione Appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio;

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

L'Appaltatore che di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite;

Nel caso sia stato autorizzato, per ragioni di necessità o convenienza, da parte del Direttore dei Lavori, l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, verrà

(1) Per la valutazione della conformità e per tutte le procedure che coinvolgono gli organismi valutatori e certificatori come "terze parti indipendenti" ed il loro accreditamento, si faccia riferimento alle norme in vigore delle serie UNI CEI EN 45000 e UNI CEI EN ISO/IEC 17000.

applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'Organo di Collaudo;

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche, obbligatori ovvero specificamente previsti dal presente Capitolato, sono disposti dalla Direzione dei Lavori o dall'Organo di Collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la Direzione dei Lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale;

La Direzione dei Lavori o l'Organo di Collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal presente Capitolato, ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.

I campioni per le prove saranno per quanto possibile individuati e/o prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di uno alternativo, o tra diversi tipi dello stesso materiale, quando ciò non risulti in modo inequivocabile dagli elaborati di progetto, sarà fatta di volta in volta dalla Direzione Lavori.

4.2 Vizi di costruzione

Qualora la Direzione Lavori, dopo espletamento delle opportune verifiche in contraddittorio con l'Appaltatore - che questi non può esimersi dall'eseguire - accerti l'esistenza di vizi di costruzione, le spese per le verifiche stesse, per l'eliminazione dei vizi ed ogni altra ad essi conseguente, saranno a carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore deve pertanto demolire e ricostruire a proprie spese le opere o ripetere le lavorazioni che il Direttore Lavori abbia accertato recare vizi di costruzione o essere eseguite senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente, in altre parole che siano accertate dalla Direzione Lavori come "non conformi".

Ove l'Appaltatore non effettui la demolizione, rimozione delle materie di risulta non riutilizzabili e ricostruzione delle opere o la ripetizione delle lavorazioni nel termine prescritto dal Direttore dei Lavori, la Stazione Appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto di tali operazioni d'ufficio

4.3 Non Conformità

Qualora ciò sia contrattualmente previsto o qualora questa procedura sia istituita dalla Direzione Lavori o dalla Stazione Appaltante, previa informazione all'Appaltatore, la stessa Direzione Lavori potrà rilevare, utilizzando eventualmente un apposito modulo, le cosiddette "Non Conformità (NC)", ovvero significativi scostamenti rispetto alle prescrizioni contrattuali nei materiali, nelle forniture e nel loro impiego, ovvero nelle varie lavorazioni o nelle caratteristiche delle opere realizzate (in tutto o in parte).

Le lavorazioni o forniture interessate da "Non Conformità" non verranno contabilizzate, fino a quando il Direttore dei Lavori le dichiarerà "chiuse", attestando la loro intervenuta risoluzione. Le "Non Conformità" che non troveranno risoluzione potranno senz'altro comportare, a discrezione della Direzione Lavori, il rifiuto delle forniture e la demolizione delle opere non conformi.

4.4 Macchine, quasi-macchine e insiemi di macchine

Le “macchine”, le “quasi-macchine” e gli “insiemi di macchine” impiegati per le lavorazioni, fatte salve le esclusioni espressamente previste, devono rispettare le norme di cui al D.Lgs. 27/01/2010 n. 17, che recepisce la Direttiva europea 2006/42/CE del 17/05/2006.

Tale Direttiva sostituisce la precedente 98/37/CE, che si riferiva a tutti i tipi di macchinario e ai loro componenti di sicurezza messi isolatamente sul mercato. La nuova norma si applica ai seguenti prodotti: macchine; attrezzature intercambiabili; componenti di sicurezza; accessori di sollevamento; catene, funi e cinghie; dispositivi amovibili di trasmissione meccanica; quasi-macchine (insiemi che costituiscono quasi una macchina ma che, da soli, non sono in grado di garantire un'applicazione ben determinata - ad es. un sistema di azionamento - unicamente destinati ad essere incorporati o assemblati ad altre macchine o ad altre quasi-macchine o apparecchi per costituire una macchina).

La stessa definisce i requisiti essenziali in materia di sicurezza e salute ai quali devono rispondere i prodotti sopra indicati in occasione della loro fabbricazione e prima della loro immissione sul mercato. La conformità ai suddetti requisiti è quindi presunta allorché sia presente all'atto dell'utilizzo la marcatura CE di tali prodotti, corredata dalla prescritta documentazione.

Per tutte le altre macchine e attrezzature sarà sufficiente redigere e conservare un fascicolo tecnico in accordo con quanto riportato nell'allegato del D.Lgs. 17/2010.

I prodotti di cui sopra non rispondenti ai requisiti della norma non potranno essere utilizzati e dovranno essere allontanati prima possibile dal cantiere.

4.5 Caratteristiche dei principali materiali e sistemi

4.5.1 Generalità

I materiali e sistemi(1) da utilizzare, sia nei siti e nelle fabbriche di produzione delle opere prefabbricate e dei semilavorati, sia in cantiere, dovranno trovarsi, al momento del loro uso, in perfetto stato di conservazione ed idonei all'impiego previsto.

Di seguito si riportano le caratteristiche richieste per i principali materiali e sistemi, tenendo conto che l'elenco non può considerarsi esaustivo, che ulteriori specificazioni per gli stessi materiali e sistemi o per materiali e sistemi non riportati nel presente paragrafo si possono reperire nei capitoli successivi del presente Capitolato e che, sia per i materiali, sia per le loro caratteristiche, deve farsi riferimento ai principi generali precedentemente riportati.

Anche l'elencazione delle normative è per ovvi motivi parziale, limitandosi qui generalmente all'indicazione di quelle principali. In questo contesto di solito le norme europee armonizzate assumono il ruolo di “norme quadro”, che a loro volta ne richiamano altre e queste altre ancora e così via fino a formare, per ciascun prodotto, il “corpus” normativo completo.

Le norme europee armonizzate sono in questo articolo evidenziate in grassetto e sono tutte riportate nello specifico documento in Appendice. Le norme indicate con il solo numero sono della tipologia (UNI EN, UNI CEN/TS, UNI, ecc. precedentemente indicata).

Per quanto riguarda le opere interagenti con la rete ferroviaria, dovranno essere osservate anche le pertinenti norme ferroviarie emanate da Rete Ferroviaria Italiana (RFI).

4.5.2 Acqua di impasto per la realizzazione di miscele

Proverrà da origini ben definite, che diano acqua di caratteristiche costanti. Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile, l'acqua proveniente da depuratori

(1) Si intende qui per “sistema” un insieme di componenti prefabbricati interconnessi tra di loro e con l'ambiente esterno, progettato per comportarsi in modo unitario al fine di perseguire obiettivi prestazionali prefissati, secondo specifiche regole.

delle acque di aggettamento di cantiere, l'acqua di riciclo degli impianti di betonaggio, qualora rispondenti ai requisiti di cui alla norma UNI EN 1008.

Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro. La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD: chemical oxygen demand) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta per ciascuna miscela qualificata in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto delle condizioni di umidità e dell'assorbimento negli aggregati.

4.5.3 Cementi

Saranno impiegati esclusivamente cementi provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: UNI EN 197-1 (cementi comuni), UNI EN 413-1 (da muratura), UNI 9156 (resistenti ai solfati), UNI 9606 (resistenti al dilavamento della calce), UNI EN 14216 (a basso calore di idratazione), UNI EN 14647 (alluminosi), UNI EN 15743 (sovrasolfatati) e con prove eseguite secondo le norme UNI EN 196, 413, UNI CEN/TR 15697, UNI 10397.

4.5.4 Calci

Saranno impiegate esclusivamente calci da costruzione (aeree o idrauliche) provviste di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: UNI EN 459-1 (definizioni, specifiche e criteri di conformità), 459-2 (metodi di prova), 459-3 (valutazione della conformità).

4.5.5 Aggregati per opere in terra

Saranno impiegati esclusivamente aggregati provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: UNI EN 13055-2 (aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati), 13242 (aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade), 13285 (miscele non legate: specifiche).

Per ulteriori specificazioni vedere l'articolo riguardante i rilevati.

4.5.6 Aggregati per malte e calcestruzzi

Saranno impiegati esclusivamente aggregati provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: UNI EN 12620 (aggregati per calcestruzzo), UNI 8520-1 e 8520-2 (istruzioni per l'applicazione della UNI EN 12620), UNI EN 13055-1 (aggregati leggeri), UNI EN 13139 e 11320 (aggregati per malte), 13242 (aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici) e con prove eseguite secondo le norme UNI EN 932, 933, 1097, 1367, 1744, 1936, 11013.

4.5.7 Additivi chimici e meccanici per malte e calcestruzzi

Generalità

Si possono suddividere in:

additivi propriamente detti (chimici);

additivi meccanici (fibre), che possono ulteriormente dividersi, quanto a geometria, in "macrofibre" (lung. 25-65 mm, spess. 0.2-0.8 mm) e "microfibre" (lung. 0.8-50 mm, spess. < 0.1 mm) e quanto

a materiale, possono essere in acciaio, in materiale polimerico o in materiale inorganico (carbonio, vetro).

Additivi chimici

Saranno impiegati per il confezionamento di calcestruzzi, malte da muratura e malte per iniezione, esclusivamente additivi provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: UNI EN 480 (parti 1, 2, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14: additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - metodi di prova), 934-1 (requisiti comuni), 934-2 (additivi per calcestruzzo), 934-3 (additivi per malte per opere murarie), 934-4 (additivi per malta per cavi di precompressione), 934-5 (additivi per calcestruzzo proiettato), 934-6 (campionamento e controlli).

Additivi meccanici (fibre)

Per quanto riguarda questi particolari additivi, in forma solida, le “macrofibre” sono soprattutto in grado di determinare un miglioramento delle prestazioni del calcestruzzo allo stato indurito e quindi delle sue caratteristiche meccaniche significative ai fini strutturali (resistenza, tenacità, comportamento a fatica), mentre le “microfibre” sono particolarmente efficaci ai fini del controllo della fessurazione allo stato plastico (per ritiro, variazioni termiche, coazioni).

In base a quanto sopra, ai fini degli impieghi strutturali, hanno molta più importanza le macrofibre, le quali agiscono principalmente in due modi: incrementando la resistenza delle sezioni già fessurate (tension softening o tension hardening – v. figura) e la capacità di trasmissione degli sforzi dal calcestruzzo alle barre di armatura (tension stiffening).

Per la preparazione del calcestruzzo strutturale fibrorinforzato (FRC) saranno impiegate unicamente fibre provviste di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Le fibre stesse, i prodotti semilavorati ed i loro impieghi dovranno in particolare essere conformi alle norme: UNI EN 1916 (tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali), 14487-1 (calcestruzzo proiettato: definizioni, specificazioni e conformità), 14487-2 (calcestruzzo proiettato: esecuzione), 14488 (calcestruzzo proiettato: prova di aderenza per trazione diretta sulle carote), 14650 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: regole generali per il controllo di produzione in fabbrica del calcestruzzo con fibre di acciaio), 14721 (metodo di prova per calcestruzzo con fibre metalliche: misurazione del contenuto di fibre nel calcestruzzo fresco e nel calcestruzzo indurito), 14889-1 (fibre di acciaio), 14889-2 (fibre polimeriche), UNI 11037 (fibre di acciaio), 11188 (elementi strutturali di calcestruzzo rinforzato con fibre d'acciaio: progettazione, esecuzione e controllo), CNR-DT 204/2006 rev. 04/02/2008 (istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il controllo di strutture in calcestruzzo fibrorinforzato).

Per quanto riguarda le prove ed altri riferimenti internazionali, se ne riporta di seguito un sommario elenco:

RILEM, 2001, Test and design methods for steel fibre reinforced concrete: uniaxial tension test for steel fibre reinforced concrete;

RILEM TC 162-TDF Recommendations, Materials and Structures;

RILEM, 2000, Test and design methods for steel fibre reinforced concrete: beam test;

Documenti dell'ACI Committee 544, Fiber-Reinforced Concrete;

JCI, 1984, Method of tests for flexural strength and flexural toughness of fiber reinforced concrete;

JCI Standard SF-4, JCI Standards for test methods of fiber reinforced concrete;

ASTM C1609-10, Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading);

ASTM C1399-10, Test Method for Obtaining Average Residual-Strength of Fiber-Reinforced Concrete;

ASTM C1550-10a, Standard Test Method for Flexural Toughness of Fiber-Reinforced Concrete (Using Centrally Loaded Round Panel).

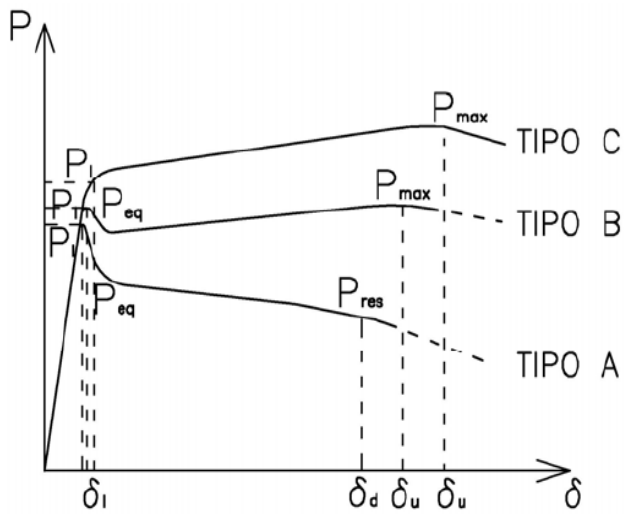


Diagramma P- δ da prova di trazione o flessione su provino in FRC.

Significato dei simboli: δ = deformazione imposta al provino, P = carico corrisp. a δ , P_I = carico di prima fessurazione, δ_I = deformazione alla prima fessurazione, P_{eq} = carico post-picco equivalente (al netto della resistenza a trazione del materiale che incorpora le fibre), δ_d = deformazione di calcolo, P_{res} = carico residuo, P_{max} = carico massimo raggiunto dopo fessurazione, δ_u = deformazione corrispondente a P_{max} .

Curva tipo A: comportamento degradante (tension softening)

Curva tipo B: comportamento incrudente (tension hardening)

Curva tipo C: comportamento sovraresistente (over-resistance)

4.5.8 Aggregati per sovrastrutture stradali e conglomerati bituminosi

Saranno impiegati esclusivamente aggregati provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: UNI EN 13043 (aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali), 13242 (aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici), 13285 (aggregati per miscele non legate), con prove eseguite secondo le norme UNI EN 932, 933, 1097, 1367, 1744, 1936, 13179.

4.5.9 Pietre naturali e pietre da taglio

Saranno impiegate esclusivamente pietre naturali provviste di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: UNI/TR 11351 (istruzioni complementari per marcatura CE), UNI EN 771-6 (elementi per muratura), 845-2 (architravi in vari materiali), 1341 (lastre per pavimentazioni esterne), 1342 (cubetti per pavimentazioni esterne), 1343 (cordoli per pavimentazioni esterne), 1467 (blocchi grezzi), 1468 (lastre grezze), 1469 (lastre per rivestimenti), 12057 (marmette modulari), 12058 (lastre per pavimentazioni e per scale), 12059 (lavori a massello), 12440 (denominazione), 12670 (terminologia), con prove eseguite secondo le norme UNI EN 1925, 1926, 1936, 12370, 12371, 12372, 12407, 13161, 13364, 13373, 13639, 13755, 14066, 14146, 14147, 14157, 14158, 14205, 14231, 14579, 14580, 14581, 16140.

4.5.10 Materiali laterizi

Saranno impiegati esclusivamente prodotti in laterizio provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: UNI EN 771-1 (elementi per murature), 1024 e 1304 (tegole e relativi accessori), 1344 (elementi per pavimentazioni), 1806 (camini a parete singola), 13084-5 (mattoni per condotti interni di ciminiera), 15037-3 (blocchi per solai), UNI 9460 (tegole), 9730-1 e 9730-2 (elementi per solai), 11128 (tavelloni, tavelle e tavelline), con prove eseguite secondo le norme UNI EN 538, 539-1, 539-2, 772-3, 772-5, 772-7, 772-9, 772-11, 772-19, 772-21, 1344, 1806, 14437, 15087, 15209, UNI CEN/TS 772-22, UNI 8635-14, 8635-16, 9730-3.

4.5.11 Argilla espansa

Per quanto riguarda il suo impiego come prodotto sfuso per il confezionamento in sito di isolanti termici, sarà impiegata esclusivamente argilla espansa provvista di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovrà in particolare essere conforme alle norme: UNI EN 14063-1 (argilla espansa sfusa per prodotti fabbricati in sito). Per l'impiego come aggregato leggero nelle miscele di conglomerato bituminoso il materiale dovrà essere conforme alla norma UNI 11298, per analogo impiego ma nel confezionamento delle miscele di calcestruzzo, il materiale dovrà essere conforme alle norme UNI 7548-1, 7548-2 e 11013.

4.5.12 Blocchi prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso

Saranno impiegati esclusivamente elementi prefabbricati provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alla norma UNI EN 771-3 (blocchi per muratura in calcestruzzo vibrocompresso). Inoltre dovranno soddisfare i seguenti ulteriori requisiti:

Lo spessore minimo delle costole perimetrali non deve essere minore di 1,5 volte la massima dimensione dell'aggregato utilizzato.

La resistenza a rottura degli elementi dovrà essere almeno pari a:

8 MPa per i blocchi in calcestruzzo non alleggerito aventi funzione portante;

3 MPa per i blocchi in calcestruzzo alleggerito aventi funzione portante.

La foratura dei blocchi (verticale) dovrà essere non maggiore del:

60%, nel caso di blocchi non aventi funzione portante;

35%, nel caso di blocchi aventi funzione portante.

4.5.13 Altri elementi prefabbricati in calcestruzzo e simili

Saranno impiegati esclusivamente elementi prefabbricati provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo.

Dovranno in particolare essere conformi alle seguenti norme:

Elemento	Norme europee armonizzate
Tegole:	UNI EN 490 (tegole di calcestruzzo e relativi accessori per coperture e rivestimenti murari: specifiche di prodotto);
Blocchi in calcestruzzo aerato autoclavato:	UNI EN 771-4 (specifica per elementi per muratura: elementi di calcestruzzo aerato autoclavato per muratura);
Pietra artificiale:	UNI EN 771-5 (specifica per elementi per muratura: elementi di pietra agglomerata per muratura);
Lastre alveolari:	UNI EN 1168 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: lastre alveolari);
Pavimentazioni:	UNI EN 1338 (masselli di calcestruzzo per pavimentazione: requisiti e metodi di prova), UNI EN 1339 (lastre di calcestruzzo per pavimentazione: requisiti e metodi di prova), 12737 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: lastre per pavimentazioni di stalle);
Cordonati:	UNI EN 1340 (cordoli di calcestruzzo: requisiti e metodi di prova);
Componenti in calcestruzzo alleggerito:	UNI EN 1520 (componenti prefabbricati armati di calcestruzzo alleggerito con struttura aperta, con armatura strutturale o non-strutturale);
Camini:	UNI EN 1857 (camini – componenti: condotti fumari di calcestruzzo), 1858 (camini – componenti: blocchi di calcestruzzo), 12446 (camini – componenti: elementi esterni di calcestruzzo);
Tubi e relativi raccordi:	UNI EN 1916 (tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali);
Pozzetti:	UNI EN 1917 (pozzetti e camere di ispezione di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali);
Fondazioni:	UNI EN 12794 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: pali di fondazione), 14991 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: elementi di fondazione);
Recinzioni:	UNI EN 12839 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: elementi per recinzioni);

Elemento	Norme europee armonizzate
Antenne e pali:	UNI EN 40-4 (pali per illuminazione pubblica: requisiti per pali per illuminazione di calcestruzzo armato e precompresso), 12843 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: antenne e pali);
Solai:	UNI EN 13224 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: elementi nervati per solai), 15037-1 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo - solai a travetti e blocchi: travetti), 15037-2 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo - solai a travetti e blocchi: blocchi di calcestruzzo), 15037-3 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo - solai a travetti e blocchi: blocchi di laterizio), 15037-4 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo - solai a travetti e blocchi: blocchi di polistirene espanso) ;
Travi e pilastri per edifici:	UNI EN 13225 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: elementi strutturali lineari);
Elementi speciali per coperture:	UNI EN 13693 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: elementi speciali per coperture);
Particolari prefabbricati:	edifici UNI EN 13978-1 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo - garage prefabbricati di calcestruzzo: requisiti per garage di calcestruzzo armato realizzati con elementi monolitici o composti da elementi singoli a tutta dimensione);
Scale:	UNI EN 14843 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: scale);
Scatolari:	UNI EN 14844 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: elementi scatolari);
Pareti:	UNI EN 14992 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: elementi di parete – proprietà e prestazioni di prodotto);
Ponti:	UNI EN 15050 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: elementi da ponte);
Muri di sostegno:	UNI EN 15258 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: elementi per muri di sostegno);
Casserature:	UNI EN 15435 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo - blocchi cassero di calcestruzzo normale e alleggerito: proprietà e prestazioni dei prodotti), 15498 (prodotti prefabbricati di calcestruzzo - blocchi cassero di calcestruzzo con trucioli di legno: proprietà e prestazioni dei prodotti).

4.5.14 Protezione e riparazione del calcestruzzo

Saranno impiegati esclusivamente sistemi e prodotti per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: UNI EN 1504-1 (definizioni), 1504-2 (sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo), 1504-3 (riparazione strutturale e non strutturale), 1504-4 (incollaggio strutturale), 1504-5 (iniezione del calcestruzzo), 1504-6 (ancoraggio dell'armatura di acciaio), 1504-7 (protezione contro la corrosione delle armature), 1504-8 (controllo di qualità e valutazione della conformità), 1504-9 (principi generali per l'utilizzo dei prodotti e dei sistemi), 1504-10 (applicazione in opera di prodotti e sistemi e controllo di qualità dei lavori).

4.5.15 Acciaio

Generalità

Tutti gli acciai devono essere dotati di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo, fatta eccezione per i casi di assenza di norma armonizzata. In tali casi gli acciai dovranno comunque essere conformi alle norme vigenti, con particolare riferimento al D.M. 14/01/2008 ed alle prescrizioni generali di cui al presente Capitolato.

Per quanto riguarda i ponti ferroviari o scavalcanti ferrovie, dovranno essere osservate anche le norme ferroviarie RFI-DIN-INC-MA-PO-00-001-C “Manuale di progettazione dei ponti”, integrato con la RFI-DTC-INC-SP-IFS-002-A, specifica per i cavalcaferrovia.

Per comodità si riportano stralci delle prescrizioni generali di cui al D.M. citato.

Controlli

Le presenti norme prevedono tre forme di controllo obbligatorie:
in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo valgono le seguenti definizioni:

Lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate;

Forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;

Lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Controlli di produzione in stabilimento e procedure di qualificazione

Tutti gli acciai oggetto delle presenti norme, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Fatto salvo quanto disposto dalle norme europee armonizzate, ove applicabili, il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che operi in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme UNI EN disponibili (es. UNI EN 10080, 10025, 10210, 10219).

Quando non sia applicabile la marcatura CE, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata prioritariamente con le modalità definite al punto 3.1, lettera c) del presente Capitolato o comunque attraverso la procedura di qualificazione presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti indicata nel D.M. 14/01/2008, che ha termine con il rilascio dell'Attestato di Qualificazione (valido 5 anni), condizione necessaria per l'immissione del prodotto sul mercato. Tale attestato deve essere poi mantenuto seguendo le modalità pure ivi indicate.

Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione. Per stabilimento si intende una unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali ad esempio l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane comunque l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda barre e rotoli.

Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marciare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marchiatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che l'elemento determinante della marchiatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo e, dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marchiatura dichiarate nella documentazione presentata al Servizio Tecnico Centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate.

La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marchiata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marchiatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

Nel primo caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal Direttore dei Lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale.

I produttori ed i successivi intermediari devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni. Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, il costruttore deve inoltre assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal Servizio Tecnico Centrale.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura

del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti Norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso. In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il Laboratorio incaricato è tenuto ad informare di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

Forniture e documentazione di accompagnamento

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

L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

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

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

Prove di qualificazione e verifiche periodiche della qualità

I laboratori incaricati, di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, devono operare secondo uno specifico

piano di qualità approvato dal Servizio Tecnico Centrale.

I certificati di prova emessi dovranno essere uniformati ad un modello standard elaborato dal Servizio Tecnico Centrale.

I prelievi in stabilimento sono effettuati, ove possibile, dalla linea di produzione.

Le prove possono essere effettuate dai tecnici del laboratorio incaricato, anche presso lo stabilimento del produttore, qualora le attrezzature utilizzate siano tarate e la loro idoneità sia accertata e documentata. Di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione nel rapporto di prova nel quale deve essere presente la dichiarazione del rappresentante del laboratorio incaricato relativa all'idoneità delle attrezzature utilizzate.

In caso di risultato negativo delle prove il Produttore deve individuare le cause e apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione al Laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di verifica.

Le specifiche per l'effettuazione delle prove di qualificazione e delle verifiche periodiche della qualità, ivi compresa la cadenza temporale dei controlli stessi, sono riportate nei paragrafi specifici del D.M. citato.

Centri di trasformazione

Si definisce Centro di trasformazione un impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il Centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione, vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

Il trasformatore deve dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni tali da compromettere le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti originari previste dalle presenti norme.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto, che sovrintende al processo di trasformazione, deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che operi in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione, specificata nel seguito, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

I centri di trasformazione sono identificati, ai sensi delle vigenti norme, come "luogo di lavorazione" e, come tali, sono tenuti ad effettuare una serie di controlli atti a garantire la permanenza delle caratteristiche, sia meccaniche che geometriche, del materiale originario. I controlli devono essere effettuati secondo le disposizioni riportate nel D.M. citato, per ciascuna tipologia di acciaio lavorato.

Nell'ambito del processo produttivo deve essere posta particolare attenzione ai processi di piegatura e di saldatura. In particolare il Direttore Tecnico del centro di trasformazione deve verificare, tramite opportune prove, che le piegature e le saldature, anche nel caso di quelle non resistenti, non alterino le caratteristiche meccaniche originarie del prodotto. Per i processi sia di saldatura che di piegatura, si potrà fare utile riferimento alla normativa europea applicabile.

Per quanto sopra, è fatto obbligo a tali centri di nominare un Direttore Tecnico dello stabilimento che opererà secondo il disposto dell'art. 64, comma 3, del DPR 380/01.

I centri di trasformazione sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, indicando l'organizzazione, i procedimenti di lavorazione, le massime dimensioni degli elementi base utilizzati, nonché fornire copia della certificazione del sistema di gestione della qualità che sovrintende al processo di trasformazione. Ogni centro di trasformazione dovrà inoltre indicare un proprio logo o marchio che identifichi in modo inequivocabile il centro stesso. Nella dichiarazione deve essere indicato l'impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine. Alla dichiarazione deve essere allegata la nota di incarico al Direttore Tecnico del centro di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità, ai sensi delle presenti norme, sui controlli sui materiali.

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione di cui sopra, che deve essere riconfermata annualmente, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Acciaio ordinario per barre di armatura del calcestruzzo

Norme da osservare

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili ad aderenza migliorata qualificati e controllati con le modalità previste dal D.M. 14/01/2008 e dalla norma UNI EN 10080 (di recente ritirata dall'elenco delle norme armonizzate europee). E' un importante riferimento anche la norma UNI EN 1992-1 (Eurocodice 2). Le caratteristiche meccaniche saranno accertate in conformità alle norme UNI EN 15630-1 (acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso - metodi di prova: barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato), 15630-2 (acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso - metodi di prova: reti saldate), UNI EN ISO 6892-1 (materiali metallici - prova di trazione: metodo di prova a temperatura ambiente), 6892-2 (materiali metallici - prova di trazione: metodo di prova a temperatura elevata).

Tipi impiegabili

Oltre agli acciai inossidabili ed agli acciai da zincare a caldo indicati più avanti, è impiegabile unicamente acciaio saldabile, qualificato ai sensi delle vigenti norme, delle classi B450C e B450A, fornito in barre o rotoli, oppure in tralicci e reti elettrosaldate, e sempre ad aderenza migliorata. Tali classi devono essere impiegate:

la classe B450C, per barre laminate a caldo con diametro nominale compreso tra 6 e 40 mm;

la classe B450A, per barre trafilate a freddo con diametro nominale compreso tra 5 e 10 mm.

I due suddetti tipi di acciaio dovranno rispettare i requisiti minimi sulle caratteristiche meccaniche previste nella tabella più avanti riportata.

Il diametro nominale di una barra è quello della barra tonda liscia equipesante, calcolato assumendo per la densità dell'acciaio il valore di 7,85 kg/dm³. Gli scostamenti massimi ammessi per le barre effettivamente messe in opera, in termini di diametro nominale misurato, sono pari a:

± 6% per $5 \leq \varnothing \leq 8$ mm;

± 4,5% per $8 < \varnothing \leq 40$ mm.

In altri termini, avendo prelevato in cantiere uno spezzone di barra del diametro nominale teorico \varnothing (mm) ed avendone misurato la lunghezza L (cm) e il peso P (kg), deve risultare:

$0,007389 \leq K \leq 0,008323$ per $5 \leq \varnothing \leq 8$ mm

$0,007499 \leq K \leq 0,008205$ per $8 < \varnothing \leq 40$ mm

essendo: $K = \frac{\sqrt{P}}{\varnothing}$.

Le due classi di acciaio da impiegare, più sopra indicate, devono avere le caratteristiche indicate nella tabella più avanti riportata, derivante da quelle riportate al paragrafo 11.3.2.1 del D.M. 14/01/2008.

L'impiego delle medesime classi di acciaio avverrà con i seguenti criteri, validi per tutte le opere in progetto:

TIPO DI ORDITURA	DIAM. [mm]	B450C	B450A
Barre singole	≥ 6	X	
Reti e tralicci elettrosaldati	$6 \leq \emptyset \leq 10$	X	X
	$5 \leq \emptyset \leq 6$		X
	$10 \leq \emptyset \leq 16$	X	

La tolleranza di cantiere rispetto alla massa nominale delle barre (valutata con l'impiego del diametro nominale e della densità nominale dell'acciaio, pari a 7850 kg/m³) è la seguente:

Diametro nominale della barra (mm)	
≥ 8	$\pm 6.0 \%$
> 8	$\pm 4.5 \%$

Per quanto concerne l'accertamento in cantiere delle caratteristiche meccaniche, i valori di resistenza ed allungamento di ogni campione, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente (valori di accettazione):

Caratteristiche	Valore limite	Note
fy minimo	425 N/mm ²	(450-25) N/mm ²
fy massimo	572 N/mm ²	[450x(1.25+0.02)] N/mm ²
Ag minimo	$\geq 6.0\%$	Per acciai B450C
Ag minimo	$\geq 2.0\%$	Per acciai B450A
Rottura / snervamento	$1.13 \leq f_r / f_y \leq 1.37$	Per acciai B450C
Rottura / snervamento	$f_r / f_y \geq 1.03$	Per acciai B450A
Piegamento / raddrizzamento	Assenza di cricche	Per tutti

Reti e tralicci elettrosaldati

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C le barre devono avere diametro D che rispetti la limitazione:

$$6 \text{ mm} \leq D \leq 16 \text{ mm.}$$

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A le barre devono avere diametro D che rispetti la limitazione:

$$5 \text{ mm} \leq D \leq 10 \text{ mm.}$$

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere:

$$D_{\min} / D_{\max} \geq 0,6.$$

CARATTERISTICHE DEGLI ACCIAI ORDINARI PER IL C.A. E IL C.A.P.

Acciaio B450C

$f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm ²
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm ²

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{ynom})_k$	$< 1,35$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$:	$\leq 1,25$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:	$\geq 7,5 \%$	10.0
$\phi < 12 \text{ mm}$	4 ϕ	
$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$	5 ϕ	
per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$	8 ϕ	
per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$	10 ϕ	

Acciaio B450A

$f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm ²
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm ²

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10.0
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$:	$\geq 2,5 \%$	10.0

Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
per $\phi \leq 10 \text{ mm}$	4 ϕ	

I nodi (incroci) delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la UNI EN ISO 15630-2, pari ad almeno il 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore con il valore nominale di 450 MPa.

Barre zincate a caldo

E' ammesso l'uso di acciai zincati purché le loro caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche, accertate dopo la zincatura, siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali.

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere conformi alla norma UNI 10622 (barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo) e avere tenori di silicio e fosforo tali per cui il valore del "silicio equivalente Si_{eq} ", definito convenzionalmente dalla citata norma, sia $\leq 0,35\%$ (quando $0,12 \leq Si \leq 0,26\%$ e $P \leq 0,045\%$); possono altresì essere ritenuti idonei alla zincatura gli acciai a tenore di silicio equivalente $\leq 0,11\%$ (quando $Si \leq 0,4\%$).

Inizialmente gli elementi da zincare vengono sottoposti ad un trattamento preliminare, che comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento. Successivamente gli stessi vengono immersi nel bagno di zinco fuso.

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, secondo la norma UNI EN 1179. Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710 e 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: la massa di zinco per unità di superficie (espressa in g/mq) non deve essere minore di 468 g/mq ($\cong 65 \mu\text{m}$) per il tondo di diametro 5 mm e di 540 g/mq ($\cong 75 \mu\text{m}$) per diametri maggiori e comunque non superiore 1070 g/mq ($\cong 150 \mu\text{m}$).

Dopo l'immersione nel bagno di zinco fuso, il prodotto può essere sottoposto ad un'azione di asciugatura con aria compressa e/o con vapore per rimuovere il metallo fuso in eccesso dalla superficie e per meglio garantire la continuità e l'uniformità dello spessore del rivestimento di zinco.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco (formazione della cosiddetta "ruggine bianca").

Le caratteristiche del rivestimento finito dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

Aspetto: il rivestimento sui prodotti zincati a caldo deve essere compatto ed uniforme, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere; possono essere ammesse delle discontinuità nello spessore di zinco con ispessimenti, in particolare alla base delle nervature, pur nel rispetto dei parametri di forma delle norme di prodotto di riferimento per barre ad aderenza migliorata;

Adesione: il rivestimento di zinco deve essere ben aderente alle barre di armatura, in modo da non poter essere rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera;

Massa di zinco: la massa di zinco per unità di superficie dovrà corrispondere ai requisiti del punto 6.3.4 delle norme UNI 10622;

Continuità del rivestimento: la continuità del rivestimento deve essere tale che il valore caratteristico dello spessore del rivestimento sia maggiore o uguale a 360 g/mq (circa 50 μm).

In seguito alle operazioni di zincatura, le barre non devono presentarsi incollate fra loro; barre eventualmente incollate fra di loro e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori. Quando la zincatura è effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura e gli eventuali tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bicomponente dello spessore di 80÷100 μm .

Per la realizzazione delle armature è ammesso l'impiego di acciai inossidabili, purchè le caratteristiche meccaniche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai ordinari da c.a. di cui allo specifico paragrafo dell'articolo sui materiali (in questo caso nelle tabelle, al termine ft, relativo alla tensione di rottura, andrà sostituito il termine f7%, ossia la tensione corrispondente ad un allungamento $A_{gt} = 7\%$).

Nel rispetto di quanto sopra detto, gli acciai inossidabili dovranno essere del tipo austenitico, denominati con le sigle 1.4306 e 1.4435 della classificazione UNI EN 10088.

La composizione chimica (analisi di colata) degli acciai inossidabili per c.a. sarà quella prevista al prospetto 3 delle norma UNI EN 10088, di cui si riporta uno stralcio:

Sigla UNI EN 10088	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo
1.4306	< 0,03%	< 2,0%	< 1,0%	< 0,045%	< 0,03%	18÷20	10÷12	-
1.4435	< 0,03%	< 2,0%	< 1,0%	< 0,045%	< 0,03%	17÷19	12.5÷15	2.5 ÷ 3

La saldabilità di tali acciai va documentata attraverso prove di saldabilità certificata da un laboratorio autorizzato ed effettuate secondo gli specifici procedimenti di saldatura, da utilizzare in cantiere o in officina, previsti dal produttore. Dovranno inoltre risultare positivi gli esiti delle seguenti prove:

piegamento e raddrizzamento su mandrino;

indice di aderenza eseguito secondo il metodo "beam test".

Per i controlli da effettuare in cantiere vale quanto previsto per le armature realizzate con acciaio ordinario.

Acciaio ad elevato limite elastico per le armature di precompressione del calcestruzzo

Norme da osservare

Gli acciai per armature da precompressione devono rispettare principalmente il D.M. 14/01/2008. Le loro caratteristiche devono essere accertate in conformità alle norme UNI EN 15630-3 (metodi di prova: acciaio per calcestruzzo armato precompresso, UNI EN ISO 6892-1 (materiali metallici - prova di trazione: metodo di prova a temperatura ambiente), 6892-2 (materiali metallici - prova di trazione: metodo di prova a temperatura elevata). E' un importante riferimento anche la norma UNI EN 1992-1 (Eurocodice 2). I prodotti semilavorati (fili, trecce e trefoli) devono rispondere alle norme: UNI 7675 (fili per calcestruzzo armato precompresso), 7676 (trecce a 2-3 fili e trefoli a 7 fili per calcestruzzo armato precompresso).

Caratteristiche dell'acciaio

Non devono essere inferiori a quelle riportate nella seguente tabella:

Tipo di acciaio	Barre	Fili	Trefoli	Trefoli a fili sagomati	Trecce
Tensione caratteristica di rottura f_{ptk} (MPa)	≥ 1000	≥ 1570	≥ 1860	≥ 1820	≥ 1900
Tensione caratteristica allo 0.1% di deformazione residua $f_{p(0.1)k}$ (MPa)	---	≥ 1420	---	---	---
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale $f_{p(1)k}$ (MPa)	---	---	≥ 1670	≥ 1620	≥ 1700

Tipo di acciaio	Barre	Fili	Trefoli	Trefoli a fili sagomati	Trecce
Tensione caratter. di snervamento fpyk (MPa)	≥ 800	---	---	---	---
Allungam. sotto carico massimo Agt (MPa)	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5

Prodotti semilavorati

L'acciaio per armature da precompressione è generalmente fornito sotto forma di uno dei seguenti prodotti semilavorati:

Filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli;

Barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma rettilinea;

Treccia: 2 o 3 fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale;

Trefolo: fili avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo, in modo da ricoprirlo completamente.

I fili possono essere tondi o di altra forma e, come già detto, non è consentito l'impiego di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pretese.

Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti.

La marcatura dei prodotti sarà generalmente costituita da sigillo o etichettatura sulle legature e dovrà essere conforme a quanto previsto dalle norme vigenti.

Gli acciai possono essere forniti in rotoli (fili, trecce, trefoli), in bobine (trefoli), in fasci (barre).

I fili devono essere forniti in rotoli di diametro tale che all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 m, non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm; il produttore deve indicare il diametro minimo di avvolgimento.

Ciascun rotolo di filo deve essere esente da saldature; sono tuttavia ammesse le saldature di fili destinati alla produzione di trecce e di trefoli, ma soltanto se effettuate prima della trafilatura.

Non sono ammesse, per i trefoli, saldature durante l'operazione di cordatura.

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.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili e pieghe.

Acciaio ordinario da costruzione (o “per impieghi strutturali” o “da carpenteria”)

Norme da osservare

Saranno impiegati esclusivamente acciai da costruzione provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo, secondo le norme armonizzate europee specifiche di ogni loro tipologia.

Le norme vigenti che devono essere rispettate sono assai numerose; se ne indicano le principali: UNI EN 1090-1 (esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio: requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali) e 1090-2 (esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio: requisiti tecnici per strutture di acciaio), D.M. 14/01/2008, UNI EN 1992 (Eurocodice 2), 1993 (Eurocodice 3), 10025-1 (prodotti laminati a caldo: condizioni tecniche generali di fornitura), 10025-2÷6 (prodotti laminati a caldo), 10027-1 (designazione simbolica), 10027-2 (designazione

numerica), 10149-1 (prodotti piani ad alto limite per formatura a freddo), 10210-1 (profilati cavi finiti a caldo), 10219-1 (profilati cavi formati a freddo), 10224 (tubi e raccordi per liquidi acquosi), 10255 (tubi), 10311 (giunzioni di tubi per liquidi acquosi), 10340 (getti di acciaio), 10343 (acciai da bonifica), 10346 (acciai rivestiti per immersione a caldo in continuo).

Per le prove si citano le norme: UNI EN ISO 6892-1 (materiali metallici - prova di trazione: metodo di prova a temperatura ambiente), 6892-2 (materiali metallici - prova di trazione: metodo di prova a temperatura elevata).

Una elencazione assai estesa delle norme vigenti, relativa agli acciai da costruzione ed alla loro componentistica, è riportata nella citata norma UNI EN 1090-2. Dalla medesima si riportano più avanti tre tabelle, relative rispettivamente ai seguenti tipi di acciaio da costruzione:

acciai al carbonio;

acciai per nastri e lamiere idonei alla formatura a freddo;

acciai inossidabili.

L'acciaio da impiegarsi sarà comunque esente da scorie, soffiature, saldature (eccettuate quelle previste dal prodotto semilavorato) e da qualsiasi altro difetto, risponderà alle norme tecniche in vigore e sarà correntemente designato secondo la norma UNI EN 10027-1 (come più avanti riportato), alla quale si riferiscono le successive tabelle nn. 4 e 5, relative agli acciai per impieghi strutturali.

1 - Norme relative agli acciai al carbonio da costruzione

Products	Technical delivery requirements	Dimensions	Tolerances
I and H sections	EN 10025-1 and EN 10025-2 EN 10025-3 EN 10025-4 EN 10025-5 EN 10025-6 As relevant	Not available	EN 10034
Hot-rolled taper flange I sections		Not available	EN 10024
Channels		Not available	EN 10279
Equal and unequal leg angles		EN 10056-1	EN 10056-2
T Sections		EN 10055	EN 10055
Plates, flats, wide flats		Not applicable	EN 10029 EN 10051
Bars and rods		EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061	EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061
Hot finished hollow sections	EN 10210-1	EN 10210-2	EN 10210-2
Cold formed hollow sections	EN 10219-1	EN 10219-2	EN 10219-2
NOTE EN 10020 gives definitions and classifications of grades of steel. Steel designations by name and number are given in EN 10027-1 and -2 respectively.			

2 - Norme relative agli acciai per nastri e lamiere idonei alla formatura a freddo

Products	Technical delivery requirements	Tolerances
Non-alloy structural steels	EN 10025-2	EN 10051
Weldable fine grain structural steels	EN 10025-3, EN 10025-4	EN 10051
High yield strength steels for cold forming	EN 10149-1, EN 10149-2, EN 10149-3, EN 10268	Not available
Cold reduced steels	ISO 4997	EN 10131
Continuously coated hot dip coated steels	EN 10292, EN 10326, EN 10327	EN 10143
Continuously organic coated steel flat products	EN 10169-2, EN 10169-3	EN 10169-1
Narrow strips	EN 10139	EN 10048 EN 10140

3 - Norme relative agli acciai inossidabili

Products	Technical delivery requirements	Tolerances
Sheets, plates and strips	EN 10088-2	EN 10029, EN 10048, EN 10051, EN ISO 9445
Tubes (welded)	EN 10296-2	EN ISO 1127
Tubes (seamless)	EN 10297-2	
Bars, rods and sections	EN 10088-3	EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061
NOTE Steel designations by name and number are given in EN 10088-1.		

Designazione

La designazione di un acciaio per impieghi strutturali con codifica alfanumerica (UNI EN 10027-1, v. tabella completa più avanti riportata), per il Gruppo 1 (designazione in base all'impiego ed alle caratteristiche meccaniche o fisiche), è di norma la seguente (x = lettera, N = numero, A, B = gruppi simbolici alfanumerici):

x N A +B

x = S (acciaio per impiego strutturale), G (acciaio per getti);

N = tensione di snervamento minima prescritta per spessori ≤ 16 mm, espressa in N/mm²;

A = designazione della qualità relativamente ai valori di resilienza, ai trattamenti termici e ad altre caratteristiche (es. J, K, L = resilienze minime, W = acciaio autopassivante "cor-ten" o similare: v. nota);

+B = particolare designazione dello stato della fornitura, quanto a particolari requisiti, rivestimenti o trattamenti (es. +Z = zincato a caldo, +Q = calmato).

Per quanto riguarda il Gruppo 2 (designazione in base alla composizione della lega metallica), questa è impiegata per lo più per gli acciai speciali o quando è importante evidenziare aspetti legati al comportamento chimico (es. per gli acciai inossidabili).

La designazione degli acciai con codifica numerica (UNI EN 10027-2) è meno usata dell'altra: se ne riporta una tabella di raffronto per un certo numero di tipi di acciaio, con riportata anche la vecchia designazione di cui alla norma UNI 7070:

10027-1	10027-2	UNI 7070 (sup.)	10027-1	10027-2	UNI 7070 (sup.)
S235JR	1.0038	Fe 360 B	S275J2	1.0145	Fe 430 D
S235JO	1.0114	Fe 360 C	S355JR	1.0045	Fe 510 B
S235J2	1.0117	Fe 360 D	S355J0	1.0553	Fe 510 C
S275JR	1.0044	Fe 430 B	S355J2	1.0577	Fe 510 D
S275J0	1.0143	Fe 430 C	S355K2	1.0596	--

4 - Acciaio da costruzione – Esempificazione di acciai con relative norme di riferimento

Examples of steel names for structural steels	
Standard	Steel name according to EN 10027-1
EN 10025-2	S235JR S355JR S355J0 S355J2 S355K2 S450J0
EN 10025-3	S355N S355NL
EN 10025-4	S355M S355ML
EN 10025-5	S235J0W S235J2W S355J0WP S355J2WP S355J0W S355J2W S355K2W
EN 10025-6	S460Q S460QL S460QL1
EN 10149-2	S355MC
EN 10149-3	S355NC
EN 10210-1	S355J2H
EN 10248-1	S355GP
EN 10326	S350GD S350GD+Z

5 - Acciaio da costruzione – Designazione secondo UNI EN 10027-1

Principal symbols		Additional symbols for steel		Additional symbols for steel products			
G S n n n		an		+an +an			
Principal symbols		Additional symbols					
Letter	Mechanical property	For steel			For steel product		
		Group 1 ^b		Group 2 ^{c d}			
G = steel casting (where necessary) S = structural steel	nnn = specified minimum yield strength ^e in MPa ^f for the smallest thickness range	Impact property Energy Joules (J)		Test temperature °C	C = Special cold forming D = Hot dip coating E = Enamelling F = Forgings H = Hollow section L = Low temperature M = Thermomechanically rolled N = Normalised or normalised rolled P = Sheet piling Q = Quenched and tempered S = Ship building T = Tubes W = Weather resistant an = Chemical symbol of specified additional elements, e.g. Cu, together, where necessary, with a single digit representing 10 x the average (rounded to 0,1%) of that specified range of the content of that element	Tables 16, 17 and 18	
		27J	40J				60J
		JR	KR	LR			20
		J0	K0	L0			0
		J2	K2	L2			-20
		J3	K3	L3			-30
		J4	K4	L4			-40
		J5	K5	L5			-50
		J6	K6	L6			-60
		A = Precipitation hardening M = Thermomechanically rolled N = Normalised or normalised rolled Q = Quenched and tempered G = Other characteristics followed, where necessary by 1 or 2 digits					
^a n = numerical characters, a = alpha characters, an = alphanumeric characters. ^b Symbols A, M, N and Q in Group 1 apply to fine grain steels. ^c Symbols of Group 2, other than chemical symbols, may be suffixed by one or two digits in order to distinguish between qualities in accordance with the relevant product standard. ^d If two of the symbols of this Group are needed the chemical symbol shall be the last one. ^e The term "yield strength" refers to upper or lower yield strength (R_{eH}) or (R_{eL}) or proof strength (R_p), or proof strength total extension (R_t) depending on the requirement specified in the relevant product standard. ^f 1 MPa = 1 N/mm ² .							

Caratteristiche del materiale e delle forniture

La norma fondamentale è la UNI EN 10025 (prodotti laminati a caldo per impieghi strutturali), che è divisa nelle seguenti parti:

Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura

Concerne gli acciai per prodotti piani e lunghi laminati a caldo. Sono gli acciai che costituiscono i prodotti ottenuti mediante laminazione a caldo, quali: travi laminate, travi integrate, travi

alveolari, prodotti piani purchè laminati a caldo. Le possibili condizioni di fornitura sono legate al procedimento produttivo utilizzato:

AR: acciaio grezzo di laminazione as rolled;

N: acciaio di laminazione normalizzata;

M: acciaio di laminazione termomeccanico;

W: acciaio con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica (weathering steel, ex “cor-ten”(3)). Nel seguito del presente Capitolato denominato per brevità “autopassivante”;

Q: acciaio ad alto limite di snervamento, bonificato (quenched and tempered).

Caratteristiche meccaniche fondamentali degli acciai, con riferimento ai due diagrammi tipici tensione-deformazione sotto riportati, rispettivamente per acciai “non legati” (o “basso legati” o “a basso tenore di carbonio”) e “legati” (o “altolegati” o “ad alto tenore di carbonio” – in questo caso è $ReH = Rp0,2$):

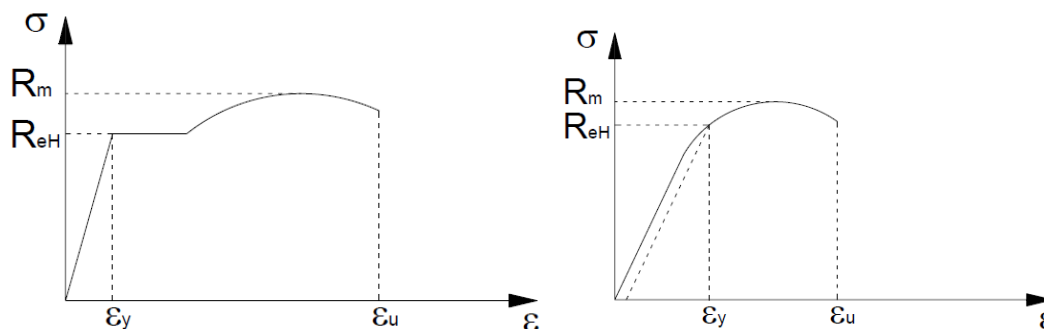
carico unitario minimo di snervamento: ReH [N/mm²];

modulo di elasticità: E [N/mm²];

allungamento minimo a rottura: A [%];

resistenza minima di trazione a rottura: Rm [N/mm²];

resilienza (o energia di rottura): KV [J].



Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali

Gli acciai non legati sono forniti di norma nelle condizioni: AR, N o M.

Le loro caratteristiche meccaniche principali sono le seguenti:

(3) Weathering steel, o weather resistant steel, è la nuova denominazione internazionale dell'acciaio meglio noto come “cor-ten” (scritto anche senza trattino). L'acronimo sta per corrosion resistance – tensile strength. La USS Corp. (United States Steel Corporation), che ha inventato questo acciaio, possiede il marchio COR-TEN®, anche se a suo tempo ne ha ceduto il brevetto di produzione ad International Steel Group, successivamente divenuto Arcelor-Mittal. La stessa USS lo continua tuttavia a produrre e commercializzare correntemente. Il principio che regola il funzionamento di questo acciaio, se esposto all'aria, si basa sulla iniziale formazione di uno strato superficiale di ossidi, con buone caratteristiche di uniformità e di resistenza, che protegge il materiale sottostante dall'avanzamento della corrosione. E' prodotto comunemente nei gradi A (fino a spessori di circa 12 mm, più resistente alla corrosione), B e C (per tutti gli impieghi strutturali). Sono tuttavia in commercio tipi di acciaio di caratteristiche simili, denominati con marchi diversi o comunque aventi composizione non identica.

Resilienza		
min. 27 J	min. 40 J	Temp. °C
JR	KR	20
J0	K0	0
J2	K2	-20
J3	K3	-30
J4	K4	-40

Designazione	ReH (MPa)								
	Spessori nominali (mm)								
	<16	16 - 40	40 - 63	63 - 80	80 - 100	100 - 150	150 - 200	200 - 250	250 - 400
S235JR(J0/J2)	235	225	215	215	215	195	185	175	165 (solo J2)
S275JR(J0/J2)	275	265	255	245	235	225	215	205	195 (solo J2)
S355JR(J0/J2/K2)	355	345	335	325	315	295	285	275	265 (solo J2/K2)
S450J0	450	430	410	390	380	380	-	-	-

Designazione	Rm (MPa)				
	Spessori nominali (mm)				
	<3	3 < t < 100	100 < t < 150	150 < t < 250	250 < t < 400
S235JR(J0/J2)	da 360 a 510	da 360 a 510	da 350 a 500	da 340 a 490	da 330 a 480 (solo J2)
S275JR(J0/J2)	da 430 a 580	da 410 a 560	da 400 a 540	da 380 a 540	da 380 a 540 (solo J2)
S355JR(J0/J2/K2)	da 510 a 680	da 470 a 630	da 450 a 600	da 450 a 600	da 450 a 600 (solo J2/K2)
S450J0	-	da 550 a 720	da 530 a 700	-	-

Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato

Sono definiti come quegli acciai aventi struttura del grano con un indice equivalente della grossezza del grano ferritico > 6 , determinato in conformità alla EN ISO 643.

Le loro caratteristiche meccaniche principali sono le seguenti:

Resilienza: grado L ($KV \geq 60$ J) con utilizzi a $T \geq -50$ °C.

Designazione (EN 10027)	ReH (MPa)								Rm (Mpa)		
	Spessori nominali (mm)								Spessori nominali (mm)		
	<16	>16 <40	>40 <63	>63 <80	>80 <100	>100 <150	>150 <200	>200 <250	<100	>100 <200	>200 <250
S275N(NL)	275	265	255	245	235	225	215	205	da 370 a 510	da 350 a 480	da 350 a 480
S355N(NL)	355	345	335	315	315	295	285	275	da 470 a 630	da 450 a 600	da 450 a 600
S420N(NL)	420	400	390	360	360	340	330	320	da 520 a 680	da 500 a 650	da 500 a 650
S460N(NL)	460	440	430	400	400	380	370	-	da 540 a 720	da 530 a 710	-

Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termo meccanica

Le loro caratteristiche meccaniche principali sono le seguenti:

Resilienza: grado L ($KV \geq 60$ J) con utilizzi a $T \geq -50$ °C.

Designazione (EN 10027)	ReH (MPa)						Rm (Mpa)				
	Spessori nominali (mm)						Spessori nominali (mm)				
	<16	>16 <40	>40 <63	>63 <80	>80 <100	>100 <120	<40	>40 <63	>63 <80	>80 <100	>100 <120
S275M(ML)	275	265	255	245	245	240	370 - 530	360 - 520	350 - 510	350 - 510	350 - 510
S355M(ML)	355	345	335	325	325	320	470 - 630	450 - 610	440 - 600	440 - 600	430 - 590
S420M(ML)	420	400	390	380	370	365	520 - 680	500 - 660	480 - 640	470 - 630	460 - 620
S460M(ML)	460	440	430	410	400	385	540 - 720	530 - 710	510 - 690	500 - 680	490 - 660

Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

La loro designazione tipica è: S nnn [indicaz. resilienza] WP+[AR o N] (P indica un tenore di fosforo maggiorato).

Le loro caratteristiche meccaniche principali sono le seguenti:

Resilienza come per Parte 2.

Designazione (EN 10027)	ReH (MPa)						Rm (Mpa)		
	Spessori nominali (mm)						Spessori nominali (mm)		
	<16	16 - 40	40 - 63	63 - 80	80 - 100	100 - 150	<3	3 - 100	100 - 150
S235J0(J2)W	235	225	215	215	215	195	360 - 510	360 - 510	350 - 500
S355J0(J2)WP	355	345	-	-	-	-	510 - 680	470 - 630	-
S355J0(J2/K2) W	355	345	335	325	315	295	510 - 680	470 - 630	450 - 600

Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciai per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento allo stato bonificato

Le loro caratteristiche meccaniche principali sono le seguenti:

Resilienza						
L	per la qualità con i valori minimi specificati di resilienza a temperature non minori di -40°C					
L1	per la qualità con i valori minimi specificati di resilienza a temperature non minori di -60 °C					
Designazione (EN 10027)	ReH (MPa)			Rm (Mpa)		
	Spessori nominali (mm)			Spessori nominali (mm)		
	3 < t < 50	50 < t < 100	100 < t < 150	3 < t < 50	50 < t < 100	100 < t < 150
S460Q (QL/QL1)	460	440	400	da 550 a 720		da 500 a 670
S500Q (QL/QL1)	500	480	440	da 590 a 770		da 540 a 720
S550Q (QL/QL1)	550	530	490	da 640 a 820		da 590 a 770
S620Q (QL/QL1)	620	580	560	da 700 a 890		da 650 a 830
S690Q (QL/QL1)	690	650	630	da 770 a 940	da 760 a 930	da 710 a 900
S890Q (QL/QL1)	890	830	-	da 940 a 1000	da 880 a 1100	-
S960Q (QL)	960	-	-	da 980 a 1150	-	-

Acciaio inossidabile

Si faccia riferimento anche all'ultima delle tabelle riportate al punto precedente.

Saranno impiegati esclusivamente acciai inossidabili provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: UNI EN 502 (elementi non autoportanti per coperture), 508-3 (elementi autoportanti per coperture), 1124-1 (tubi e raccordi saldati con giunto a bicchiere per acque reflue), 1993-1-4 (Eurocodice 3: regole supplementari per acciai inossidabili), 10028-7 (prodotti piani per recipienti a pressione), 10088-1 (lista acciai), 10088-2 (condizioni tecniche di fornitura per lamiere, fogli e nastri, per impieghi generali), 10088-3 (condizioni tecniche di fornitura per semilavorati, barre, vergella, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo, per impieghi generali), 10088-4 (condizioni tecniche di fornitura

per fogli, lamiere e nastri, per impieghi nelle costruzioni), 10088-5 (condizioni tecniche di fornitura per barre, vergelle, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo, per impieghi nelle costruzioni), 10216-5 e 10217-7 (tubi saldati per impieghi a pressione), 10250 (elementi fucinati), 10264 (fili), 10312 (tubi saldati per liquidi acquosi incluso acqua potabile), UNI EN ISO 1127 (tolleranze per tubi), 9444-2 (tolleranze per nastri larghi, fogli e lamiere da coils a caldo), 9445 (tolleranze per nastri e lamiere da coils a freddo), 18286 (tolleranze per lamiere laminate a caldo). In aggiunta alla classificazione UNI EN potrà essere usata anche la classificazione AISI (American Iron and Steel Institute).

Ghisa

La ghisa è una lega ferro-carbonio a tenore di carbonio relativamente alto ($2,11\% < C < 6,67\%$ che è il limite di saturazione), ottenuta per riduzione o comunque trattamento a caldo dei minerali di ferro.

L'impiego principale della ghisa è quello intermedio nella produzione di acciaio, che si ottiene per decarburazione della stessa ghisa in apparecchiature dette convertitori in cui viene insufflato ossigeno o aria. Rispetto all'acciaio dolce ($C < 1,5\%$), la ghisa presenta maggiore durezza (e quindi maggior resistenza all'abrasione) e minore resilienza (e quindi maggiore fragilità). Inoltre ha un coefficiente di dilatazione termica più basso (0,000010 contro 0,000012), questa caratteristica, aggiunta all'effetto lubrificante del carbonio presente nella lega sotto forma di grafite, la rende adatta per accoppiamenti ove vi siano variazioni di temperatura. La presenza del carbonio in elevata quantità nella ghisa ha inoltre una notevole attività antiruggine, tale che spesso, specie negli arredi urbani, (panchine, fontanelle, tombini), possono essere verniciati non per particolare protezione ma solo per motivi estetici. La struttura molecolare discontinua della ghisa costituisce altresì uno smorzatore delle vibrazioni meccaniche.

In sostanza le caratteristiche che consentono il conveniente uso della ghisa in molte applicazioni sono:

- economicità nella produzione;
- resistenza all'usura;
- buona lavorabilità con macchine utensili;
- resistenza meccanica paragonabile all'acciaio;
- possibilità di realizzare forme molto complesse mediante semplice fusione;
- elevata durezza e resistenza a compressione;
- ottima colabilità.

La ghisa pertanto si presta di norma ad essere impiegata nelle costruzioni:
per elementi massicci;

- per la realizzazione di tubazioni e relativi raccorderia, valvolame e simili;
- per la realizzazione di elementi minuti di finitura quali caditoie, chiusini, griglie e simili;
- per elementi di arredo o aventi finalità prevalentemente estetiche.

I tipi di ghisa normalmente impiegati sono i seguenti:

ghisa lamellare, detta anche ghisa grigia (C compreso tra il 2.5% e il 4% in peso, Si tra l'1% e il 3% sempre in peso, P): più economica è però molto fragile e meno resistente proprio a causa della struttura grafitica lamellare;

ghisa sferoidale, detta anche ghisa duttile (composizione non molto dissimile dalla precedente ma con assenza totale di carburi e con struttura grafitica di tipo sferoidale): è più duttile ed omogenea. Può a sua volta, a seconda della matrice entro cui si formano i noduli di grafite, essere di uno dei seguenti tre tipi:

- ferritica;
- ferritico-perlitica;

perlitica;

ghisa bianca, detta anche ghisa “in conchiglia”, non contenente grafite ma soltanto cementite: è molto dura (fino a 500 gradi Brinell);

ghisa malleabile, ottenuta dalla ghisa bianca con successivi trattamenti di malleabilizzazione.

Le principali normative di riferimento per la ghisa, in quanto materiale base, sono le seguenti: UNI 6047 (difetti), 7737 (ghisa austenitica), 7857 (ghisa speculare), UNI EN 1559-3 (condizioni tecniche di fornitura: requisiti aggiuntivi per getti), 1560 (designazione), 1561 (ghisa grigia), 1562 (ghisa malleabile), 1563 (ghisa sferoidale), 1564 (ghisa ausferritica sferoidale), 12513 (ghisa resistente all'abrasione), 12680-3 (controllo ultrasonico su getti: ghisa sferoidale), 16079 (ghisa a grafite compatta o vermicolare), 16124 (ghisa ferritica sferoidale debolmente legata per impieghi ad alte temperature), UNI CEN/TR 10261 (metodi disponibili per l'analisi chimica), UNI EN ISO 14284 (acciaio e ghisa - campionamento e preparazione dei campioni per la determinazione della composizione chimica).

Secondo le norme, la ghisa viene designata con la sigla GJ, seguita dalla lettera: L se trattasi di ghisa lamellare, S se trattasi di ghisa sferoidale. Il gruppo di lettere è seguito da un numero che indica la resistenza minima a trazione in MPa (es. GJL-250).

Per quanto riguarda le applicazioni della ghisa, oltre alle tubazioni di cui allo specifico punto, si citano qui gli elementi di chiusura e di finitura posti a filo ed all'interno di aree sottoposte al transito di pedoni e/o automezzi (ad es.: chiusini, griglie, caditoie). Questi sono sottoposti alla norma UNI EN 124:1995 (dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli - principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo di qualità), che al momento è sottoposta a revisione e non risulta ancora armonizzata (e quindi non obbliga alla marcatura CE dei prodotti).

Zincatura a caldo dei componenti in acciaio o ghisa

Quando ciò sia previsto in progetto profilati, lamiere e tubi d'acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere approvvigionati già zincati per immersione in zinco fuso, secondo le norme UNI EN 10346 (prodotti piani rivestiti per immersione in continuo), UNI EN ISO 14713-1 (linee guida: progettazione), 14713-2 (zincatura a caldo), 14713-3 (linee guida: “sherardizzazione”), 1461 (specificazioni e metodi di prova), con prove secondo le norme UNI EN ISO 1460, 1461 e 2178, materiale di apporto (zinco) secondo la norma UNI EN 1179 e corrosione valutata secondo norme ISO, delle quali si cita soltanto la ISO 9223 (Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Classification, determination and estimation).

La prima delle suddette norme specifica i requisiti per i prodotti rivestiti per immersione a caldo in continuo di:

acciai a basso tenore di carbonio, idonei alla formatura a freddo;

acciai per costruzione;

acciai ad alto limite di snervamento per formatura a freddo rivestiti con zinco (Z), lega zinco-ferro (ZF), lega zinco-alluminio (ZA), lega alluminio-zinco (AZ) e lega alluminio-silicio (AS),

e per i prodotti rivestiti per immersione a caldo in continuo di:

acciai multifase idonei alla formatura a freddo e rivestiti con zinco (Z), lega zinco-ferro (ZF) o lega zinco-alluminio (ZA), con spessori da 0,35 mm fino a 3 mm inclusi se non diversamente concordato. Lo spessore è lo spessore finale del prodotto fornito, dopo l'applicazione del rivestimento. Si applica ai nastri di tutte le larghezze, alle lamiere da essi derivate e alle bandelle.

La massa specifica dello zinco del rivestimento è considerata pari a 7,2 g/cm³.

La quantità minima di zinco apportata sul materiale sottoposto al trattamento, determinata a spessore (µm) e a massa per unità di area (g/m²), su campioni prelevati secondo la norma UNI EN

ISO 1461, salvo diverse prescrizioni deve essere pari almeno a quella indicata nelle seguenti tabelle, costruite per una durabilità rapportata all'importanza ed allo spessore degli elementi, in condizioni di aggressività atmosferica media:

Masse minime di rivestimento (in relazione agli spessori) su campioni non centrifugati ^{a)}

Articolo e suo spessore	Rivestimento locale (minimo) ^{b)}		Rivestimento medio (minimo) ^{c)}	
	g/m ²	µm	g/m ²	µm
Acciaio ≥ 6 mm	505	70	610	85
Acciaio ≥ 3 mm fino a < 6 mm	395	55	505	70
Acciaio ≥ 1,5 mm fino a < 3 mm	325	45	395	55
Acciaio < 1,5 mm	250	35	325	45
Fusioni di ghisa ≥ 6 mm	505	70	575	80
Fusioni di ghisa < 6 mm	430	60	505	70

Masse minime di rivestimento (in relazione agli spessori) su campioni centrifugati ^{a)}

Articolo e suo spessore	Rivestimento locale (minimo) ^{b)}		Rivestimento medio (minimo) ^{c)}	
	g/m ²	µm	g/m ²	µm
Articoli filettati:				
diametro ≥ 20 mm	325	45	395	55
diametro ≥ 6 mm fino a < 20 mm	250	35	325	45
diametro < 6 mm	145	20	180	25
Altri articoli (comprese fusioni di ghisa):				
≥ 3 mm	325	45	395	55
< 3 mm	250	35	325	45

a) Il procedimento di centrifugazione tende ad eliminare qualunque eccedenza di metallo di apporto dalle superfici trattate. Caso tipico è costituito dalle filettature.

b) Valore medio dello spessore del rivestimento ottenuto dal numero specificato di misurazioni entro un'area di riferimento per una prova magnetica (misura dello spessore) o il singolo valore per una prova gravimetrica (misura della massa).

c) Valore medio dello spessore o della massa locali del rivestimento, su un grande articolo o su tutti gli articoli nel campione per il controllo. Può essere calcolato anche per conversione dello spessore medio misurato.

Per una valutazione approssimativa della durabilità degli elementi zincati esposti all'aria, si può fare riferimento alla seguente tabella:

Aggressività ambientale (ISO 9223)	Categoria di corrosività (UNI EN ISO 14713-1 – ISO 9223)	Diminuzione media annua dello spessore del rivestimento [µm] (UNI EN ISO 14713-1)
C1 - Molto bassa	Interno: asciutto	< 0,1
C2 - Bassa	Interno: condensa occasionale	0,1 ÷ 0,7

	Esterno: area rurale esposta nell'entroterra	
C3 - Media	Interno: alta umidità, leggero inquinamento dell'aria Esterno: area entroterra urbana o costiera temperata	0,7 ÷ 2
C4 - Alta	Interno: alta umidità, leggero inquinamento dell'aria Esterno: area entroterra urbana o costiera temperata	2 ÷ 4
C5 – Molto alta	Esterno: area industriale con alta umidità o area costiera ad alta salinità	4 ÷ 8
CX – Molto alta	Esterno: condense permanenti e/o elevato inquinamento da attività produttive	8 ÷ 25
Im2 – Molto alta	Acqua marina in regioni temperate	10 ÷ 20

Durante l' estrazione dei pezzi dalla vasca, può accadere che lo zinco fluido, gocciolando, indurisca formando leggeri ispessimenti, gocciolature, piccole membrane. Generalmente, se tali difetti hanno dimensioni modeste e non creano problemi al manufatto, possono essere tollerati. Tuttavia, qualora le parti zincate debbano essere assemblate o montate in maniera precisa e comunque in caso di difficoltà, i sovrassessori e gli accumuli devono essere rimossi con idonee modalità, in stabilimento o in cantiere.

In ogni caso le imperfezioni vanno eliminate quando sono acuminate, poiché in fase di trasporto, montaggio o utilizzo, potrebbero causare ferite agli operatori oppure staccarsi, lasciando scoperto l'acciaio.

Qualora vi siano elementi filettati, occorre provvedere, con idonee modalità (es. centrifugazione post-bagno o fiammatura) a che il rivestimento si presenti perfettamente uniforme e del dovuto spessore o, in alternativa (purché ciò sia previsto in progetto o autorizzato dalla Direzione Lavori) evitando del tutto che la filettatura risulti zincata.

Nelle operazioni di zincatura, deve essere in particolare evitata l'inclusione di sali di flussaggio che, ove si presenti, deve essere rimossa con accuratezza e deve essere seguita da un trattamento di riparazione dello strato, tramite vernici ad alto tenore di zinco, spray, ovvero tramite metallizzazione o riporto di zinco con barrette di lega a basso punto di fusione. Stesso destino per le piccole aree che per diversi motivi dovessero risultare non ricoperte dallo zinco.

Le aree riparate non possono superare in totale lo 0.5% della superficie del manufatto ed ogni singola area da riparare non può superare i 10 cm² di estensione, secondo la norma UNI EN ISO 1461.

Deve essere tenuto debito conto della possibilità di corrosione galvanica dello zinco, evitando comunque nel modo più assoluto il contatto con il rame. Analogamente, quando ciò non sia previsto progettualmente o avvenga in modo volontario e controllato, deve essere evitato il contatto con sostanze acide o comunque corrosive per lo zinco e con materiali in grado di rilasciare, nel tempo di vita utile della struttura, tali sostanze.

Deve altresì essere evitato il permanere di elementi zincati, soprattutto se da poco tempo, in condizioni di umidità elevata e scarsa ventilazione (es. fittamente accatastati e/o coperti con teli impermeabili, in condizioni di elevata umidità ambientale), per prevenire la formazione della cosiddetta "ruggine bianca" (idrossido di zinco).

In ogni caso gli elementi trattati, all'atto della posa in opera, devono risultare dotati di un rivestimento in ottime condizioni di conservazione).

Alluminio e sue leghe

Le norme che riguardano questi materiali sono numerosissime e inerenti i vari aspetti metallurgici ed applicativi. Devono nondimeno essere applicate integralmente nella produzione e predisposizione dei materiali da impiegare nelle opere da realizzare. In particolare devono essere impiegati, per la realizzazione delle strutture, componenti strutturali dotati di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alla norma UNI EN 1090-1 (esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio: requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali) e 1090-3 (esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio: requisiti tecnici per le strutture di alluminio).

Si riportano qui alcune tra le principali ulteriori norme da osservare, riguardanti l'alluminio e le leghe di alluminio per applicazioni nel campo dell'ingegneria civile ed impiantistica, divise per argomenti:

- Produzione: UNI 11245 (leghe per trattamento superficiale), UNI EN 575 (leghe ottenute per fusione), 12681 (radiografie in fonderia);
- Prodotti: UNI EN 485 (lamiere, nastri, piastre), 486 (billette), 487 (placche da laminazione), 507 (elementi per coperture non autoportanti), 508-2 (elementi per coperture autoportanti), 573 (composizione chimica e forma prodotti), 586 (fucinati), 603 (semilavorati per fucinatura), 604, 1559-4 e 1706 (getti), 754 (barre e tubi trafilati a freddo), 755 (barre, tubi e profilati estrusi), 1301 (filo trafilato), 1386 (lamiere goffrate), 1396 (lamiere e nastri trattati, in coils), 1592 (tubi elettrosaldati), 1715 (vergella), 10143 (lamiere sottili e nastri con rivestimento a caldo in continuo), 12020 (profilati di precisione estrusi), 13957 (tubi tondi estrusi), 13958 (tubi tondi trafilati), 14121 (prodotti per applicazioni elettrotecniche), 15088 (applicazioni strutturali), UNI 3952 (serramenti), 10429 (getti pressofusi), 10569 (getti pressocolati);
- Trattamenti: UNI 7796 (anodizzazione a spessore), 9921 (cromatazione e fosfocromatazione), 10681 (strati di ossido decorativi), 11246 (trattamento anti-graffiti), UNI/TS 11398 (verniciatura per getti), UNI EN 1456 (rivestimenti elettrolitici), 12206 (rivestimenti a polvere), 12487 (rivestimenti cromati), UNI EN ISO 7599 (anodizzazione);
- Applicazioni: UNI EN 40-6 (pali per illuminazione), 1011-4 (saldature), 12258 (termini e definizioni), 12517 (accettazione giunti saldati), 13981 (applicazioni ferroviarie strutturali), 15530 (aspetti ambientali), UNI EN ISO 9692-3, 10042, 13919-2, 14327, 14532, 15614, 18594, 18595 e 18723 (saldature);
- Controlli e prove: UNI 3345-5, 4115, 9834, 10731, 10733, UNI/TS 11398, UNI EN 12681, UNI EN ISO 1669, 2085, 2106, 2128, 2143, 2376, 2931, 3210, 3211, 3613, 6581, 6719, 7668, 7759, 7799, 8251, 8993, 8994, 10215, 11846, 14242, 14726, 15329, 18595;
- Progettazione: UNI EN 1999 (Eurocodice 9: strutture di alluminio), CNR-DT 208/2011 del 08/11/2011 (istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di strutture di alluminio).

Rame e sue leghe

Le norme che riguardano questi materiali sono numerosissime e inerenti i vari aspetti metallurgici ed applicativi. Devono nondimeno essere applicate integralmente nella produzione e predisposizione dei materiali da impiegare nelle opere da realizzare. In particolare devono essere impiegati, per il trasporto di acqua e gas e quando previsto in progetto, tubi senza saldatura dotati di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo, in conformità alla norma UNI EN 1057 (tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento).

Si riportano qui alcune tra le principali norme riguardanti il rame e le sue leghe, per applicazioni nel campo dell'ingegneria civile ed impiantistica, divise per argomenti:

– Prodotti: UNI EN 506 (elementi autoportanti per coperture), 1057 (tubi senza saldatura per acqua e gas), 1172 (lastre e nastri per edilizia), 7391 (PC per stampaggio e estrusione), 12166 (fili);

– Particolari applicazioni: UNI 10724 (sistemi di raccolta e smaltimento acque meteoriche con elementi discontinui), UNI 10372 (coperture con lastre metalliche).

Occorre fare particolare attenzione alle proprietà galvaniche del rame che, avendo potenziale elettrochimico molto alto, tende a determinare la corrosione dei metalli con i quali è a contatto. Per effettuare fissaggi e giunzioni occorre pertanto utilizzare lo stesso rame o metalli o leghe compatibili, quali l'ottone e l'acciaio inossidabile AISI 316 ed ogni qualvolta ciò non sia possibile, utilizzare opportuni elementi dielettrici di separazione.

Polimetilmetacrilato (PMMA), policarbonato (PC), polipropilene (PP) e altre materie plastiche

Le norme che riguardano questi materiali sono numerosissime e inerenti i vari aspetti della produzione ed applicativi. Devono nondimeno essere applicate integralmente nella produzione e predisposizione dei materiali da impiegare nelle opere da realizzare. In particolare devono essere impiegati elementi in materiale plastico dotati di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo, in conformità alle norme seguenti: UNI EN 1873 (cupole monolitiche di materiale plastico per coperture: specifica di prodotto e metodi di prova), 14471 (sistemi di camini con condotti interni di plastica: requisiti e metodi di prova), 14963 (lucernari continui di materiale plastico con o senza basamenti: classificazione, requisiti e metodi di prova).

Si riportano qui alcune tra le principali ulteriori norme da osservare riguardanti il PMMA ed altre materie plastiche, per applicazioni nel campo dell'ingegneria civile ed impiantistica, divise per argomenti, rimandando ai paragrafi specifici per particolari categorie di prodotti in plastica (ad es. membrane e geosintetici):

– Prodotti: UNI 10452 (lastre ondulate e alveolari trasparenti), UNI EN 1013 (lastre trasparenti a parete semplice), UNI EN ISO 1043 (termini e definizioni), 1873 (polipropilene per stampaggio e estrusione), 7823 (lastre in PMMA), 8257 (materiali a base di PMMA per stampaggio o estrusione), 11963 (lastre di PC), 14021 (etichettatura a fini ambientali);

– Prove: UNI 8068 (materiali cellulari rigidi: reazione al fuoco), UNI EN ISO 75 (temperatura di inflessione sotto carico), 178 (proprietà flessionali), 179-1 (resistenza all'urto), 306 (temperatura di rammollimento), 527 (resistenza a trazione), 1183-1 (metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari: metodo ad immersione, metodo del picnometro in mezzo liquido e metodo per titolazione), 1183-2 (metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari: metodo della colonna a gradiente di massa volumica), 1183-3 (metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari: metodo del picnometro a gas), 4589 (parti 1, 2, 3: comportamento al fuoco - indice di ossigeno), 8256 (resistenza ad urto-trazione), 9773 (comportamento al fuoco: contatto con piccola fiamma), 9969 (rigidezza anulare tubi), 10093 (prove al fuoco: sorgenti di accensione), 11925-2 (accendibilità dei prodotti sottoposti all'attacco diretto della fiamma: prova con l'impiego di una singola fiamma), 12017 (lastre estruse a doppia e tripla parete in PMMA), 15791 (prove al fuoco su una scala intermedia: guida generale), UL 94 (prove al fuoco).

Nell'uso delle materie plastiche deve essere posta particolare attenzione alle seguenti proprietà: durabilità, ovvero mantenimento nel tempo delle caratteristiche prestazionali, in funzione anche delle condizioni ambientali e del tipo di impiego previsti;

sicurezza nei confronti delle persone e, in subordine, nei confronti delle cose, legata spesso alla possibilità di rottura fragile, con eventuale formazione di schegge ed alla sicurezza nei confronti della possibilità di incendio, ovvero al comportamento al fuoco delle materie plastiche, valutabile attraverso parametri quali l'emissione di fumi tossici e/o corrosivi, l'autoestinguenza e l'indice di ossigeno.

Per quanto riguarda in particolare il comportamento al fuoco, si deve tenere debito conto dell'eventuale aggiunta alle materie plastiche di ritardanti di fiamma, sostanze (in genere alogenati o fosforo) che, pur conferendo autoestinguenza ai materiali, durante la combustione danno origine a fumi tossici, opachi e corrosivi che possono causare danni a persone e cose.

A titolo esemplificativo si riporta la valutazione dell'autoestinguenza di alcune materie plastiche non modificate (secondo codifica internazionale) come da norme UL 94, tenendo conto che vale la seguente classificazione:

provino in orizzontale e di spessore ≤ 3 mm:

classe HB (Horizontal Burning): brucia ad una velocità ≤ 76 mm/1';

provino in verticale e di spessore specificato (3-6 mm), esposto dapprima a becco Bunsen per 10 s:

classe V0: la fiamma si estingue entro 10 secondi;

classe V1: la fiamma si estingue entro 30 secondi senza gocciolamento;

classe V2: la fiamma si estingue entro 30 secondi con gocciolamento.

Polimero	Cl.	UL	Polimero	Cl.	UL	Polimero	Cl.	UL
	94			94			94	
PA6	HB	-	PEI	V0		POM.h	HB	
	V2							
PA66	HB	-	PPS	V0		PET	HBP	
	V2		GF40					
PA66.6	HB	-	PP	HB		PVDF	V0	
	V2							
PA6G	HB	-	PE.300	HB		PTFE	V0	
	V2							
PA11	V2		PE.500	HB		PES	V0	
PC	HB	-	PE.1000	HB		PSU	HB	-
	V2						V2	
PPOm	HB		PVC	HB				
ABS	HB		POM.c	HB				

Sempre a titolo esemplificativo si riporta la valutazione dell'indice di ossigeno (LOI: Limiting Oxygen Index) di alcune materie plastiche come sopra, come da norma UNI EN ISO 4589, tenendo conto che l'indice di ossigeno è la concentrazione minima di ossigeno in presenza della quale il campione di materiale riesce ad alimentare la combustione per 3 minuti o a bruciare per 50 mm. Più alto è il LOI minore è la probabilità di combustione.

Polimero	LOI	Polimero	LOI	Polimero	LOI
PTFE	92	PESU	38	PET	22
PVDF	43	PC	26	PP	18
PI	36	PPO.m	31	PE	18
PSU	37	PA66	25	POM	16

Legno

Per la realizzazione di strutture in legno saranno impiegati esclusivamente prodotti semilavorati provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: UNI EN 13986 (pannelli a base di legno per l'utilizzo nelle costruzioni: caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura), 14080 (legno lamellare incollato: requisiti), 14081-1 (legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza: requisiti generali), 14081-2 (legno strutturale con sezione rettangolare classificato a macchina secondo la resistenza: requisiti aggiuntivi per le prove iniziali di tipo), 14081-4 (legno strutturale con sezione rettangolare classificato a macchina secondo la resistenza: regolazioni per i sistemi di controllo a macchina), 14081-3 (legno strutturale con sezione rettangolare classificato a macchina secondo la resistenza: requisiti aggiuntivi per il controllo della produzione in fabbrica), 14229 (pali per linee elettriche aeree), 14250 (strutture in legno assemblate con elementi in lamiera punzonata), 14342 (pavimentazioni in legno: caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura), 14374 (LVL: laminated veneer lumber ovvero elementi multistrato in sfogliati di legno), 14545 (connettori: requisiti), 14592 (elementi di collegamento di forma cilindrica: requisiti), 14915 (rivestimenti interni ed esterni di pareti con elementi di legno massiccio).

Inoltre, con riferimento soprattutto alla progettazione, dovranno essere osservate le norme di cui al D.M. 14/01/2008 e, per quanto applicabili, di cui alla norma UNI EN 1995 (Eurocodice 5: strutture in legno). Utile riferimento sono anche le istruzioni CNR-DT 206/2007 rev. 07.10.2008 (istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo delle strutture di legno).

Altre norme importanti da applicare, tra le moltissime, sono le seguenti: UNI EN 313 (classificazione pannelli in compensato), 335 e 1001 (durabilità), 336 (dimensioni), 384 (proprietà meccaniche e massa volumica), 385 e 387 (legno strutturale con giunti a dita), 390 (dimensioni lamellare), 622 (pannelli in fibra di legno), 635 e 636 (pannelli in compensato), 912 (connettori), 975 (classificazione segati di latifoglie in base all'aspetto), 1313 (dimensioni legno tondo e segati), 1315 (legno tondo), 844, 1312 e 1313 (legno tondo e segati), 1438 (simbologia), 1611 (classificazione segati di conifere in base all'aspetto), 1912 (classi di resistenza), 1927 (classificazione legno tondo di conifere), 13145 (traverse ferroviarie), 13227 (pavimentazioni non ad incastro), 13226 e 13228 (pavimentazioni ad incastro), 13353 (pannelli in legno massiccio), 13629 (tavole preassemblate per pavimentazioni), 13647 (pavimenti e rivestimenti a elementi discontinui), 13756 (terminologia pavimentazioni), 14220 (infissi esterni), 14221 (infissi interni), 14272 e 12369-2 (calcolo pannelli in compensato), UNI/TR 11436 (durabilità), UNI 4390 (caratteristiche macroscopiche), 8662 (trattamenti preservanti), 9784 (preservazione del legno), 11035 (classificazione a vista del legno strutturale secondo la resistenza meccanica), UNI CEN/TS 12169 (conformità lotto di segati).

Bitumi e leganti bituminosi

Saranno impiegati esclusivamente prodotti provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. , Dovranno in particolare essere conformi alle norme: UNI EN 12591 (bitumi per applicazioni stradali), 13808 (emulsioni cationiche bituminose), 13924 (bitumi di grado duro, anche denominati hard, per pavimentazioni), 14023 (bitumi modificati con polimeri), 15322 (leganti bituminosi fluidificati e flussati).

Vetro

Il prodotto di base (miscuglio solido di ossidi, dei quali il principale è il biossido di silicio: SiO₂) è il cosiddetto vetro "piano" o "lustro" o float, ottenuto per galleggiamento del vetro fuso su stagno liquido. Così realizzate, in continuo e perfettamente levigate, le lastre costituiscono già un

semilavorato direttamente utilizzabile. Tuttavia, per gli utilizzi più comuni, c'è bisogno di ulteriori trattamenti, quali:

la modifica della composizione, per la produzione di vetri colorati e vetri speciali (per es. aggiungendo piombo si ottiene il cosiddetto “vetro cristallo”);

la associazione con altri materiali, che permette la realizzazione di prodotti compositi quali: vetro e PVB (polivinilbutirrale - per vetri stratificati di sicurezza), vetro e resina (per isolamento acustico), vetro e gel (per vetrate antifuoco), vetro con particolari funzioni estetiche (vetro decorativo);

la trasformazione della superficie (molatura, sabbiatura, satinatura, acidatura, stampatura, serigrafia, verniciatura, laccatura, ecc.);

il deposito superficiale (“coatizzazione” o coating) di strati sottili di particolari composti per la fabbricazione di specchi (argentatura), vetri smaltati (smaltatura), vetri a controllo solare, vetri per risparmio energetico, ecc.;

l'indurimento meccanico (tempra termica o chimica) per la produzione di vetri di sicurezza.

l'HST (Heat Soak Test), consistente in un trattamento termico, successivo alla tempra, destinato ad eliminare i vetri che presentano rischi di rotture spontanee;

la curvatura (o bombatura) delle lastre;

la stratificazione, che si ottiene interponendo materiale plastico (in genere membrane sottili di PVB) tra due o più lastre di vetro, sotto l'azione combinata di calore e pressione.

Un particolare prodotto a base di vetro, non tirato in lastre ma che ha un notevole impiego nelle costruzioni stradali ed anche come additivo per materie plastiche, sono le microsfele di vetro (dette anche “perline”), che attribuiscono alle vernici cosiddette “spartitraffico” migliori prestazioni e alle stesse e alle loro applicazioni proprietà retroriflettenti. Tali microsfele possono essere premiscelate alle vernici o “post-spruzzate” sulle superfici immediatamente dopo la verniciatura. La loro granulometria è caratterizzata dai seguenti diametri massimi: 200÷250 µm per perline da premiscelare con funzione di retroriflettenza, 60÷90 µm per perline da premiscelare per miglioramento prestazioni vernice, 850÷1000 µm per perline da post-spruzzare.

Prodotto affine è costituito dai cosiddetti “granuli di vetro”, a spigoli vivi e anch'essi da post-spruzzare, aventi funzione antiderapante o antiscivolo, per i quali il diametro massimo può superare i 1000 µm.

Nelle costruzioni saranno comunque impiegati esclusivamente prodotti in vetro provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: UNI EN 572-9 (prodotti di base di vetro di silicato sodocalcico: valutazione della conformità/norma di prodotto), 1036-2 (specchi di vetro float argentato per uso in interni: valutazione di conformità/norma di prodotto), 1051-2 (mattoni di vetro per pareti e pavimentazioni: valutazione di conformità/norma di prodotto), 1096-4 (vetri rivestiti: valutazione della conformità/norma di prodotto), 1279-5 (vetrate isolanti: valutazione della conformità), 1423 (microsfele di vetro, granuli antiderapanti e loro miscele, per post-spruzzatura nelle applicazioni di segnaletica orizzontale), 1748-1-2 (vetri borosilicati: valutazione di conformità/norma di prodotto), 1748-2-2 (vetro ceramica: valutazione della conformità/norma di prodotto), 1863-2 (vetro di silicato sodocalcico indurito termicamente: valutazione della conformità/norma di prodotto), 12150-2 (vetro di silicato sodocalcico di sicurezza temprato termicamente: valutazione di conformità/norma di prodotto), 12337-2 (vetro di silicato sodocalcico indurito chimicamente: valutazione della conformità/norma di prodotto), 13024-2 (vetro di borosilicato di sicurezza temprato termicamente: valutazione della conformità/norma di prodotto), 13167 (prodotti di vetro cellulare, o CG: cellular glass, ottenuti in fabbrica: specificazione), 14178-2 (prodotti di base di vetro a matrice alcalina: valutazione della conformità/norma di prodotto), 14179-2 (vetro di sicurezza di silicato sodocalcico temprato termicamente e sottoposto ad heat soak test: valutazione della conformità/norma di prodotto), 14321-2 (vetro di sicurezza a matrice alcalina

temprato termicamente: valutazione della conformità/norma di prodotto), 14449 (vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza: valutazione della conformità/norma di prodotto).

Ulteriori norme da osservare sono le seguenti, divise per argomenti:

- Prodotti di base: UNI EN 572-1 (definizioni e proprietà generali fisiche e meccaniche del vetro per edilizia), 572-2 (vetro float), 572-3 (vetro lustro armato), 572-4 (vetro tirato), 572-5 (vetro stampato), 572-6 (vetro stampato armato), 572-7 (vetro profilato armato e non armato), 572-8 (forniture di vetro in dimensioni fisse);
- Vetri rivestiti: UNI EN 1096-1 (definizioni e classificazione), 1096-2 (requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe A, B ed S), 1096-3 (requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe C e D);
- Vetri stratificati: 12543-1 (definizioni e descrizione delle parti componenti), 12543-2 (vetro stratificato di sicurezza), 12543-3 (vetro stratificato), 12543-4 (metodi di prova per la curabilità), 12543-5 (dimensioni e finitura dei bordi), 12543-6 (aspetto);
- Vetri trattati termicamente: UNI EN 1863-1 (vetro indurito termicamente: definizione e descrizione), 12150-1 (vetro temperato termicamente: definizione e descrizione);
- Vetri trattati chimicamente: UNI EN 12337-1 (vetro indurito chimicamente: descrizione e definizione);
- Vetrate isolanti: UNI EN 1279-1 (generalità, tolleranze dimensionali e regole per la descrizione del sistema), 1279-2 (metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d'acqua), 1279-3 (prove d'invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas), 1279-4 (metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo), 1279-6 (controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche), 12758 (vetrazioni e isolamento acustico per via aerea: descrizioni del prodotto e determinazione delle proprietà), 12898 (determinazione dell'emissività), 673 (determinazione della trasmittanza termica (valore U): metodo di calcolo), 674 (determinazione della trasmittanza termica (valore U): metodo della piastra calda con anello di guardia), 675 (determinazione della trasmittanza termica (valore U): metodo dei termoflussimetri), 410 (determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate);
- Sicurezza: UNI EN 356 (vetro di sicurezza: prove e classificazione contro l'attacco manuale), 1063 (vetrate di sicurezza: classificazione e prove di resistenza ai proiettili), 12600 (prova del pendolo: metodo della prova di impatto e classificazione per vetro piano), 13541 (vetro di sicurezza: prove e classificazione della resistenza alla pressione causata da esplosioni);
- Varie: UNI 6534 (vetrazioni in opere edilizie: progettazione, materiali e posa in opera), 7143 (vetri piani: spessore dei vetri piani per detrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell'azione del vento e del carico neve), 7697 (criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie), UNI EN 1288 (determinazione della resistenza a flessione del vetro).

In ogni caso le lastre impiegate dovranno essere delle richieste dimensioni, di un sol pezzo, di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolori, trasparenti, prive di scorie, bolle, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lattiginose, macchie e qualsiasi altro difetto.

Geosintetici

Generalità

I "geosintetici" sono prodotti ad alta tecnologia, molto variegati e di tipo prefabbricato, costituiti dall'unione di materie derivanti in parte dalla petrolchimica ed in parte dall'industria tessile. Hanno in comune le seguenti caratteristiche:

- sono prefabbricati;
- sono disponibili in rotoli (di altezza in genere compresa tra 1 e 6 metri) o talvolta in pannelli;

– sono impiegati in opere di ingegneria geotecnica (strade, ferrovie, opere di sostegno, rilevati rinforzati, sistemi di drenaggio, gallerie, dighe, bacini, canali, discariche controllate e opere di contenimento reflui), in conformità al D.M. 14/01/2008 e, per quanto applicabile, alla norma UNI EN 1997 (Eurocodice 7: geotecnica).

Il loro utilizzo nelle opere in appalto deve tenere conto delle seguenti problematiche: tipologia di geosintetico, materiali (fibre polimeriche eventualmente abbinata a fibre naturali), proprietà tecniche (peso, spessore, resistenza alla trazione o al taglio, allungamento, permeabilità, ecc.).

Deve essere valutato con particolare attenzione l'impiego di tali materiali quando vi sia possibilità di degrado accelerato da parte di agenti esterni (agenti chimici, radiazione UV, calore, ecc.), tra i quali si segnala l'azione dei percolati e l'esposizione al fuoco o al calore prodotto da possibili incendi.

Alcuni materiali polimerici impiegati nella realizzazione di geosintetici sono i seguenti: polietilene (PE), polietilene ad alta densità (HDPE), polipropilene (PP), poliestere (polietilentereftalato – PET), polivinilcloruro (PVC), poliammide (PA), etilene propilene diene monomero (EPDM). Vari polimeri miscelati possono formare una poliolefina flessibile termoplastica (TPO – Thermoplastic Poly-Olefin o FPO – Flexible Poly-Olefin), che genera una famiglia di prodotti di ultima generazione, dalle ottime prestazioni ed ecocompatibili.

Nonostante non siano costituiti da materiale sintetico, vengono solitamente inseriti in questa categoria anche prodotti con forma e funzioni analoghe ma costituiti da materiali naturali, solitamente fibre vegetali (cocco, iuta, ecc.). Tali prodotti sono di per se ecocompatibili e biodegradabili, quindi idonei a funzioni di tipo provvisorio come ad esempio di controllo dell'erosione e/o della stabilità dei pendii e delle sponde di corsi d'acqua, prima del loro rinverdimento con le essenze vegetali previste.

Classificazione

I geosintetici si suddividono nelle seguenti categorie, suggerite dalla IGS (International Geosynthetics Society):

Simbolo	Denominazione internazionale	Denominazione italiana
GSY	Geosynthetic material	Geosintetico
GBA	Geobar	Geobarra
GBL	Geoblanket	Geostuoia, biostuoia (di solito biodegradabile e provvisoria)
GCE	Geocell	Geocella
GCD	Geocomposite drain	Geocomposito per drenaggio
GCL	Geocomposite clay liner	Geocomposito bentonitico
GEC	Geosynthetic erosion control material	Geosintetico per il controllo dell'erosione
GEK	Electrokinetic geosynthetic	Geosintetico elettrocinetico (realizzato con polimeri elettrosensibili)
GFO	Geofoam	Geoschiuma
GFR	Geoform	Geoforma (destinata a riempimento)
GGR	Geogrid	Geogriglia
GMA	Geomat	Geostuoia (a struttura tridimensionale)
GMB	Geomembrane	Geomembrana
GMT	Geomatress	Geomaterasso
GNT	Geonet	Georete
GSP	Geospacer	Geodistanziatore
GST	Geostrip	Geostriscia

Simbolo	Denominazione internazionale	Denominazione italiana
GTX	Geotextile	Geotessile
GTXw	Woven geotextile	Geotessile tessuto
GTXnw	Nonwoven geotextile	Geotessile nontessuto

Geotessili

Sono manufatti permeabili e filtranti disponibili in fogli, strisce e pannelli e possono essere di tipo tessuto, tessuto "maglieria" e nontessuto.

Geotessili tessuti: strutture piane e regolari formate dall'intreccio di due o più serie di fili costituiti da fibre sintetiche: fili di ordito (paralleli al senso di produzione) e fili di trama (perpendicolari ai primi), che consentono di ottenere aperture regolari e di piccole dimensioni. In relazione alla sezione della fibra e alla tipologia di tessitura, possono essere suddivisi in geotessili tessuti monofilamento, geotessili tessuti a "bandelette" (nastri appiattiti) e geotessili tessuti DOS (Directionally Oriented Structure).

Geotessili tessuti a maglieria: di tipo DOS, sono prodotti con sistema maglieria, in catena con inserzione di trama.

Geotessili non-tessuti: strutture piane composte da fibre sintetiche disposte casualmente e coesionate con metodi meccanici o termici. In relazione alla lunghezza delle fibre, i geotessili nontessuti agugliati possono essere a filamento continuo oppure a fibra corta ("fiocco").

Geogriglie

Possono essere di tipo estruso, di tipo tessuto o del tipo "a nastri saldati". Svolgono soprattutto una funzione di rinforzo, che viene anche favorita dalla loro particolare struttura, tale da esercitare un effetto cerchiante rispetto alle particelle di terreno che trovano alloggio nelle aperture della geogriglia stessa.

Geogriglie estruse: strutture piane realizzate con materiali polimerici (in genere polietilene ad alta densità o polipropilene) mediante un processo di estrusione e successiva stiratura, che può essere svolto in una sola direzione (da cui le geogriglie monodirezionali, caratterizzate da una resistenza a trazione in senso longitudinale nel campo tra 45 e 200 kN/m) o nelle due direzioni principali (da cui le geogriglie bidirezionali, che hanno una resistenza minore, ma circa uguale nei due sensi, compresa tra 10 e 50 kN/m).

Geogriglie a nastri saldati (bonded): strutture piane, in cui due o più serie di fibre o altri elementi sintetici vengono connessi ad intervalli regolari per mezzo di saldatura. Tali geogriglie sono in genere costituite da un nucleo di filamenti in poliestere ad alta tenacità e da un rivestimento in polietilene e sono caratterizzate da resistenze variabili nelle due direzioni e comprese tra 15 e 1200 kN/m.

Geogriglie tessute

Strutture piane a forma di rete costituite da fibre sintetiche ad elevato modulo (in genere poliestere), ricoperte da un ulteriore strato protettivo, sempre in materiale sintetico, in grado di garantire una resistenza strutturale delle giunzioni.

Geomembrane

Sono materiali impemeabili, disponibili in forma di manufatti laminari, che possono essere sintetici, bituminosi o bentonitici (propriamente detti geocompositi bentonitici).

Geomembrane sintetiche

Omogenee o rinforzate, a seconda che esista o meno un elemento di rinforzo (sintetico o metallico) all'interno dello spessore, possono inoltre essere di tipo plastomerico od elastomerico.

Le geomembrane plastomeriche sono fogli con spessore compreso tra 0.5 e 2.5 mm, fabbricati con diversi metodi produttivi (calandratura, estrusione e spalmatura) e caratterizzati da coefficienti di permeabilità molto ridotti. Le geomembrane elastomeriche sono fogli con spessore compreso tra 0.5 e 2.0 mm, caratterizzati da coefficienti di permeabilità molto ridotti e fabbricati mediante una lavorazione che si sviluppa in due fasi: una prima fase, in cui si produce un impasto omogeneo, costituito dal polimero non vulcanizzato (gomma cruda) e da una serie di additivi vari con specifiche funzioni; una seconda fase di calandratura.

Geomembrane bituminose

fogli con spessore compreso tra 3.0 e 6.0 mm e larghezza variabile da 1.0 a 1.5 m, fabbricati mediante la lavorazione di una miscela fusa (costituita da bitumi, polimeri plastomerici e/o elastomerici e cariche minerali) e caratterizzati da coefficienti di permeabilità molto ridotti. In fase di produzione, generalmente si parte da un supporto (nontessuto o tessuto, in poliestere o fibra di vetro) che, nel corso di un processo continuo, viene impregnato nella miscela fusa, successivamente raffreddato ed accoppiato a fogli antiaderenti, prima dell'avvolgimento.

Georeti

Strutture a maglia costituite da due serie sovrapposte di fili (di spessore compreso tra 3 e 15 mm) che si incrociano con angolo costante (in genere compreso tra 60° e 90°), in modo da formare aperture regolari costanti (in genere comprese tra 10 e 20 mm d'ampiezza); vengono prodotte per estrusione di polimeri termoplastici (in genere polietilene ad alta densità) e la saldatura delle due serie di fili viene realizzata per parziale compenetrazione nei punti di contatto, quando il polimero è ancora allo stato semifluido. Le georeti, se applicate congiuntamente a geotessili come filtri e/o geomembrane come elementi di tenuta, possono assolvere funzioni di drenaggio, cioè di trasmissione dei fluidi nel proprio spessore.

Geostuoie

Sono costituite da filamenti di materiali sintetici (polietilene ad alta densità, poliammide, polipropilene od altro), aggrovigliati in modo da formare uno strato molto deformabile dello spessore di 10-20 mm, caratterizzato inoltre da un indice dei vuoti assai elevato (mediamente superiore al 90%). Le geostuoie possono essere impiegate su pendii e scarpate per migliorare la resistenza all'erosione provocata dall'impatto delle gocce di pioggia e dalle acque di ruscellamento, in modo da costituire un rinforzo superficiale nella fase di crescita della vegetazione. In certi casi le geostuoie possono essere impiegate anche come elementi di protezione dall'erosione in sponde di canali o corsi d'acqua: il loro uso è limitato essenzialmente al rivestimento della parte di sponda normalmente non bagnata dall'acqua e sottoposta quindi alla sola azione delle acque meteoriche e di ruscellamento. Come le georeti, in certi casi le geostuoie possono essere impiegate anche come elementi di trasmissione dei fluidi (drenaggio) congiuntamente a geotessili e/o geomembrane: il loro uso in questo settore è limitato a quei progetti in cui i geosintetici sono sottoposti a limitati carichi statici.

Geocelle

Sono costituite da celle giustapposte prodotte per assemblaggio o estrusione di strisce di materiali sintetici di altezza pari a circa 100 mm, che realizzano una struttura a nido d'ape o simile. La funzione principale delle geocelle è quella di contenimento del terreno o di altri materiali sciolti. Tale funzione consente alle geocelle, una volta riempite di terreno, o di altri materiali sciolti di evitare lo scivolamento del terreno superficiale su scarpate e pendii.

Geocompositi

L'unione di più geosintetici, anche dalle caratteristiche contrastanti, nella risoluzione in un unico prodotto di più problematiche o di aspetti diversi della stessa problematica, da origine ai cosiddetti “geocompositi”, dei quali di seguito sono descritte le due principali tipologie in uso.

Geocompositi per drenaggio

Possono essere costituiti da elementi omogenei o da elementi compositi. Nel primo caso (elementi omogenei), si tratta di elementi sintetici stampati con profilo particolare, in modo da consentire la massima capacità drenante nel caso siano posti a contatto con superfici piane (muri di sostegno, sottofondazioni, etc.). Nel secondo caso (elementi compositi), sono costituiti dall'associazione in fase di produzione di uno strato di georete (o di geostuoia o di elemento stampato) racchiuso tra 2 strati di geotessile: la georete (o la geostuoia o l'elemento stampato) ha funzione drenante ed i due geotessili hanno funzione filtrante. Talvolta i geocompositi per il drenaggio possono essere anche realizzati associando un solo geotessile alla georete (o alla geostuoia o all'elemento stampato) oppure, per particolari esigenze, possono essere costituiti da un geotessile, con funzione di filtro, da una georete (o geostuoia o elemento stampato), con funzione drenante (trasmissione dei fluidi), e da una geomembrana, con funzione di barriera. Lo spessore complessivo del geocomposito può variare tra 5 e 30 mm. Per espletare la funzione di trasmissione dei fluidi di fondamentale importanza risulta lo studio del comportamento sotto carico e nel tempo (creep).

Geocompositi bentonitici

Prodotti costituiti da bentonite sodica e geosintetici: essi consistono di un sottile strato di argilla (bentonite) racchiuso tra 2 geotessili o incollato ad una geomembrana sintetica. Allo stato attuale sono disponibili in commercio tre tipi di geocompositi bentonitici:

il primo tipo è realizzato fissando meccanicamente (mediante processo di agugliatura o di cucitura) uno strato di bentonite interposto tra due geotessili: tale sistema di vincolo determina un incremento di resistenza al taglio all'interfaccia bentonite-geotessile. In corrispondenza delle giunzioni in sito, i materiali vengono semplicemente sovrapposti e, nel caso di GCL prodotto mediante agugliatura, della polvere di bentonite è interposta lungo la striscia di sovrapposizione. La sigillatura si realizza quando la bentonite viene idratata, senza la necessità di alcuna cucitura di tipo meccanico;

il secondo tipo è realizzato mescolando polvere di bentonite sodica a granulometria controllata con un collante solubile in acqua che è poi posto tra i due geotessili. Il collante ha lo scopo di tenere insieme il materiale durante le operazioni di trasporto e di posa. Il geotessile inferiore è molto sottile e con tessitura larga, cosicché in corrispondenza delle sovrapposizioni la bentonite fuoriesce dalle aperture del geotessile quando si idrata, realizzando in tal modo la sigillatura della sovrapposizione;

il terzo tipo è realizzato mescolando la bentonite con un collante che la fa aderire ad una geomembrana di polietilene ad alta densità (HDPE). Come nel caso del secondo tipo, il materiale è autosigillante in corrispondenza delle sovrapposizioni.

Geosintetici biologici

Sono realizzati assemblando, tramite tessitura, agugliatura, incollaggio, cucitura, confinamento, ecc., materie e/o fibre vegetali come, ad esempio, paglia, juta, cocco, fibre legnose, ecc., a formare fogli forniti in rotoli o pannelli, dello spessore di qualche millimetro, talora abbinati ad altre membrane a formare geocompositi, talora già caricati con sementi e/o fertilizzanti. In molti casi il loro degrado va a costituire esso stesso un fertilizzante.

Per le motivazioni suddette essi trovano numerosi e molteplici campi di applicazione e di impiego, quali: rivestimento di scarpate di rilevati stradali e ferroviari, rivestimento di argini spondali, fluviali, lacustri e marini (in tali applicazioni occorre verificare che le tensioni tangenziali di

trascinamento siano compatibili con la resistenza meccanica dei prodotti impiegati), rivestimento di paramenti di dighe in terra o di aree bonificate, rinforzo delle terre quali ritentori di fino (solitamente in abbinamento ad altri geosintetici di rinforzo), recupero di cave, sistemazione di scarpate, rinaturazioni, impianti sportivi.

Sono forniti in genere in forma di tessuti o stuoie (quando sono spesse assumono la forma di veri e propri materassini).

Biotessili

sono costituiti da fibre naturali (tipo juta e cocco) assemblate in modo da formare una struttura tessuta, da non aperta a molto aperta, molto deformabile, in grado di ben adattarsi al supporto. I biotessili, proprio per la natura dei materiali costituenti, possono assolvere esclusivamente funzioni provvisoriale, quali la protezione dall'erosione di pendii e scarpate durante la fase di crescita della vegetazione.

Biostuoie: sono costituite da fibre naturali (paglia, cocco, sisal, ecc.), in genere contenute tra reti in materiale sintetico (tipo polipropilene o poliammide) o naturale (tipo juta). Le biostuoie hanno uno spessore che può arrivare a qualche decina di mm, sono anch'esse di solito disponibili in rotoli e, analogamente ai biotessili, possono essere impiegate su pendii e scarpate per facilitare la crescita della vegetazione definitiva e migliorare dunque le caratteristiche di resistenza all'erosione nella fase preliminare.

Geotessili e affini

Generalità

I prodotti da impiegarsi dovranno essere marchiati CE e dotati della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: UNI EN 13249 (caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico, escluse ferrovie e l'inclusione in conglomerati bituminosi), 13250 (caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di ferrovie), 13251 (caratteristiche richieste per l'impiego nelle costruzioni di terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno), 13252 (caratteristiche richieste per l'impiego nei sistemi drenanti), 13253 (caratteristiche richieste per l'impiego nelle opere di controllo dell'erosione: protezione delle coste, rivestimenti di sponda), 13254 (caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di bacini e dighe), 13255 (caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di canali), 13256 (caratteristiche richieste per la costruzione di gallerie e strutture in sotterraneo), 13257 (caratteristiche richieste per l'impiego in discariche di rifiuti solidi), 13265 (caratteristiche richieste per l'impiego nei progetti di contenimento dei rifiuti liquidi).

Potrà essere qualificato prima dell'impiego, a discrezione della Direzione Lavori, mediante prove da eseguire in funzione delle singole applicazioni (se ne riporta di seguito un elenco a titolo indicativo).

Prova	Norma
Campionatura (per N deve intendersi il rotolo o la pezza)	UNI 8279-1
Permeabilità all'aria	UNI 8279-3, UNI EN ISO 9073-15
Resistenza a trazione (metodo di Grab)	UNI 8279-4, UNI EN 13934-2, UNI EN ISO 9073-18
Resistenza alla perforazione (metodo della sfera)	UNI 8279-11, UNI EN ISO 9073-5
Variazione dimensionale a caldo	UNI 8279-12
Permeabilità radiale all'acqua	UNI 8279-13, UNI EN ISO

Prova	Norma
	9073-17
Resistenza al punzonamento e relativa deformazione a rottura	UNI 8279-14
Termosaldabilità	UNI 8279-15
Tempo di assorbimento di acqua (metodo della goccia)	UNI 8279-16
Stabilità agli agenti atmosferici artificiali	UNI 8279-17
Massa areica e lineare	UNI 5114
Massa areica	UNI EN 29073-1, UNI EN ISO 9864
Resistenza a trazione (su striscia di 5 cm di larghezza) e allungamento	UNI EN 29073-3, UNI EN ISO 13934-1
Spessore, in mm	UNI EN ISO 9073-2, UNI EN ISO 9863-2
Resistenza alla lacerazione	UNI EN ISO 9073-4
Identificazione in sito	UNI EN ISO 10320
Permeabilità all'acqua perpendicolare al piano, senza carico	UNI EN ISO 11058
Resistenza alla penetrazione dell'acqua in pressione	UNI EN 13562
Resistenza agli agenti atmosferici	UNI EN 12224
Resistenza microbiologica mediante prova di interrimento	UNI EN 12225
Resistenza all'idrolisi in acqua	UNI EN 12447
Capacità drenante nel piano	UNI EN 12958
Dimensione di apertura (opening size) caratteristica	UNI EN 12956
Resistenza all'abrasione (metodo del blocco scorrevole)	UNI EN ISO 13427
Proprietà viscosive a trazione (tensile creep) fino a rottura	UNI EN ISO 13431
Messa in opera e prelievo campioni nel terreno per le prove di lab.	UNI EN ISO 13437
Resistenza all'ossidazione	UNI EN 13438
Efficacia nel tempo di geotessili in contatto con geosintetici-barriera	UNI EN 13719
Resistenza allo sfilamento dal terreno	UNI EN 13738
Resistenza a liquidi acidi e alcalini	UNI EN 14030
Comportamento nei confronti di batteri e funghi	UNI sperim. 8986

Si riportano di seguito alcune caratteristiche preferenziali dei geotessili, per gli usi di cui al presente Capitolato. Caratteristiche diverse dovranno essere adeguatamente motivate.

Geotessili non-tessuti

I geotessili non-tessuti dovranno essere ottenuti da fibre poliolefiniche (polipropilene e/o polietilene) o poliestere (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate mediante sistema di agugliatura meccanica, termofusione, termocalandratura e termolegatura stabilizzate ai raggi UV, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici. I geotessili non-tessuti possono essere a filo continuo, quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata, a fiocco, quando il filamento viene tagliato prima della cardatura.

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

Caratteristiche tecniche	Poliestere	Polipropilene
Densità: g/cm ³	1,38	0,90
Punto di rammollimento: °K	503÷523	413
Punto di fusione: °K	533÷538	443÷448

Punto d'umidità: % a 65% di umidità relativa 0,4 0,04

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

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

Geotessili tessuti

I geotessili tessuti devono essere prodotti con la tecniche della tessitura industriale a trama e ordito, con filati o bandelle in polipropilene o poliestere, stabilizzate ai raggi UV, con l'esclusione di materia prima riciclata.

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

Geosintetici in generale e con funzione di barriera

I prodotti da impiegarsi dovranno essere marchiati CE e dotati della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme seguenti:

geosintetici in generale: UNI EN 12226 (geosintetici: prove generali per valutazioni successive a prove di durabilità), 14151 (geosintetici: determinazione della resistenza allo scoppio), 14574 (geosintetici: determinazione della resistenza al punzonamento piramidale su supporto), 15381 (geosintetici e prodotti affini: requisiti per l'impiego in pavimentazioni e strati di usura), UNI EN ISO 9862 (geosintetici: campionamento e preparazione dei provini), 9863-1 (geosintetici: determinazione dello spessore a pressioni specificate di strati singoli), 9864 (geosintetici: determinazione della massa areica di geotessili e prodotti affini), 10318 (geosintetici: termini e definizioni), 10319 (geosintetici: prova di trazione a banda larga), 10321 (geosintetici: prova di trazione a banda larga per giunzioni e cuciture), 10722 (geosintetici: indice per la valutazione del danneggiamento meccanico causato da materiale granulare sotto carico ripetuto), 12236 (geosintetici: prova di punzonamento statico con metodo CBR), 12957-1 (geosintetici: determinazione delle caratteristiche di attrito - prova di taglio diretto), 12957-2 (geosintetici: determinazione delle caratteristiche di attrito - prova su piano inclinato), 13429 (geosintetici: determinazione dell'efficacia di protezione dal danneggiamento dovuto a un urto), 13433 (geosintetici: prova di punzonamento dinamico (prova di caduta del cono)), 13719 (geotessili e prodotti affini: determinazione dell'efficacia della protezione a lungo termine di geotessili in contatto con geosintetici con funzione barriera), 14196 (geosintetici: metodi di prova per la misurazione della massa areica di geocompositi bentonitici), 14414 (geosintetici: metodo di prova selettivo per la determinazione della resistenza chimica per applicazioni in discariche);

geosintetici con funzione barriera: UNI EN 13361 (geosintetici con funzione barriera: caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di bacini e dighe), 13362 (geosintetici con funzione barriera: caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di canali), 13491 (geosintetici con funzione barriera: caratteristiche richieste per l'impiego come barriere ai fluidi nella costruzione di gallerie e strutture in sotterraneo), 13492 (geosintetici con funzione barriera: caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di discariche per smaltimento, di opere di trasferimento o di contenimento secondario di rifiuti liquidi), 13493 (geosintetici con funzione barriera: caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di discariche per accumulo e smaltimento di rifiuti solidi), 14150 (geosintetici con funzione barriera: determinazione della permeabilità ai liquidi), 14415 (geosintetici con funzione barriera: metodo di prova per la

determinazione della resistenza alla percolazione), 14575 (geosintetici con funzione barriera: metodo di prova per la determinazione della resistenza all'ossidazione), 14576 (metodo di prova per la determinazione della resistenza di geosintetici polimerici con funzione barriera alla fessurazione da sollecitazione ambientale), 15382 (geosintetici con funzione barriera: caratteristiche richieste per l'impiego in infrastrutture di trasporto), UNI 11309 (geosintetici polimerici con funzione di barriera a base di polietilene a media e alta densità: caratteristiche e limiti di accettazione), 11332 (geocompositi bentonitici con funzione barriera: caratteristiche e limiti di accettazione), UNI CEN/TS 14416 (geosintetici con funzione barriera: metodo di prova per la determinazione della resistenza alle radici), 14417 (geosintetici con funzione barriera: metodo di prova per la determinazione dell'influenza dei cicli di asciutto/ bagnato sulla permeabilità dei geocompositi bentonitici), 14419 (geosintetici con funzione barriera: metodo di prova per la determinazione dell'influenza dei cicli gelo/disgelo sulla permeabilità dei geocompositi bentonitici).

Membrane per impermeabilizzazione

Si intendono qui le membrane impermeabili, prefabbricate, in materiale sintetico o naturale (catrame, asfalto, bitume, caucciù, cartone, bentonite sodica), da impiegarsi nelle costruzioni al di fuori di quelle già descritte nel paragrafo "geosintetici". Si tratta in massima parte di membrane, semplici o rinforzate, a singolo strato o a più strati, destinate ad essere applicate a strutture di vario genere che devono essere preservate dal contatto con liquidi. Ciò nonostante alcuni prodotti, pur garantendo impermeabilità ai liquidi, consentono tuttavia il passaggio di gas e vapori (es.: membrana in non-tessuto Tyvek (4)).

Sono in genere fornite in rotoli, ma qualche volta anche in pannelli e sono realizzate con materiali di molti tipi diversi. Le più comuni sono quelle a base di bitume modificato con polimeri (PMB – Polymer Modified Bitumen) elastomerici o plastomerici, quelle in polimeri termoplastici (ad es.: PVC-P, TPO, HDPE, EPDM) e quelle in bentonite sodica.

Per applicazioni che richiedono contemporaneamente buone prestazioni ed eco compatibilità sono da preferire le membrane in TPO (Thermoplastic Poly-Olefin), denominate anche: FPO (Flexible Poly-Olefin), FPP (Flexible Poly-Propylen) o FPA (Flexible Polypropylen Alloys). Questi materiali, ottenuti per polimerizzazione con processo denominato "catalloy" (brevetto iniziale Montell, poi divenuta Basell – acronimo derivante da BASF e Shell – oggi LyondellBasell):

non contengono sostanze cancerogene,

non contengono cloro,

non rilasciano sostanze tossiche nell'ambiente, quali i plastificanti spesso impiegati nella produzione di membrane polimeriche,

sono riciclabili o smaltibili in termovalorizzatore senza rilascio di diossine.

I prodotti da impiegarsi dovranno essere marchiati CE e dotati della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: UNI EN 13707 (membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di coperture: definizioni e caratteristiche), 13859-1 (definizioni e caratteristiche dei sottostrati: sottostrati per coperture discontinue), 13859-2 (definizioni e caratteristiche dei sottostrati: sottostrati murari), 13956 (membrane di materia plastica o gomma per l'impermeabilizzazione di coperture: definizioni e caratteristiche), 13967 (membrane di materiale plastico e di gomma impermeabili all'umidità incluse membrane di materiale plastico e di gomma destinate a impedire la risalita di umidità dal suolo: definizioni e caratteristiche), 13969 (membrane bituminose destinate a impedire la risalita di umidità dal suolo: definizioni e caratteristiche), 13970 (strati bituminosi per il controllo del vapore d'acqua:

(4) Tyvek è un marchio di proprietà della Du Pont de Nemours BVBA (Belgio).

definizioni e caratteristiche), 13984 (strati di plastica e di gomma per il controllo del vapore: definizioni e caratteristiche), 14695 (membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo soggette a traffico: definizioni e caratteristiche), 14909 (membrane di materiale plastico e di gomma destinate ad impedire la risalita di umidità: definizioni e caratteristiche), 14967 (membrane bituminose per muratura destinate ad impedire la risalita di umidità: definizioni e caratteristiche).

Ulteriori norme da osservare, fra le altre, sono le seguenti, divise per argomenti:

applicazioni: UNI EN 15836 (membrane di policloruro di vinile plastificato (PVC-P) per piscine interrate);

prove: UNI EN 1108 (membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture: determinazione della stabilità di forma in condizioni di variazioni cicliche di temperatura), 1110 (membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture: determinazione dello scorrimento a caldo), 1548 (membrane di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture: metodo per esposizione al bitume), 1847 (membrane di materiale plastico e gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture: metodi per l'esposizione agli agenti chimici liquidi, acqua inclusa), 1849 (determinazione dello spessore e della massa areica), 12316 (determinazione della resistenza al distacco delle giunzioni), 12317 (determinazione della resistenza al taglio delle giunzioni), 12691 (membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture: determinazione della resistenza all'urto), 13111 (sottostrati per coperture discontinue e pareti: determinazione della resistenza alla penetrazione dell'acqua), 13948 (membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture: determinazione della resistenza alla penetrazione delle radici), 14223 (impermeabilizzazione di ponti di calcestruzzo ed altre superfici di calcestruzzo soggette al transito di veicoli: determinazione dell'assorbimento d'acqua), 14224 (impermeabilizzazione di ponti di calcestruzzo ed altre superfici di calcestruzzo soggette al transito di veicoli: determinazione della capacità di resistenza alla fessurazione), 14693 (impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo trafficabili da veicoli: determinazione del comportamento delle lastre bituminose durante l'applicazione di mastici d'asfalto), 15976 (determinazione dell'emissività), 16002 (determinazione della resistenza al carico del vento di membrane flessibili fissate meccanicamente per l'impermeabilizzazione del tetto);

posa in opera: UNI 11333 (formazione e qualificazione degli addetti alla posa).

Tubazioni in ghisa

Saranno impiegate tubazioni in ghisa dotate di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme:

– Tubazioni ed accessori: UNI 7685 (tubi e raccordi filettati, portacavi, per impianti elettrici antideflagranti a prova di esplosione (AD-PE) - manicotti di ghisa, zincati), 9163 (tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione - giunto elastico automatico - dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto), UNI EN 545 (tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua - requisiti e metodi di prova), 598 (tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro giunti per fognatura - requisiti e metodi di prova), 877 (tubi e raccordi di ghisa, loro assemblaggi e accessori per l'evacuazione dell'acqua dagli edifici - requisiti, metodi di prova e assicurazione della qualità), 969 (tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte di gas - prescrizioni e metodi di prova), 1092-2 (flange e loro giunzioni - flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - flange di ghisa), 1171 (valvole industriali - valvole a saracinesca di ghisa), 10242 (raccordi di tubazione filettati di ghisa malleabile), 12334 (valvole industriali - valvole di ritegno

di ghisa), 12842 (raccordi di ghisa sferoidale per sistemi di tubazioni di PVC-U o PE - requisiti e metodi di prova), 13789 (valvole industriali - valvole a globo di ghisa), 14525 (adattatori di flange e manicotti a larga tolleranza da utilizzare con tubazioni di materiali differenti: ghisa duttile, ghisa grigia, acciaio, PVC-U PE, fibrocemento), UNI ISO 8180 (tubazioni di ghisa duttile - manicotto di polietilene per applicazione in cantiere);

– Trattamenti e rivestimenti: UNI EN 12502-5 (protezione di materiali metallici contro la corrosione - raccomandazioni sulla valutazione della probabilità di corrosione in impianti di distribuzione e di deposito di acqua - parte 5: fattori che hanno influenza su ghisa e su acciai non legati o basso legati), 14628 (tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale - rivestimento esterno di polietilene per tubi - requisiti e metodi di prova), 14901 (tubi, raccordi e accessori in ghisa sferoidale - rivestimento epossidico rinforzato dei raccordi e degli accessori in ghisa sferoidale - requisiti e metodi di prova), 15189 (tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - rivestimento esterno di poliuretano dei tubi - requisiti e metodi di prova), 15542 (tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - rivestimento esterno di malta cementizia per tubi - requisiti e metodi di prova), 15655 (tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - rivestimento interno in poliuretano per tubi e raccordi - requisiti e metodi di prova), ;

– Saldatura: UNI EN 1011-8 (saldatura - raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici - parte 8: saldatura della ghisa), UNI EN ISO 1071 (materiali d'apporto per saldatura - elettrodi rivestiti, fili, bacchette e fili animati tubolari per la saldatura per fusione della ghisa - classificazione);

– Controlli e prove: UNI ISO 10802 (tubazioni di ghisa a grafite sferoidale - prove idrostatiche dopo posa).

Se le tubazioni e gli elementi a corredo sono destinati all'adduzione di acqua per il consumo umano, devono essere rispettati i requisiti di cui al D.M. 06/04/2004 n. 174.

Tubazioni in PVC

Saranno impiegate tubazioni in cloruro di polivinile non plastificato (PVC-U) dei tipi definiti dalle norme UNI EN 1329, 1401, 1452, con giunti a bicchiere muniti di guarnizione di gomma, da installare con i previsti raccordi. Se destinate all'adduzione di acqua per il consumo umano, devono essere rispettati i requisiti di cui al D.M. 174/2004.

I tubi ed i raccordi dovranno essere certificati dall' I.I.P. (Istituto Italiano dei Plastici) con marchio di conformità IIP-UNI o Piip o rilasciato da altro organismo di certificazione di prodotto equivalente, accreditato in conformità alla norma UNI EN 45011. Dovranno essere altresì colorati, in massa, in uno dei colori previsti (grigio, arancio, avorio).

Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne e esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite ed esenti da screpolature, cavità ed altri difetti superficiali che possano influire sulla conformità alla norma.

Il materiale non dovrà contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento.

Le estremità dei tubi dovranno essere tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo. Tutti i tubi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza riportando, con frequenza non minore di un metro, almeno le seguenti informazioni:

identificazione del fabbricante;

marchio di conformità IIP-UNI o Piip o equivalente;

riferimento alla norma UNI EN;

materiale (PVC-U);

dimensioni nominali;

pressione nominale PN;

data di produzione (data o codice).

Tutti i raccordi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile riportando almeno le seguenti informazioni:

identificazione del fabbricante;
 marchio di conformità IIP-UNI o Piip o equivalente (*);
 riferimento alla norma UNI EN (*);
 materiale (PVC-U o PVC-UH);
 dimensioni nominali;
 pressione nominale PN (*);
 data di produzione (data o codice) (*).

(*). Informazione che è possibile riportare anche su di un'etichetta.

Stoccaggio, movimentazione e trasporto

Durante la movimentazione ed il trasporto delle tubazioni dovranno essere prese tutte le necessarie precauzioni per evitarne il danneggiamento; le stesse non dovranno venire in contatto con oggetti taglienti e, quando scaricate, non dovranno essere gettate o lasciate cadere o trascinate a terra. Dovranno essere stoccate su superfici piane e pulite ed in cataste ordinate e di altezza tale da evitare deformazioni e danneggiamenti, con particolare attenzione ai bicchieri dei tubi.

Installazione e collaudo

L'installazione ed il collaudo delle tubazioni dovranno essere eseguiti, come applicabili, in conformità alle norme UNI ENV 1046, UNI EN ISO 1452-12, UNI ENV 1401-3.

In ogni caso le giunzioni e le curvature delle tubazioni in PVC-U non dovranno mai essere realizzate per saldatura o comunque per mezzo del calore. Si dovranno prendere le necessarie precauzioni quando si maneggiano ed installano le tubazioni a temperature inferiori ai 0°C.

Nel caso di interrimento, il materiale di riempimento per il letto di posa e per la trincea dovrà essere costituito da sabbia priva di ciottoli, sassi taglienti, pietre, agglomerati d'argilla, creta, sostanze organiche o eventuale terreno gelato.

Per le installazioni sopra terra, si dovrà tenere conto delle variazioni dimensionali e le tubazioni dovranno essere posizionate in modo da comportare nel sistema il minimo sforzo possibile dovuto alle espansioni e contrazioni di elementi strutturali e delle tubazioni medesime.

Giunzioni ad anello elastomerico

I tubi dovranno essere forniti con idonei anelli elastomerici al fine di assicurare la tenuta delle giunzioni. Se gli anelli elastomerici non sono già posizionali nel tubo, al momento dell'installazione e prima del posizionamento, si dovrà procedere alla pulizia della loro sede ed eventualmente alla lubrificazione in conformità alle istruzioni del fornitore.

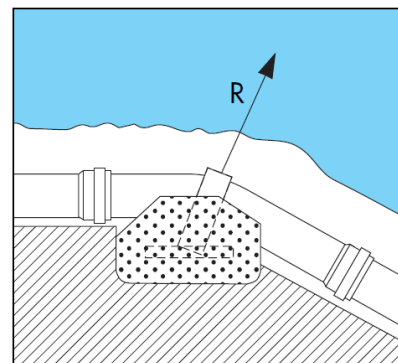
Nel caso in cui i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare all'asse e si dovrà effettuare lo smusso del codolo. I codoli dovranno essere inseriti nei bicchieri fino alla linea di riferimento (se presente) evitando contaminazioni.

Nel caso di utilizzo di giunzioni ad anello elastomerico che non sopportano sforzi assiali, la separazione della giunzione nelle applicazioni interrate dovrà essere prevenuta mediante blocchi di ancoraggio in cemento (v. figura), mentre sopra il suolo dovranno essere utilizzate apposite staffe di ancoraggio.

Giunzioni ad incollaggio

Per le tubazioni destinate al trasporto di acqua per uso umano, dovranno essere utilizzati unicamente adesivi idonei. Per la giunzione delle tubazioni mediante incollaggio dovranno essere seguite le istruzioni del fornitore e le seguenti:

nel caso i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare alle estremità e si dovrà effettuare lo smusso del codolo;



assicurarsi che le superfici da giuntare siano pulite ed asciutte;
applicare l'adesivo in modo uniforme ed in direzione longitudinale;
procedere, nei tempi specificati dal fornitore, alla giunzione delle estremità;
rimuovere i residui di adesivo;
lasciare asciugare per almeno cinque minuti;
non sottoporre la tubazione alla pressione interna prima di quanto indicato dal fornitore.

Tubazioni in PE

I tubi e i relativi raccordi ed accessori in polietilene delle categorie PE 80 e PE 100, utilizzati per trasporto di acqua in pressione, dovranno avere i requisiti previsti dalla normativa vigente ed in particolare dalle norme:

UNI EN 12201 (sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE)), suddivisa nelle seguenti parti: 1) generalità, 2) tubi, 3) raccordi, 4) valvole, 5) idoneità allo scopo del sistema, 7) guida per la valutazione della conformità;

UNI EN 13598 (sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi e fognature interrati non in pressione: policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE)), suddivisa nelle seguenti parti: 1) specifiche per raccordi ausiliari inclusi i pozzetti di ispezione poco profondi, 2) specifiche per i pozzetti di ispezione accessibili al personale e per le camere di ispezione, per installazioni interrate in aree di traffico ed in profondità.

Se i componenti sono destinati all'adduzione di acqua per il consumo umano, devono essere rispettati i requisiti di cui al D.M. 174/2004.

I tubi e gli altri componenti dovranno essere certificati dall' I.I.P. (Istituto Italiano dei Plastici) con marchio di conformità IIP-UNI o Piip o rilasciati da altro organismo di certificazione di prodotto, regolarmente accreditato.

I tubi ed i raccordi dovranno essere ottenuti da compound di polietilene e dovranno essere di colore blu o nero con strisce blu. I raccordi dovranno essere di colore blu o nero.

Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne e esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite ed esenti da rigature, cavità ed altri difetti superficiali che possano influire sulla conformità alla norma.

Le estremità dei tubi dovranno essere tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo. Tutti i tubi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza riportando, con frequenza non minore di un metro, almeno le seguenti informazioni:

identificazione del fabbricante;
marchio di conformità IIP-UNI o Piip o equivalente;
riferimento alla norma UNI EN;
dimensioni nominali;
serie SDR;
materiale e designazione (PE 80 o PE 100);
codice del compound PE utilizzato;
pressione nominale PN;
data di produzione (data o codice).

Tutti i raccordi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile riportando almeno le seguenti informazioni:

identificazione del fabbricante;
marchio di conformità IIP-UNI o Piip o equivalente (*);
riferimento alla norma UNI EN (*);
dimensioni nominali / serie SDR;

intervallo SDR di saldabilità (*);
materiale e designazione (PE 80 o PE 100);
pressione nominale PN (*);
data di produzione (data o codice).

(*) Informazione che è possibile riportare anche su di un'etichetta.

Stoccaggio, movimentazione e trasporto

Durante la movimentazione ed il trasporto delle tubazioni dovranno essere prese tutte le necessarie precauzioni per evitarne il danneggiamento; i tubi non dovranno venire in contatto con oggetti taglienti e, quando scaricati, non dovranno essere gettati o lasciati cadere o trascinati a terra. I tubi dovranno essere stoccati su superfici piane e pulite ed in cataste ordinate e di altezza tale da evitare deformazioni e danneggiamenti. I tubi di colore blu dovranno essere protetti dall'esposizione diretta ai raggi solari.

Installazione e collaudo

L'installazione ed il collaudo delle tubazioni dovranno essere eseguiti, come applicabili, in conformità alle norme UNI ENV 1046, UNI EN 12666, UNI 11149, 10520, UNI ISO/TR 7474, UNI 7616.

Il materiale di riempimento per il letto di posa e per la trincea delle installazioni interrate dovrà essere costituito da sabbia priva di ciottoli, sassi taglienti, pietre, agglomerati d'argilla, creta, sostanze organiche o eventuale terreno gelato.

L'installazione delle tubazioni interrate con le tecnologie che non prevedono lo scavo di trincee (no-dig, trenchless technologies) dovrà essere effettuato seguendo le indicazioni della IATT (Italian Association for Trenchless Technologies).

Saldatura ad elementi termici per contatto (saldatura testa a testa)

La saldatura ad elementi termici per contatto dovrà essere effettuata da personale in possesso di certificazione ("patentino") in conformità alla norma UNI 9737, rilasciata da un organismo di certificazione del personale accreditato ed eseguita in conformità alle norme UNI 10520 e UNI 10967 per quanto applicabili ed alla norma UNI 11024. Dovranno essere utilizzate apparecchiature conformi alla norma UNI 10565.

Prima di procedere alla saldatura si dovrà verificare che le superfici delle tubazioni da saldare di testa siano tagliate perpendicolarmente all'asse, prive di difetti e pulite.

Saldatura per elettrofusione

La saldatura per elettrofusione dovrà essere effettuata da personale in possesso di certificazione ("patentino") in conformità alla norma UNI 9737 rilasciata da un organismo di certificazione del personale accreditato ed eseguita in conformità alla norma UNI 10521 ed alla norma UNI 11024. Dovranno essere utilizzate apparecchiature conformi alla norma UNI 10566. Prima di procedere alla saldatura si dovrà procedere alla raschiatura con idoneo strumento ed alla pulizia della superficie di fusione del codolo.

Tubazioni in gres

Per gli impianti di raccolta e smaltimento di liquami e acque reflue saranno impiegate tubazioni in gres e relativi accessori, dotate di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: UNI EN 195-1 (specificazioni), 295-2 (controllo della qualità e campionamento), 295-3 (metodi di prova), 295-4 (requisiti per elementi complementari speciali, elementi di adattamento ed accessori compatibili), 295-5 (requisiti per i tubi perforati e per gli elementi complementari di gres), 295-6 (requisiti per pozzetti di gres), 295-7 (requisiti per tubi e sistemi di giunzione di gres per tubazioni con posa a spinta), 295-10 (requisiti di prestazione).

Elementi in fibrocemento

Il fibrocemento è costituito generalmente da una miscela di acqua, cemento, fibre ed additivi (filler), con assoluta esclusione di fibre di amianto.

Potranno essere impiegati elementi in fibrocemento quali: tubi e relativi raccordi ed accessori, pozzetti, lastre piane, lastre nervate o ondulate, ecc., in osservanza delle seguenti principali norme: UNI EN 492 (tegole piane e relativi accessori), 494 (lastre nervate e relativi accessori), 512 (tubi e giunti per condotte in pressione), 588-1 (tubi per fognature e sistemi di scarico a gravità), 588-2 (tubi per fognature e sistemi di scarico: pozzetti e camere di ispezione), 1444 (tubazioni: guida per la posa e per le pratiche di cantiere), 12467 (lastre piane), 12763 (tubi e raccordi per sistemi di scarico per edifici: dimensioni e termini tecnici di distribuzione), 15057 (lastre nervate: prova di resistenza all'urto), UNI 10636 (lastre ondulate: istruzioni per l'installazione).

Elementi in PRFV (vetroresina)

Il PRFV (Plastica Rinforzata con Fibre di Vetro) o, in inglese, FRP (Fiberglass-Reinforced Plastic) o GFRP (Glass Fiber-Reinforced Plastic), è un materiale composito, costituito da una matrice polimerica termoindurente (poliestere, vinilestere, epossidica, ecc.) nella quale sono incorporate fibre di vetro continue in forma di tessuti o tessuti-non-tessuti o corte e casualmente orientate (feltri). Talora le fibre di vetro possono essere accompagnate o sostituite da quelle aramidiche (5). Questo materiale è spesso identificato in Italia con l'acronimo VTR.

Gode di eccellenti caratteristiche prestazionali, anche di tipo strutturale, si presta a molteplici modalità di produzione, si accoppia facilmente a rivestimenti e ad altri materiali e di conseguenza ha un enorme numero di impieghi. Nelle costruzioni civili, soprattutto per la realizzazione di elementi prefabbricati, talora di forma complessa, soprattutto nel settore impiantistico (serbatoi, vasche, tubazioni, pozzetti, armadi, pali di sostegno, ecc.) e nelle opere di finitura (coperture, grigliati, recinzioni, rivestimenti, ecc.) e di arredo urbano.

Sono soggetti ad obbligo di marcatura CE unicamente i pali per illuminazione pubblica in PRFV, secondo la norma UNI EN 40-7 (requisiti per pali per illuminazione pubblica di compositi polimerici fibrorinforzati). Sono tuttavia da osservare le ulteriori seguenti norme, che riguardano tanto il materiale base quanto i prodotti:

in generale: UNI EN 59 (materie plastiche rinforzate con fibre di vetro: determinazione della durezza mediante durometro barcol), 61 (materie plastiche rinforzate con fibre di vetro: determinazione delle caratteristiche a trazione), UNI EN ISO 25762 (guida per la valutazione delle caratteristiche e delle prestazioni al fuoco dei compositi di polimeri rinforzati con fibre), UNI 9900 (materie plastiche rinforzate con vetro tessile: materiali da stampaggio in fogli (SMC) e in massa (BMC) - determinazione del contenuto di fibre di vetro - metodo di lavaggio con ultrasuoni), 9901 (materie plastiche rinforzate con vetro tessile: determinazione del contenuto in massa di fibre di vetro e cariche (metodo della calcinazione));

tubi: UNI EN 761 (tubi: determinazione del fattore di scorrimento sotto carico allo stato secco), 1119 (giunti per tubi e raccordi: metodi di prova per la tenuta e la resistenza al danneggiamento dei giunti flessibili non resistenti alla spinta con guarnizioni di tenuta in elastomero), 1120 (tubi: determinazione della resistenza all'attacco chimico dall'interno di una sezione sottoposta a flessione), 1226 (tubi: metodo di prova per verificare la resistenza alla deformazione anulare iniziale), 1228 (tubi: determinazione della rigidità anulare specifica iniziale), 1229 (tubi: metodi di prova per determinare la tenuta idraulica della parete sottoposta ad una pressione interna di breve

(5) Le fibre in "aramide" o "aramidiche" sono fibre polimeriche ad altissime prestazioni meccaniche, ottenute per lavorazione di poliammidi aromatiche. Dalla contrazione del termine inglese per queste ultime (aromatic polyamides) deriva il termine aramide (aramid).

durata), 1393 (tubi: determinazione delle proprietà iniziali in trazione longitudinale), 1394 (tubi: determinazione della resistenza in trazione circonferenziale apparente iniziale), 1447 (tubi: determinazione della resistenza a lungo termine alla pressione interna), 1638 (tubi: metodo di prova per gli effetti della pressione interna ciclica), 1796 (sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature, scarichi e per la distribuzione dell'acqua in pressione in PFRV a base di resina poliesteri insatura), 1862 (tubi: determinazione del fattore di scorrimento (creep) relativo a flessione a seguito dell'esposizione ad un ambiente chimico), 9033-1 (tubi: metodi di prova – generalità e campionamento), 9033-2 (tubi: controllo delle materie prime), 9033-3 (tubi: ispezione visiva), 9033-4 (tubi: controllo delle dimensioni), 9033-6 (tubi: determinazione del grado di polimerizzazione tramite il contenuto residuo di stirene monomero e del contenuto medio, in massa, di vetro), 9033-9 (tubi: determinazione della resistenza all'urto mediante caduta di un corpo percussore), 9033-10 (tubi: determinazione della resistenza al taglio della parete del tubo), 9033-11 (tubi: determinazione della resistenza all'abrasione dello strato interno), 9033-14 (tubi: determinazione della rigidità trasversale a lungo termine), 9033-16 (tubi: determinazione del rilassamento), 9033-17 (tubi: determinazione della pressione esterna o depressione interna di collasso), UNI 9032 (tubi: linee guida per la definizione dei requisiti per l'impiego); sistemi di tubazioni: UNI CEN/TS 14578 (sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua o scarico e fognatura in PFRV a base di resina poliesteri insatura: procedure raccomandate per l'installazione), 14632 (sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature, scarichi e per la distribuzione dell'acqua in pressione e non in PFRV a base di resina poliesteri insatura: guida per la valutazione della conformità), 14807 (sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature, scarichi e per la distribuzione dell'acqua in pressione e non in PFRV a base di resina poliesteri insatura: guida per l'analisi strutturale delle tubazioni interrate), 15729 (sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature, scarichi e per la distribuzione dell'acqua in pressione in PFRV a base di resina poliesteri insatura: rapporto sulla determinazione della abrasione media dopo un numero definito di cicli di prova), UNI EN 14364 (sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature, scarichi e per la distribuzione dell'acqua in pressione e non in PFRV a base di resina poliesteri insatura: specifiche per tubi, raccordi e giunzioni), serbatoi e contenitori fuori terra: UNI EN 13121-1 (serbatoi e contenitori per utilizzi fuori terra: condizioni di specifica e per l'uso), 13121-2 (serbatoi e contenitori per uso fuori terra in materiali compositi: resistenza chimica), 13121-3 (serbatoi e contenitori per utilizzi fuori terra: progettazione e lavorazione), 13121-4 (serbatoi e contenitori per utilizzi fuori terra: consegna, installazione e manutenzione), 13280 (specifiche per serbatoi rinforzati di fibre di vetro monoblocco e ad elementi componibili per l'accumulo fuori terra di acqua fredda); serbatoi interrati: UNI EN 976-1 (serbatoi interrati cilindrici orizzontali per l'immagazzinamento non a pressione di carburanti o combustibili liquidi derivati dal petrolio: requisiti e metodi di prova per serbatoi a parete semplice), 976-2 (serbatoi interrati cilindrici orizzontali per l'immagazzinamento non a pressione di carburanti o combustibili liquidi derivati dal petrolio: trasporto, maneggio, immagazzinamento ed installazione di serbatoi a parete semplice), 977 (serbatoi interrati: metodo di esposizione ai fluidi da una sola parte), 978 (serbatoi interrati: determinazione del fattore a e del fattore b); lastre e simili: UNI EN 1013-2 (lastre profilate che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice: requisiti specifici e metodi di prova), UNI 10452 (lastre ondulate ed alveolari di materiale plastico trasparente, incolore o traslucido per serre ed apprestamenti analoghi: tipi, dimensioni, requisiti e metodi di prova); progettaz., esecuzione, controllo: CNR-DT 200 R1/2012 08/03/2012 (istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il controllo di interventi di consolidamento statico mediante l'utilizzo di compositi fibrorinforzati), CNR-DT 205/2007 09/10/2008 (istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il controllo di strutture realizzate con profili pultrusi di materiale

composito fibrorinforzato (FRP)), ACI Committee 440, 2008: Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures, ISIS Canada Corporation, 2008: ISIS Design Manual No. 4: FRP Rehabilitation of Reinforced Concrete Structures.

Serramenti

Si intendono per serramenti i dispositivi progettati per la chiusura fissa o apribile di porte, finestre ed altre aperture entro muri o pareti.

Dovranno essere impiegati nelle opere definitive e nei casi previsti dalle norme, serramenti e relativi accessori dotati di marcatura CE e conformi alle vigenti norme, delle quali si riportano le principali, con particolare riferimento a quelle armonizzate:

Serramenti in generale: UNI EN 1670 (resistenza alla corrosione), 14637 (sistemi di uscita controllati elettricamente per assemblaggi di porte tagliafumo), UNI 3952 (serramenti di alluminio e sue leghe per l'edilizia), 8938 (idoneità delle specie legnose per serramenti interni), 8975 (dimensioni di coordinazione);

Accessori: UNI EN 179 (dispositivi per uscite di emergenza azionati mediante maniglia a leva o piastra a spinta per l'utilizzo sulle vie di fuga: requisiti e metodi di prova), 1125 (dispositivi per le uscite antipanico azionati mediante una barra orizzontale per l'utilizzo sulle vie di esodo), 1154 (dispositivi di chiusura controllata delle porte), 1155 (dispositivi elettromagnetici fermoporta per porte girevoli), 1158 (dispositivi per il coordinamento della sequenza di chiusura delle porte), 1303 (cilindri per serrature), 1527 (accessori per porte scorrevoli e porte a libro), 1935 (cerniere ad asse singolo), 12051 (catenacci per porte e finestre), 12209 (serrature azionate meccanicamente, chiavistelli e piastre di bloccaggio), 12320 (lucchetti e accessori), 12365 (parti 1, 2, 3, 4: guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue), 13126 (parti 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 19: accessori per finestre e porte finestre), 14648 (accessori per chiusure oscuranti), 14846 (serrature azionate elettromeccanicamente e piastre di bloccaggio), UNI CEN/TS 13126 (parti 3, 9, 13, 14: accessori per finestre e porte finestre), UNI CEN/TR 15894 (ausili per porte per l'utilizzo da parte di bambini, anziani e disabili in edifici residenziali e pubblici: guida per gli operatori).

Materiali per opere a verde

Terra vegetale

Il materiale da impiegarsi per il rivestimento delle scarpate dei rilevati e delle trincee, per la formazione dei cigli erbosi e degli arginelli ai margini della piattaforma stradale, delle isole spartitraffico a verde e per la formazione, livellazione o ripresa di aree comunque destinate a verde, dovrà essere terra "vegetale", ovvero a granulometria fine sabbio-limo-argillosa, proveniente di preferenza dallo scotico del terreno a precedente destinazione agraria o comunque dagli scavi, effettuati nell'ambito del medesimo cantiere o dei cantieri relativi alle opere in appalto, o comunque in aree compatibili con quelle oggetto di successiva ricollocazione, da prelevarsi fino alla profondità massima di 1,00 m.

Dovrà inoltre risultare, per quanto possibile, di reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto, privo di pietre, ciottoli, detriti, radici, erbe infestanti. Qualora tali caratteristiche non siano presenti, possono essere ottenute con adeguato trattamento correttivo.

Nel prelievo e reimpiego della terra vegetale dovranno essere osservate le norme di cui al D.Lgs. 03/04/2006 n. 152, con particolare riferimento all'art. 186 "Terre e rocce da scavo".

Nell'asportazione della terra da riutilizzare, occorre operare in condizioni di umidità non eccessiva della stessa e, per quanto possibile, separando gli orizzonti superficiali (primi 20-30 cm), dagli orizzonti sottostanti ed in ogni caso dal substrato inerte non pedogenizzato.

Il suolo asportato deve essere temporaneamente stoccato in un apposito sito, seguendo le seguenti modalità di carattere generale:

depositare lo strato superiore e lo strato inferiore del suolo separatamente;

la superficie di deposito deve avere buona permeabilità e non deve essere eccessivamente sensibile al costipamento;

non asportare la parte più ricca di sostanza organica (humus) dalla superficie di deposito;

la formazione del deposito deve essere compiuta a ritroso, ossia senza ripassare sullo strato depositato;

non circolare mai con veicoli ed evitare il pascolo sui depositi intermedi;

rinverdire eventualmente con piante a radici profonde (preferenzialmente leguminose).

In caso di interventi molto brevi (ad es. la posa di condotte), può essere evitato il rinverdimento del deposito.

Il deposito per lo strato superiore del suolo non dovrebbe di regola superare i 3 m d'altezza e semmai occorre ridurre tale valore in presenza di una spiccata tendenza del materiale all'autocompattamento.

Devono essere evitati i ristagni d'acqua nei cumuli o intorno ad essi e la loro erosione per ruscellamento superficiale delle acque meteoriche. A tal fine dovrà essere convenientemente individuata la pendenza delle scarpate, che in generale non dovrà essere superiore a 2/3.

Il progetto dovrebbe definire le caratteristiche e qualità dei suoli destinati ad opere a verde, definiti anche "suoli-obiettivo", che dovrebbero rispondere alle diverse esigenze di rinverdimento e che possono essere, sia suoli di aree pertinenziali o interstiziali rispetto alle opere principali in appalto, sia suoli a ripristino di aree interessate da opere temporanee o sotterranee. Nel secondo caso, salvo disposizioni particolari del progetto, il suolo obiettivo dovrebbe riprodurre per quanto possibile quello originario.

Qualora tali suoli-obiettivo non siano stati definiti in progetto, la loro definizione avverrà durante la fase realizzativa, seguendo i criteri indicati e le prescrizioni della Direzione Lavori.

Si possono indicare, schematicamente, tre strati corrispondenti a tre distinte funzioni della terra vegetale riportata o da riportare in una determinata area e di cui si deve tenere conto:

strato superficiale (circa 0-30 cm), con funzione prevalente di nutrizione;

strato sottostante (30-100 cm), con funzione prevalente di serbatoio idrico;

substrato (> 100 cm), con funzioni prevalenti di drenaggio e ancoraggio.

Questa indicazione è di carattere generale e deve essere adattata alla situazione specifica ed alle necessità di cantiere. Ad esempio, in molti casi il terzo orizzonte si viene a formare direttamente per alterazione fisica del substrato in loco o a ripartire dagli orizzonti profondi residui dopo la prima asportazione.

Inoltre, occorre tenere in considerazione le specie vegetali piantumate, in quanto il loro apparato radicale, il loro peso e la loro morfologia nella parte fuori terra possono necessitare di maggiore o minore spessore di terra e di tutti o parte dei suddetti tre strati tipologici.

Orientativamente:

per specie erbacee, gli strati possono ridursi al 1°, di spessore pari ad almeno 30 cm;

per specie arbustive gli strati 1° e 2° possono essere distinti o unificati, con spessore complessivo pari a 50-100 cm;

per specie arboree dovrebbero sussistere tutti e tre gli strati, per uno spessore complessivo di 100-200 cm.

Per quanto riguarda il contenuto in carbonio organico all'atto della realizzazione o ripristino dei suoli, questo può non essere troppo elevato, per non dover eccedere con la concimazione nella fase

iniziale. Si può tuttavia considerare che nel corso del tempo, a seguito della naturale evoluzione vegetativa, si possano raggiungere condizioni più soddisfacenti.

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

In ogni caso le caratteristiche pedologiche della terra da sistemare nelle varie aree dovranno essere tali da consentire un buon attecchimento e sviluppo delle specie vegetali previste in progetto per ciascuna di esse.

L'Appaltatore, prima di effettuare il prelevamento della terra, dovrà darne comunicazione alla Direzione dei Lavori. La stessa potrà richiedere un prelievo di campioni in contraddittorio, per le analisi di idoneità del materiale, da effettuarsi presso un laboratorio di chimica agraria riconosciuto, di norma a cura e spese dell'Appaltatore.

Concimi

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

Materiale vivaistico

L'Appaltatore deve dichiararne preventivamente la provenienza e la Direzione Lavori potrà accettare il materiale, previa visita ai vivai, che devono essere dislocati in zone limitrofe o comunque non eccessivamente distanti dai luoghi di impianto.

Piantine e talee dovranno essere comunque, all'impianto, immuni da qualsiasi malattia o attacco da parte di parassiti.

Sementi

L'Appaltatore dovrà fornire sementi di ottima qualità e rispondenti esattamente a genere e specie richiesti dal progetto, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità, con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza stabiliti dalle norme vigenti.

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

Per ulteriori approfondimenti riguardanti i materiali per le opere a verde, si faccia riferimento a quanto riportato negli specifici articoli del presente capitolato.

Materiali per l'idrosemina

L'idrosemina è una tecnica d'ingegneria naturalistica che sfrutta un mezzo liquido, l'acqua, per distribuire, su delle superfici specifiche le sementi e alcuni altri elementi coadiuvanti.

Tale operazione viene effettuata con l'idrosemnatrice, un'apposita macchina specializzata, nella cui cisterna vengono inseriti i suddetti materiali. Questi sono miscelati in modo continuo ed omogeneo e distribuiti uniformemente sulla superficie da inerbire.

I materiali da impiegare sono di norma i seguenti:

Miscuglio di sementi: Il miscuglio, che deve essere adatto alle condizioni locali, è normalmente composto da sole specie erbacee. Per la scelta del miscuglio, a volte può essere utile fare un'analisi vegetazionale, che tuttavia non è da considerare vincolante. Può essere indicato un miscuglio plurispecifico (generalmente: 70-80% graminacee, 15-20% leguminose, il restante le altre famiglie), con il quale si ha un ampio range di adattabilità a tutte le situazioni. Se si lavora in

un ambiente fortemente antropizzato, nel quale si vuole creare una copertura efficace e veloce, si adopereranno prevalentemente specie a rapido accrescimento e bassa variabilità. Invece, per un ambiente pregiato dal punto di vista naturalistico, bisognerà adottare miscugli più specifici;

Collanti: Visto che si opera in condizioni spesso difficili, i collanti sono indispensabili per tenere compatta e stabilizzare la miscela, riducendo i fenomeni di dilavamento o asportazione. I collanti di origine sintetica possono essere liquidi o pulverulenti. Quelli liquidi possono, in misura piuttosto bassa, ritardare la germinazione delle sementi (specialmente leguminose), ma hanno il merito di miscelarsi facilmente e di avere un'efficacia maggiore, con effetto più duraturo. Dei collanti sintetici pulverulenti esistono dei tipi a bassissimo dosaggio, molto efficaci e particolarmente indicati per un utilizzo su grosse superfici, in quanto permettono un certo contenimento dei costi. I collanti di origine naturale possono essere in polvere o granulari e sono costituiti da farine vegetali o alghe brune disidratate. A contatto con l'acqua diventano gelatinosi ma, se non ben miscelati, possono formare grumi. Hanno anche effetto di concime e ammendante;

Concimi organici, minerali od organo-minerali: Servono a compensare le situazioni di squilibrio del suolo, creando condizioni di sviluppo più favorevoli alle piantine. I concimi organici od organico-minerali devono sempre raggiungere un livello ottimale di maturazione ed essere venduti in forma non compatta (granulare-terrosa), al fine di rendere agevole la miscelazione. Possono essere usati anche i concimi minerali, anche nella loro forma idrosolubile;

Pacciamanti: Sono i cosiddetti mulch, che servono a creare condizioni microclimatiche idonee per lo sviluppo delle sementi e a trattenere l'umidità necessaria alla germinazione. Costituiti da vari materiali (paglia, fieno, fibre di legno o cellulosa), a volte sono già dotati di una minima quantità di collante. Il dosaggio è in funzione della natura del prodotto e delle condizioni climatiche e stagionali. In generale: per semine d'alta quota, s'impiegano anche 300-400 g/mq di paglia mentre, per scarpate autostradali, si utilizzano anche 200 g/mq di mulch di fibre di legno; in condizioni più favorevoli, spesso bastano anche 60-75 g/mq di fibra di cellulosa;

Attivatori del terreno: Accelerano alcuni processi chimico-fisici del terreno (scambi gassosi, umificazione, aggregazione particelle terrose), creando condizioni ideali per lo sviluppo delle radici e dell'attività della microflora/fauna del terreno. Il loro dosaggio è basso, in quanto presentano un'elevatissima carica batterica;

Correttivi ed ammendanti: Rappresentano tutte quelle sostanze che servono per correggere difetti fisici e chimici del terreno. Generalmente, le anomalie più ricorrenti sono la scarsa dotazione di sostanza organica e l'alterazione del pH;

Torba o terriccio: Si utilizzano nelle idrosemine a spessore, dov'è necessario costituire alcuni centimetri di substrato fertile per lo sviluppo della vegetazione;

Acqua: Deve essere impiegata acqua priva di sostanze inquinanti e/o comunque tali da inibire o danneggiare le sementi o il loro attecchimento. La quantità da impiegarsi deve essere abbondante e commisurata alle condizioni meteorologiche del momento ed a quelle prevedibili nel periodo immediatamente successivo.

5. NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

5.1 Norme generali

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, numerici o a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

I lavori a misura saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se, dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati, dovessero risultare spessori, lunghezze, larghezze, superfici e cubature effettivamente superiori.

Soltanto nel caso in cui la Direzione Lavori abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni, se ne terrà conto nella contabilizzazione.

Per la quota delle lavorazioni affidate a corpo, le corrispondenti misurazioni saranno utilizzate per verificare la rispondenza delle opere eseguite a quelle progettate e la loro liquidazione sarà effettuata a percentuale d'avanzamento d'opere compiute secondo lo schema prestabilito contrattualmente.

Nel caso, invece, che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori rispetto a quelle indicate in progetto o prescritte dalla Direzione Lavori, sarà in facoltà insindacabile della Direzione Lavori ordinare la demolizione delle opere e la loro ricostruzione a cura ed a spese dell'Impresa; soltanto se le minori dimensioni, sentito il Progettista, risultassero compatibili con la funzionalità e la stabilità delle opere, la Direzione Lavori potrà ammettere in contabilità le quantità effettivamente eseguite.

Le misure saranno prese in contraddittorio a mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione Lavori e dell'Impresa.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

Si precisa inoltre, per maggiore completezza e chiarimento, che tutte le prove di campionatura, di verifica delle caratteristiche meccaniche dei terreni, d'accettazione e qualificazione dei materiali, di controllo delle lavorazioni eseguite, i campi di prova con le relative verifiche, le prove di carico, l'assistenza ai collaudi e in genere qualsiasi verifica e prova atta a dimostrare la qualità della lavorazione, saranno svolte a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori; pertanto l'Impresa dovrà tenere conto nella sua offerta di tali oneri.

5.2 Lavori in economia

Le prestazioni in economia dovranno essere assolutamente eccezionali e potranno adottarsi solo per lavori del tutto marginali.

In ogni caso saranno contabilizzate soltanto se riconosciute oggetto di un preventivo ordine ed autorizzazione scritti della Direzione Lavori.

5.3 Scavi - demolizioni - rilevati

La misurazione degli scavi di sbancamento e dei rilevati sarà effettuata con il metodo delle sezioni raggugliate. All'atto della consegna dei lavori l'Impresa eseguirà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse, distanze misurate sull'asse di progetto.

In base a tali rilievi ed a quelli da praticarsi ad opera finita od a parti di essa purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà determinato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti.

Resta inteso che, sia in trincea sia in rilevato, la sagoma rossa delimitante le aree di scavo o di riporto è quella che segue il piano di banchina, il fondo cassonetto sia della banchina di sosta che della carreggiata e del piazzale, come risulta dalla sezione tipo.

Con riferimento al trasporto dei materiali (a discarica o da cava), per «lotto» deve intendersi: il lotto autostradale, le singole strade di servizio, gli eventuali campi e cantieri; le quantità dei materiali movimentati faranno riferimento a tali tratte.

5.3.1 Scavi

Scavi in genere

Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà della Società; l'Impresa potrà usufruire dei materiali stessi, sempre che siano riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori, limitatamente ai quantitativi necessari all'esecuzione delle opere appaltate e per quelle categorie di lavoro di cui è previsto l'impiego nel progetto. È fatta salva la facoltà riservata alla Direzione Lavori di cederli all'Impresa, addebitandoglieli a norma del Capitolato Generale dello Stato approvato con D.P.R. 16.7.1962 n. 1063. Qualora però di detti materiali non esistesse la voce di reimpiego, questo potrà eventualmente essere desunto dai prezzi offerti dall'Impresa per le forniture di materiali a piè d'opera, diviso per il coefficiente 1,10.

Gli articoli dell'Elenco prezzi relativi agli scavi in genere comprendono tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme ed inoltre:

- la perfetta sagomatura dei fossi, la sistemazione di banchine e cassonetti anche in roccia, la configurazione delle scarpate e dei cigli;
- il rinterro intorno alle murature e sopra le condotte, le fognature e i drenaggi;
- gli esaurimenti d'acqua (che saranno contabilizzati solo per gli scavi di fondazione considerati subacquei) compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge;
- le prove in laboratorio ed in sito per la verifica dell'idoneità dei materiali da reimpiegare.

Negli scavi in terra è compreso il disfacimento d'eventuali drenaggi in pietrame o in misto granulare, rinvenuti durante i lavori.

Saranno contabilizzati a parte soltanto i trovanti rocciosi, se frantumati, o le fondazioni in muratura, aventi singolo volume superiore a 1,00 m³, applicando a tali quantità gli articoli previsti dall'Elenco prezzi per gli scavi in roccia o per le demolizioni di murature, avendole detratte dagli scavi in terra.

Scavi di sbancamento

Tali s'intendono quelli definiti dall'art. 4.1. Si precisa che nel caso degli scavi di sbancamento per impianto d'opere d'arte, non sarà computato il riempimento a ridosso della muratura, gli eventuali drenaggi a tergo della stessa, che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese sino a raggiungere la quota del preesistente terreno naturale.

Scavo di fondazione

Tali s'intendono quelli definiti dall'art. 4.2 o ad essi assimilabili.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle murature di fondazione per la loro profondità, misurata a partire dal piano dello scavo di sbancamento o del terreno naturale quando detto scavo di sbancamento non è effettuato.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata ma, in tal caso, non sarà computato il maggior volume, né degli scavi di fondazione né di quelli di sbancamento.

Solo nel caso che le pareti a scarpata siano ordinate dalla Direzione Lavori, saranno computati i maggiori volumi corrispondenti.

In ogni caso non sarà computato il riempimento a ridosso delle murature o degli eventuali drenaggi a tergo delle stesse, che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese, sino a raggiungere la quota dei piani di sbancamento o del preesistente terreno naturale. Saranno individuati inoltre i volumi relativi alle classi di profondità indicate negli articoli d'Elenco prezzi ed a questi saranno applicate le maggiorazioni previste.

Gli scavi di fondazione saranno considerati subacquei, e come tali contabilizzati, solo se eseguiti a profondità maggiori di 20 cm dal livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Qualora la Direzione Lavori ritenesse opportuno provvedere direttamente all'esaurimento delle acque mediante opere di deviazione o pompaggio, lo scavo sarà contabilizzato com'è eseguito all'asciutto.

Si ribadisce quanto stabilito all'art. 4 delle presenti Norme in ordine alle competenze degli oneri per l'espletamento delle pratiche d'autorizzazione allo scarico nonché per i provvedimenti necessari all'eventuale trattamento delle acque.

5.3.2 Demolizioni

La demolizione di murature di qualsiasi genere e di strutture in conglomerato cementizio semplice od armato, normale o precompresso, sarà computata a metro cubo del loro effettivo volume.

La demolizione di gabbionate o di materassi in filo di ferro e pietrame sarà computata, sulla base degli effettivi volumi, utilizzando l'articolo d'Elenco prezzi relativo alla demolizione di murature di qualsiasi genere.

Tali articoli, che comprendono il trasporto a rifiuto presso discariche idonee alla ricezione dei materiali, si applicano anche per la demolizione entro terra fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

La demolizione di fabbricati, di qualsiasi specie e genere, sarà invece computata a metro cubo vuoto per pieno, limitando la misura in altezza dal piano di campagna al livello della gronda del tetto; dovranno essere demoliti, oltre ai pavimenti del piano terreno, anche le fondazioni di qualsiasi tipo fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori delle pertinenze autostradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

La demolizione integrale d'impalcati d'opere d'arte in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso sarà computata a metro cubo del loro effettivo volume.

Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori delle pertinenze autostradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

La demolizione integrale d'impalcati di cavalcavia in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso, o a struttura mista in acciaio e conglomerato cementizio armato, su autostrada in esercizio, sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva, misurata in proiezione orizzontale.

Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori delle pertinenze autostradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

L'asportazione di strati di conglomerato cementizio ammalorato, sia mediante scalpellatura sia con l'impiego di macchine idrodemolitrici, sarà computata misurando lo spessore medio mediante rilievo su un reticolo di lato metri uno.

L'articolo dell'Elenco prezzi per le idrodemolizioni comprende anche gli oneri per l'approvvigionamento dell'acqua occorrente, per l'asportazione del materiale fresato e per la pulizia della superficie risultante.

La demolizione di fondazioni stradali e di pavimentazioni di conglomerato bituminoso sarà contabilizzata con i relativi articoli d'Elenco prezzi.

Nel caso di demolizione parziale di strati di conglomerato bituminoso con impiego di macchina scarificatrice, dovrà essere computata la superficie effettiva per lo spessore medio ottenuto misurando la profondità di fresatura in corrispondenza dei bordi e del centro del cavo.

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

Le demolizioni di pavimentazioni, rivestimenti e tramezzi saranno computate a metro quadrato per la loro effettiva superficie.

Lo smontaggio di manti di copertura, compresa la rimozione dell'orditura portante, il trasporto a rifiuto del materiale non riutilizzabile e l'accatastamento di quello riutilizzabile nei depositi della Società, sarà computato a metro quadrato di proiezione orizzontale delle falde, qualunque sia la loro pendenza.

La rimozione di serramenti di porte e finestre sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva.

L'apertura di vani di porte sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva, misurata nella luce del vano ultimato.

La spicconatura d'intonaci sarà computata a metro quadrato di superficie misurato vuoto per pieno, salvo la detrazione dei vani di superficie superiore a 4,00 m².

5.4 Preparazione del piano di posa

5.4.1 Rilevati

Gli articoli dell'Elenco prezzi per la preparazione del piano di posa dei rilevati comprendono tutte le lavorazioni ivi previste ed inoltre tutti gli oneri per controlli e prove indicati nelle Norme Tecniche.

Nel caso d'eventuale bonifica del piano di posa, il maggiore scavo, oltre lo spessore di 20 cm, per la rimozione del terreno vegetale, sarà contabilizzato a parte con il relativo articolo d'Elenco prezzi. In questo caso il compattamento del fondo scavo di scotico sarà eseguito sul fondo dallo scavo di bonifica.

5.4.1.1 Sovrastruttura stradale in trincea

Con l'articolo d'Elenco prezzi, relativo al compattamento del piano di posa della fondazione stradale nei tratti in trincea, applicato alla superficie del fondo di cassonetto, si intendono esauriti tutti gli oneri, le lavorazioni, i controlli e le prove delle presenti Norme Tecniche.

5.4.1.2 Telo di tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene

Computato a metro quadrato senza tenere conto delle sovrapposizioni longitudinali e trasversali fra i teli; tra gli oneri del relativo articolo d'Elenco prezzi è compresa anche la graffatura.

5.4.1.3 Formazione di rilevati, riempimenti di cavi e rilevati di precarico

La computazione del volume della fornitura dei materiali idonei per la formazione di rilevati, provenienti da cave di prestito, risulterà dalla differenza fra:

- il volume totale dei rilevati;
- la somma dei volumi degli scavi contabilizzati e ritenuti idonei al reimpiego dalla Direzione Lavori e dei volumi di materiali di proprietà della Società prelevati da depositi e misurati in opera. Qualora il prelievo dei materiali di proprietà della Società avvenisse da parte dell'Impresa in ambito esterno ai confini di lotto, sarà riconosciuto alla stessa tramite l'applicazione del prezzo corrispondente, l'onere del carico, trasporto e scarico del materiale altrove prelevato. Detto materiale sarà computato dopo la messa in opera tra sezioni note.

Gli articoli, relativi alla formazione di rilevati, di riempimenti, di cavi e di rilevati di precarico comprendono tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme ed in particolare:

- prove e sondaggi in laboratorio ed in sito per l'accertamento della idoneità dei materiali;
- l'ottenimento del benessere da parte degli Enti competenti per l'apertura e la coltivazione delle cave, relativamente alla normativa emanata dalle singole Regioni;
- le indennità e/o i canoni relativi al prelievo dei materiali da aree appartenenti a privati, Enti Pubblici, Demanio, ecc.;
- l'apertura di nuove cave e la loro coltivazione, compresa la sistemazione a cavatura ultimata, sulla base dei progetti che la Società e/o la stessa Impresa dovranno redigere, anche in relazione alla normativa emanata dalle singole Regioni.

Nel caso che il progetto debba essere redatto dall'Impresa, dovrà essere sottoposto anche al preventivo benessere della Direzione Lavori.

Nel volume degli scavi da considerarsi agli effetti del bilancio delle terre, dovranno essere tenuti in evidenza anche i materiali provenienti dallo scotico del piano di posa dei rilevati, in quanto ritenuti idonei dalla Direzione Lavori e utilizzati in tutto o in parte per la formazione della coltre vegetativa sulle scarpate.

I volumi relativi saranno determinati moltiplicando per 0,20 i metri quadrati contabilizzati con l'articolo relativo alla preparazione del piano di posa dei rilevati.

Nel caso si rendessero necessari volumi di terra vegetale per il rivestimento delle scarpate, eccedenti quelli provenienti dallo scotico del piano di posa dei rilevati, dagli scavi in genere e/o da depositi di materiali di proprietà della Società, la fornitura sarà garantita tramite l'utilizzo di materiale idoneo proveniente da cave di prestito, che sarà contabilizzata con l'articolo d'Elenco prezzi relativo alla fornitura di materiali idonei per la formazione di rilevati.

La computazione per la sistemazione in rilevato di materiali provenienti da cave, da scavi o da depositi, avverrà misurando il totale volume dei rilevati eseguiti secondo le norme indicate nelle presenti Norme per la formazione della sede dell'autostrada e delle deviazioni di strade statali, provinciali e comunali, nonché degli altri eventuali rilevati per i quali fossero ordinate operazioni analoghe.

Gli articoli dell'Elenco prezzi relativi alle sistemazioni sopracitate prevedono le operazioni, i controlli e le prove tutte prescritte nelle presenti Norme Tecniche.

Si precisa inoltre che nel computo dei volumi dei movimenti di materie, eseguito con il metodo delle sezioni ragguagliate, la sagoma nera è quella del terreno naturale riscontrata all'atto del rilievo, ciò perché lo scavo dello scotico ed il ripristino del piano di campagna saranno contabilizzati con l'articolo per la preparazione del piano di posa dei rilevati.

Nel caso, invece, di scavo di scotico avente una profondità maggiore dei 20 cm previsti dal relativo articolo, le quantità eccedenti saranno contabilizzate con gli articoli per scavi di bonifica e per riempimento dei medesimi mediante i materiali opportuni.

Le gradonature, da eseguirsi al di sotto del piano di scotico per la preparazione del piano di posa dei rilevati, sui terreni con pendenza maggiore del 20% (come prescritto dalle presenti Norme), saranno contabilizzate con l'articolo d'Elenco prezzi relativo allo scavo di sbancamento per gli scavi necessari alla realizzazione dei gradoni e con gli articoli relativi alla fornitura e sistemazione in rilevato per il riempimento dei medesimi.

Nel caso di rilevati misti, a ciascun strato si applicheranno i relativi articoli d'Elenco prezzi, sia per la fornitura sia per la sistemazione in rilevato, secondo il gruppo d'appartenenza delle terre.

La sistemazione in rilevato delle terre costituenti la coltre vegetale di rivestimento delle scarpate sarà contabilizzata con lo stesso articolo dell'Elenco prezzi applicato per il nucleo del rilevato.

L'articolo dell'Elenco prezzi per la sistemazione in rilevato si applicherà anche agli strati di sottofondazione posti in trincea; la preparazione del loro piano di posa, qualora ordinata, sarà contabilizzata con il relativo articolo di Elenco prezzi.

Dal computo dei volumi dei rilevati si detraranno i volumi delle opere d'arte e dei materiali altrimenti contabilizzati.

Non saranno considerati i cedimenti del piano di posa dei rilevati inferiori a 15 cm, essendosi valutati i corrispondenti oneri nel formulare il relativo articolo.

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di posa dei rilevati eccedenti i 15 cm, l'Impresa sottoporrà all'approvazione della Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestometriche.

La posa in opera delle piastre e la rilevazione degli eventuali cedimenti saranno fatte a cura e spese dell'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori. Saranno computati gli eventuali maggiori volumi di rilevato, fatta eccezione per quelli derivanti dai primi 15 cm di cedimento.

La sistemazione a riempimento di cavi e la formazione di rilevati di precarico saranno misurati in opera e contabilizzati con i relativi articoli di Elenco prezzi; analogamente la eventuale fornitura di materiali idonei provenienti da cave di prestito per il riempimento di cavi e per i rilevati di precarico, sarà misurata in opera dopo l'addensamento.

Il volume dei materiali, di proprietà della Società, prelevati da depositi, caricati, trasportati e scaricati a rilevato, sarà computato sul materiale misurato in opera dopo la compattazione.

Gli oneri per l'esecuzione dei rilevati di prova, eventualmente richiesti dalla Direzione Lavori, sono a carico dell'Impresa.

L'onere per la stabilizzazione a cemento del rilevato a tergo delle murature e la relativa fornitura del cemento troveranno applicazione nei relativi articoli di Elenco prezzi.

5.5 Palancolate tipo Larssen

Il noleggio per metro quadrato e per trenta giorni o per frazione di trenta giorni delle palancolate sarà contabilizzato con i relativi articoli di Elenco. In essi sono compresi: il trasporto delle palancole a piè d'opera, la preparazione delle superfici mediante rivestimento di bitume, il magazzinaggio, la ripresa e l'allontanamento.

La computazione sarà fatta sulla base dello sviluppo della palancolata in opera, misurato secondo l'asse di simmetria della stessa, e l'altezza sarà quella effettiva delle palancole.

L'infissione e l'estrazione delle palancole saranno contabilizzate con i relativi articoli di Elenco. In essi sono compresi: la mano d'opera, i macchinari e le attrezzature necessarie per la esecuzione del lavoro, lo sfido dei materiali dovuto a rotture, guasti o all'impossibilità di recupero; in genere ogni lavoro e fornitura occorrente a dare l'opera compiuta e idonea all'uso.

La computazione sarà fatta sulla base dello sviluppo della palancolata in opera, misurato secondo l'asse di simmetria della stessa e l'altezza sarà quella di effettiva infissione.

5.6 Pali di fondazione

Le caratteristiche strutturali e geometriche dei pali e dei singoli componenti dovranno essere conformi alle caratteristiche progettuali entro le tolleranze previste dalle presenti Norme.

Maggiorazioni volumetriche o migliori caratteristiche meccaniche dei materiali, non richieste dalla Direzione Lavori, saranno computate e contabilizzate per le caratteristiche previste in progetto. L'esecuzione di pali inclinati sino a 15° rispetto alla verticale non darà luogo a maggiorazione alcuna.

La lunghezza dei pali prefabbricati, ai fini della computazione, comprende anche la parte appuntita.

Quando il palo abbia raggiunto la capacità portante prima che la punta sia stata infissa fino alla profondità prevista dal progetto, il palo sarà reciso a cura e spese dell'Impresa, ma nel computo sarà tenuto conto della lunghezza di progetto.

La lunghezza per tutti i pali costruiti in opera (pali battuti, micropali e pali trivellati a medio e a grande diametro) sarà quella accertata mediante misurazione dalla quota di sottoplinto fino alla massima profondità misurata, in contraddittorio tra Direzione Lavori e Impresa e con stesura di un verbale di misurazione immediatamente prima del getto; tale lunghezza dovrà risultare conforme al progetto con tolleranza di ± 20 cm.

Nei relativi articoli di Elenco prezzi si intendono comprese tutte le prestazioni, forniture ed oneri per dare i pali completi in opera secondo le previsioni di progetto e le prescrizioni delle presenti Norme.

Sono compresi tra gli altri:

- la preparazione del piano di lavoro ed i tracciamenti;
- l'eventuale scavo a vuoto;
- il carico e trasporto a rifiuto dei materiali di risulta, compreso il trattamento dei fanghi secondo le leggi vigenti;
- tutte le prove (di carico, vibrazionali, geofisiche, sulle caratteristiche dei fanghi bentonitici, sui pali prova, di carico sul palo, a rottura sui cubetti di conglomerato cementizio, carotaggi, ultrasuoni, scavi attorno al fusto del palo, ecc.), i controlli e la documentazione dei lavori, secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche.

Sono esclusi:

- ad eccezione dei micropali per i quali l'onere della perforazione è compensata direttamente nel relativo prezzo e dei pali battuti, l'eventuale impiego di speciali attrezzature, anche fresanti, per l'attraversamento di trovanti in roccia dura non estraibili con i normali metodi di scavo e per l'immorsatura del palo nel substrato di base in roccia dura, oltre la profondità eccedente il diametro del palo stesso;
- l'eventuale fornitura della controcamicia in lamierino per i pali a grande diametro;
- la fornitura e posa in opera dell'armatura metallica;
- la preparazione per il piano di lavoro in alveo;

che saranno contabilizzati con i relativi articoli dell'Elenco prezzi.

Qualora dovesse sorgere la necessità di sostituire un palo per ovviare ad inconvenienti o ad errori, non sarà corrisposto all'Impresa alcun compenso per il palo abbandonato, mentre dei pali che lo sostituiscono ne sarà computato uno soltanto.

5.7 Murature in genere e conglomerati cementizi

5.7.1 Murature

Tutte le murature in genere saranno computate geometricamente, a volume od a superficie, secondo le indicazioni contenute negli articoli di Elenco Prezzi, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci.

Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m² e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc., che abbiano sezione superiore a 0,25 m². Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc. in calcestruzzo anche armato, nonché di pietre naturali od artificiali, da contabilizzare con i relativi articoli di Elenco prezzi.

Altresì la muratura con lavorazione a «faccia vista», compresa la stuccatura e stilatura dei giunti con malta cementizia, sarà computata, a superficie effettiva di parete, con i relativi articoli di Elenco Prezzi.

Gli articoli di Elenco per le murature comprendono anche gli oneri sottoelencati:

- formazione di piattabande in muratura, spalle, pilastri, mazzette, sguinci, strombature, incassature, ammorsature, canne, ecc.;
- esecuzione di murature a pianta curva, di volte, archi ecc.;
- fornitura e posa in opera di controtelai in legno abete nei vani di porte interne.

5.7.2 *Conglomerati cementizi*

I conglomerati cementizi, siano essi di fondazione od in elevazione, semplici od armati, normali o precompressi, saranno computati a volume con metodi geometrici, secondo i corrispondenti tipi e classi, in base alle prescrizioni di cui alle precedenti Norme Tecniche, effettuando le misurazioni di controllo sul vivo, esclusi gli intonaci ove prescritti e dedotti i vani od i materiali di differente natura in essi compenetrati che dovranno essere contabilizzati con i relativi articoli previsti dall'Elenco prezzi.

In ogni caso non si dedurranno i volumi del ferro d'armatura, dei cavi per la precompressione ed i vani di volume minore od uguale a 0,20 m³ ciascuno, intendendosi con ciò compreso l'eventuale maggiore magistero richiesto, anche per la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte. Le strutture d'impalcato alleggerite con vuoti saranno computate per il volume effettivo di calcestruzzo con la deduzione dei vuoti e le casseforme, in qualsiasi modo realizzate, saranno contabilizzate con i relativi articoli d'Elenco prezzi applicati all'intera superficie bagnata.

Gli articoli d'Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri descritti nelle presenti Norme Tecniche ed in particolare:

- la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali occorrenti (aggregati, leganti, acqua, aggiunte minerali, additivi aeranti, fluidificanti, superfluidificanti, iperfluidificanti, acceleranti, ritardanti, ecc.); la mano d'opera, i ponteggi e le impalcature, le attrezzature e macchinari per la confezione, l'eventuale esaurimento dell'acqua nei casseri, la sistemazione della carpenteria e delle armature metalliche, l'esecuzione dei getti da effettuare senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa impiegando anche manodopera su più turni ed in giornate festive; la vibrazione, la predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature ecc.; la necessità di coordinare le attività qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate; il taglio di filo, chiodi, reggette con funzione di legatura di collegamento casseri con la sigillatura degli incavi e la regolarizzazione delle superfici di getto; le prove e i controlli, con la frequenza indicata nelle presenti Norme o prescritta dalla Direzione Lavori e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Non sono compresi negli articoli di cui sopra gli oneri per:

- le casseforme, salvo quelle occorrenti per murature in conglomerato cementizio con paramento in pietrame, magrone, conglomerato cementizio per opere di fondazione;
- le centinature ed armature di sostegno delle casseforme, salvo quelle per getti di luce retta inferiore a quanto indicato nei relativi articoli di Elenco Prezzi;
- gli acciai di armatura;

che verranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco Prezzi.

È previsto inoltre che nel caso di sospensione dei getti per effetto di un abbassamento della temperatura atmosferica al di sotto dei 273 K, l'Impresa non abbia diritto a nessun risarcimento, come pure non possa richiedere alcun compenso per particolari accorgimenti da adottarsi nel caso di esecuzione di getti a basse temperature.

In merito alla valutazione della penale prevista, nel caso che la resistenza caratteristica riscontrata risultasse minore di non più del 10% rispetto a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma il lotto non soddisfacente i requisiti, verrà decurtato del 15% del suo valore.

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

all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista.

Nessun indennizzo sarà dovuto all'Impresa se la classe di resistenza risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Le stesse modalità verranno applicate ai manufatti prefabbricati.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione o giunti speciali aperti a cuneo, secondo i tipi approvati dalla Direzione Lavori, l'onere relativo all'esecuzione della sede del giunto compreso quello di eventuali casseforme, s'intende compreso negli articoli di Elenco per le murature in genere ed i conglomerati cementizi.

Quando sia prevista in progetto o venga prescritta dalla Direzione Lavori la solidarizzazione in opera di travi prefabbricate di ponti e viadotti per la costituzione di impalcati continui, il relativo onere deve intendersi compreso nei prezzi di elenco delle singole lavorazioni relative alla costruzione degli impalcati stessi.

Nel caso di ripristino di elementi strutturali, la Direzione Lavori eseguirà in corso d'opera con la frequenza che riterrà opportuna le prove di controllo dei requisiti.

Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli indicati nelle presenti Norme Tecniche o previsti in progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una verifica della sicurezza statica dell'elemento strutturale soggetto a ripristino/adequamento.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo il materiale verrà accettato ma il valore della lavorazione verrà decurtata del 25% per tutte le superfici ed i volumi su cui si è operato e per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stata compensata.

Qualora i valori risultassero minori di oltre il 10% rispetto a quelli richiesti e nel caso in cui sussistano contemporaneamente più difetti, qualunque siano i valori di scostamento riscontrati rispetto alle previsioni progettuali, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera ed al loro ripristino.

In caso si evidenziassero microfessure, se l'incidenza dell'area fessurata risulterà inferiore al 20% dell'area totale di intervento, verrà applicata su tali superfici o volumi, la penale del 25% per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stato compensato il lavoro risultato non idoneo.

Se l'incidenza dell'area fessurata sarà superiore al suddetto 20%, l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura e alla protezione della superficie con filmogeni, di tipologia da concordare con la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista.

Le superfici risonanti a vuoto con il controllo al martello verranno verificate in contraddittorio e su di esse verrà applicata la penale del 25% per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stato compensato il lavoro risultato non idoneo, salvo richiesta della Direzione Lavori di far effettuare, a cura e spese dell'Impresa, le asportazioni ed il rifacimento del ripristino delle superfici risonanti.

Nel caso di sistemi protettivi filmogeni, qualora dalle prove eseguite, risultassero valori inferiori rispetto a quelli richiesti, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla sostituzione dei materiali già posti in opera.

In corso d'opera la Direzione Lavori effettuerà controlli dello spessore sul film umido⁶ della singola mano applicata con le seguenti modalità:

- misura dello spessore mediante "pettine" d'idonea graduazione secondo le specifiche dell'ASTM D 4414 (o D 1212);
- per superfici globali da proteggere inferiori a 2000 m² almeno una serie di 20 misure;
- per superfici globali da proteggere superiori a 2000 m² almeno una serie di 40 misure;

⁶ Lo spessore di film umido, corrispondente allo spessore di film secco previsto in progetto, si ottiene moltiplicando lo spessore di film secco per 100 e dividendo per il valore dei solidi in volume del prodotto da applicare (derivato dalla scheda tecnica del prodotto), il valore ottenuto verrà arrotondato alla decina.

· la serie di misure sarà, se possibile, omogeneamente distribuita sulla superficie da verificare ed il suo valore medio non dovrà essere minore di quello di progetto. Nel caso risulti un valore medio inferiore allo spessore di progetto, l'Impresa, a sua cura e spese, provvederà ad integrare lo spessore mancante mettendo in atto tutti gli accorgimenti necessari per la buona riuscita dell'integrazione.

5.8 Casseforme - Armature - Centinature - Varo travi prefabbricate

Casseforme, armature di sostegno, centinature e varo di travi prefabbricate saranno contabilizzate a parte, solo per quanto sia esplicitamente indicato negli articoli d'Elenco prezzi. Tali articoli d'Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni relative a materiali, mano d'opera, noli, armo, disarmo, sfrido, trasporti, disarmanti ecc..

5.8.1 Casseforme

Le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita.

5.8.2 Armature

Gli oneri per le armature di sostegno delle casseforme per getti in opera di conglomerato cementizio semplice od armato, normale o precompresso, per impalcati, piattabande e travate e quelle di sostegno delle centine per archi o volte, di luce retta fino a 2,00 m, misurata al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, sono compresi negli articoli dell'Elenco Prezzi relativi ai conglomerati cementizi.

Le armature di luce retta superiore a 2,00 m saranno computate per classi di luci, secondo le indicazioni contenute nei relativi articoli dell'Elenco prezzi.

La superficie dell'armatura di ciascuna luce sarà determinata in proiezione orizzontale misurandola in lunghezza, al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, fra i fili interni dei sostegni ed in larghezza, normalmente all'asse mediano dell'opera, fra i fili esterni dell'impalcato.

Quando l'altezza media di ciascuna luce, misurata fra l'intradosso dell'opera (impalcato, piattabanda, travata, sostegno di centine d'archi o volte) ed il piano di campagna in corrispondenza dell'asse mediano dell'opera stessa superi l'altezza di 10 m, si determinerà l'incremento, previsto dagli articoli d'Elenco prezzi per le armature, applicando la maggiorazione in percentuale, per altezze medie delle armature superiori ai 10 m, tante volte quante sono le zone di 5 m eccedenti i primi 10 metri.

Saranno computate anche le armature di sostegno delle casseforme per il getto in opera di conglomerato cementizio di parti aggettanti dalle strutture in elevazione, quali ad esempio le orecchie delle spalle d'opere d'arte e gli sbalzi laterali delle pile.

In questi casi gli articoli saranno contabilizzati applicando quelli corrispondenti a luci convenzionali, uguali a due volte la lunghezza dello sbalzo (misurata lungo il suo asse mediano tra il filo d'incastro ed il filo esterno dello sbalzo stesso) e la superficie alla quale detto articolo dovrà essere applicato sarà quella determinata, in proiezione orizzontale, dalla lunghezza dello sbalzo, misurata come sopra e dalla larghezza misurata normalmente all'asse mediano dello sbalzo.

5.8.3 Attrezzature speciali autovaranti e autoportanti per l'esecuzione in opera d'impalcati di ponti e viadotti

Le attrezzature speciali autovaranti, per l'esecuzione in opera a qualsiasi altezza d'impalcati di ponti e viadotti, a cassone o a piastra, in c.a. o in c.a.p., anche a sezione variabile, saranno computate a metro quadrato di proiezione dell'impalcato stesso, misurando la luce fra gli assi degli appoggi.

Le attrezzature speciali autoportanti, per l'esecuzione d'impalcati a cassone di ponti e viadotti in c.a.p. gettati in opera a sbalzo per conci successivi a sezione variabile, saranno computate a metro quadrato di proiezione dell'impalcato stesso, misurando la lunghezza degli sbalzi dal filo esterno della struttura di pila fino all'estremità libera o fino all'attacco con gli sbalzi adiacenti.

Nei relativi articoli dell'Elenco prezzi sono compresi tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni occorrenti; tra gli altri in particolare:

- eventuali diritti di brevetto;
- trasporto, montaggio in opera, smontaggio e ripresa delle attrezzature;
- il nolo d'attrezzature complementari (carri portaferrò, carrelli autovaranti, centraline idrauliche, motorizzazioni, ponteggi ecc.);
- eventuali fermi conseguenti a specifiche modalità d'impiego.

L'applicazione degli articoli dell'Elenco prezzi per l'impiego delle attrezzature speciali autovaranti e autoportanti naturalmente esclude l'utilizzo degli articoli per gli altri tipi d'armature di sostegno e loro maggiorazioni, compresi quelli per eventuali armature di sostegno di casseforme all'interno dei cassoni stessi.

Sono escluse soltanto le casseforme da contabilizzare a parte con i relativi articoli.

5.8.4 Varo di travi prefabbricate in c.a. o c.a.p. - Armatura di sostegno per getto di solette e traversi su travi varate

Quando nell'esecuzione d'impalcati sono impiegate travi costruite fuori opera in c.a. o in c.a.p., di luce superiore a 2,0 m, il loro sollevamento, trasporto e collegamento in opera a qualsiasi altezza, sarà contabilizzato con i relativi articoli dell'Elenco prezzi.

Se in una stessa opera d'arte sono impiegate travi di luci diverse, gli aumenti o le detrazioni per variazioni del numero delle travi, saranno applicate separatamente per gruppi di travi rientranti nella stessa classe di luci.

Per luci inferiori a 2,0 m, l'onere di sollevamento, trasporto e collocamento in opera è compreso negli articoli dell'Elenco prezzi relativi ai conglomerati cementizi.

L'armatura di sostegno di casseforme per getti in opera, a qualsiasi altezza, di solette su travi varate in c.a., c.a.p. o acciaio, anche per le parti a sbalzo, sarà computata in base alla superficie determinata misurando in larghezza, normalmente all'asse delle travi, la distanza tra i bordi delle travi o tra il bordo della trave ed il filo esterno dello sbalzo ed in lunghezza la distanza fra le testate della soletta misurata parallelamente all'asse delle travi. L'articolo di cui sopra comprende anche l'onere per la fornitura e messa in opera dell'armatura di sostegno delle casseforme per il getto dei traversi.

L'armatura di sostegno per le dalle impiegate come casseforme a perdere sarà contabilizzata con l'articolo dell'Elenco prezzi relativo alle armature di sostegno di casseforme per getto in opera di solette e traversi su travi varate.

5.8.5 Centinature

Gli oneri per centinature per archi o volte, complete delle eventuali armature di sostegno delle casseforme per qualsiasi struttura da costruirsi superiormente all'estradosso delle centine, fino a 2,00 m di luce retta, sono comprese negli articoli dell'Elenco prezzi dei conglomerati cementizi.

Le centinature per luci rette superiori a 2,00 m, misurate in proiezione orizzontale fra i vivi di pile o spalle, per l'effettiva larghezza degli archi o volti, saranno contabilizzate per classi di luci, secondo le indicazioni dei relativi articoli dell'Elenco prezzi. Le centinature, costruite anche a sbalzo, per il sostegno di casseforme per volte di gallerie artificiali in conglomerato cementizio semplice od armato, saranno misurate in proiezione orizzontale, in larghezza fra i vivi dei piedritti all'imposta dell'arco ed in lunghezza secondo l'effettiva lunghezza dell'arco e saranno contabilizzate per classi di luci secondo le indicazioni dei relativi articoli dell'Elenco prezzi.

5.9 Acciaio per c.a. e c.a.p.

L'acciaio in barre per armatura di conglomerati cementizi sarà computato in base al peso teorico dei vari diametri nominali indicati nei progetti esecutivi, trascurando le quantità superiori alle indicazioni di progetto, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie, intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Il peso degli acciai sarà determinato con metodo analitico misurando lo sviluppo teorico di progetto d'ogni barra e moltiplicandolo per la corrispondente massa lineica nominale indicata nel prospetto IV della Norma UNI 6407/88.

Essendo equivalenti i diametri e le aree delle sezioni nominali delle barre nervate a quelli delle barre lisce, per la computazione sarà adottata per entrambi la medesima massa lineica nominale.

Nel caso che il materiale non risulti idoneo, sarà allontanato dal cantiere, a cura e spese dell'Impresa.

Il peso dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con il sistema a cavi scorrevoli sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto dei cavi, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il numero dei fili componenti il cavo e per il peso unitario dei fili stessi, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dm³.

Il peso dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con il sistema a fili aderenti sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto dei fili, compreso tra le facce esterne delle testate della struttura, per il peso unitario dei fili, calcolato in funzione del loro diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dm³.

Il peso di trefoli o trecce di acciaio per strutture in c.a.p. sarà determinato moltiplicando il loro sviluppo teorico, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il peso dell'unità di misura determinato mediante pesatura.

Il peso dell'acciaio in barre per calcestruzzi precompressi sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto delle barre, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di ancoraggio, per il peso unitario della barra, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dm³.

L'articolo di Elenco prezzi dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso comprende la fornitura dell'acciaio, tutti gli oneri necessari per dare l'acciaio in opera a perfetta regola d'arte ed inoltre:

a) per il sistema a cavi scorrevoli:

la fornitura e posa in opera delle guaine, comprese le relative giunzioni con legature per mezzo di nastro adesivo; la fornitura e posa in opera dei ferri distanziatori dei cavi e di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80÷100 cm; le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo con nastro adesivo ad intervalli di 70 cm; le iniezioni di boiaccia di cemento a ritiro compensato nelle guaine dei cavi; le teste e le piastre di ancoraggio; la mano d'opera, i mezzi ed i materiali per la messa in tensione di cavi e per il bloccaggio dei dispositivi;

b) per il sistema a fili aderenti:

la fornitura e posa in opera dei dispositivi di posizionamento dei fili all'interno della struttura, degli annessi metallici ed accessori di ogni tipo; la mano d'opera, i mezzi ed i materiali necessari per la messa in tensione dei fili, per il bloccaggio degli stessi e per il taglio a stagionatura avvenuta della struttura, delle estremità dei fili non annegate nel conglomerato cementizio; la perfetta sigillatura con malta dosata a 300 kg di cemento per metro cubo di sabbia, delle sbrecciature nell'intorno dei fili tagliati sulla superficie delle testate della struttura;

c) per il sistema a barre:

eventuali diritti doganali e di brevetto; il trasporto; la fornitura e posa in opera di guaine, ancoraggi, manicotti ed accessori di ogni genere; la mano d'opera, i mezzi ed i materiali per la messa in tensione delle barre nonché per il bloccaggio dei dispositivi; le iniezioni di boiaccia di cemento a ritiro compensato nelle guaine; ecc..

5.10 Tiranti di ancoraggio

Saranno contabilizzati con i relativi articoli di elenco prezzi, che comprendono oltre alle forniture e lavorazioni ivi richiamate, tutti gli oneri e le prescrizioni delle presenti Norme ed in particolare:

- i ponteggi e le impalcature occorrenti per l'esecuzione del perforo a qualsiasi altezza;
- l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova, la loro ripetizione nel caso l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente;
- le iniezioni preventive di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili;
- tutte le prove ed analisi per la determinazione dell'aggressività dell'ambiente attraversato dai tiranti;
- tutte le prove di controllo sulla resistenza degli acciai utilizzati per i tiranti;
- tutte le prove per il controllo della fluidità, dell'essudazione e della resistenza a compressione della miscela utilizzata nelle iniezioni a bassa pressione o ripetute in pressione.

I perfori saranno computati in base alla loro effettiva profondità, misurata dal paramento esterno della parete sulla quale si attesta il tirante fino al fondo del foro; i tiranti di acciaio saranno computati in base alla loro lunghezza effettiva, misurata dall'estremità di fondo alla superficie esterna dell'apparecchio di bloccaggio; le iniezioni saranno computate in base all'effettiva lunghezza del perforo iniettato ed in rapporto al diametro dello stesso.

In presenza di iniezioni ripetute in pressione si considera tratto attivo (fondazione) del tirante esclusivamente il bulbo.

I relativi articoli comprendono inoltre il riempimento anticorrosivo posto a protezione del tratto libero. In presenza di iniezioni a gravità si considera tratto attivo (fondazione) del tirante l'intero volume del perforo.

5.11 Muri in elementi prefabbricati - Strutture di sostegno - Pannelli di rivestimento prefabbricati

5.11.1 Muri di sostegno e di controripa costituiti da pannelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato, anche precompresso

Misurazione dell'effettiva lunghezza del muro per ciascun'altezza.

L'altezza misurata sulla faccia in vista di ogni pannello, dall'estradosso della fondazione alla sommità del pannello stesso.

Pannelli con profilo superiore inclinato saranno misurati fino all'orizzontale passante per lo spigolo più alto.

Pannelli di altezza intermedia fra quelle quotate in Elenco prezzi saranno contabilizzati interpolando linearmente la quotazione dei due articoli corrispondenti contigui.

I relativi articoli dell'Elenco prezzi oltre a comprendere tutti gli oneri in essi richiamati, contengono anche quelli previsti nelle presenti Norme; solo esclusi: gli scavi per l'impianto del muro; le opere di fondazione; l'eventuale drenaggio a tergo del muro, l'eventuale coronamento in sommità; la formazione del rilevato a tergo del muro; che saranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco.

5.11.2 Pannelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato per rivestimenti di pareti

Misurazione della superficie effettiva in vista di ciascun pannello escluse eventuali sovrapposizioni o immaschiature. I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri in essi richiamati.

5.12 Impermeabilizzazioni - Trattamento impregnante di superfici in conglomerato cementizio - Conglomerato cementizio spruzzato per rivestimento di pareti

Intonaci verticali, orizzontali, piani o curvi, saranno computati a metro quadrato di superficie effettiva, misurata al civile, detraendo soltanto i vani di superficie superiore a 1,00 m².

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche l'onere della esecuzione in più strati; della fornitura e posa in opera di parasigoli; della chiusura e rifinitura di tracce; della ripresa in corrispondenza di pavimenti, zoccolature, rivestimenti, serramenti, ecc.; della eventuale esecuzione di gusci di raccordo tra pareti e soffitti, se richiesta; della eventuale fornitura di additivi. L'intonaco ed il trattamento impregnante di superfici in conglomerato cementizio saranno computati per la loro superficie effettiva, piana o curva, senza effettuare detrazioni per vani di superficie inferiore a 1,00 m² e senza tenere conto di rientranze o sporgenze dal vivo inferiore a 10 cm. Il conglomerato cementizio spruzzato per il rivestimento di pareti di pozzi di fondazione, di scavi in genere o di pendici, sarà computato per i volumi convenzionalmente risultanti dalle superfici effettivamente da rivestire per gli spessori teorici previsti.

La rilevazione per il controllo degli spessori medi dovrà essere fatta su un reticolo di un metro di lato. I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri ivi richiamati ed inoltre quelli relativi agli eventuali ponteggi ed impalcature occorrenti. Solo escluso eventuali armature metalliche da contabilizzare a parte con i relativi articoli di Elenco.

5.12.1 Impermeabilizzazioni in cartongfello bitumato e in mastice d'asfalto sintetico e manti impermeabili costituiti da membrane a base bituminosa

Saranno computati in superficie effettiva, piana o curva, orizzontale, verticale o comunque inclinata, senza tenere conto delle sovrapposizioni e degli sfridi.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche tutte le forniture, prestazioni ed oneri, in essi compresi la preparazione dei piani di posa, la fornitura e stesa di primer, la formazione di risvolti e colli di raccordo.

5.12.2 Manti impermeabili di copertura costituiti da fogli in PVC o in gomma sintetica

Saranno computati in proiezione orizzontale della superficie netta coperta.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche i risvolti perimetrali, il fissaggio alle strutture sottostanti con coprifilo in profilato estruso di alluminio, i pezzi speciali saldati al manto per il convogliamento dell'acqua ai pluviali, eventuali griglie parafoglie, i collari per il raccordo con le strutture emergenti, la prova di tenuta dei giunti, le sovrapposizioni e quant'altro occorrente per dare i manti finiti.

5.12.3 Impermeabilizzazione di impalcati e gallerie artificiali

Le impermeabilizzazioni di impalcati e di gallerie artificiali saranno computate per la loro superficie effettiva, che dovrà essere conforme alle previsioni di progetto.

5.13 Manufatti metallici

I manufatti d'acciaio, di qualsiasi genere e per ogni utilizzo, composti da lamiera, lamiera ondulata, profilati, tubi, barre, getti di fusione, ecc., saranno contabilizzati secondo i relativi

articoli d'Elenco prezzi e computati in base al loro peso, che dovrà essere determinato prima della posa in opera mediante pesatura in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Impresa, con stesura d'apposito verbale controfirmato dalle parti.

Rispetto al peso teorico, determinato sulla base delle distinte dei materiali riportate nei disegni di progetto, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 4% (quattro per cento); detta tolleranza non si applica nel caso d'appalti a corpo. Se il peso effettivo sarà inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura.

Se il peso effettivo sarà invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, sarà computato solo il peso teorico aumentato del valore di tolleranza.

Ogni operazione di pesatura dovrà riferirsi a parti di uno stesso manufatto. È pertanto esclusa la pesatura cumulativa d'elementi appartenenti a manufatti diversi, anche quando si tratta di controventi, piastrame, bullonerie, rosette, ecc.. I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono: la fornitura di tutti i materiali; la lavorazione secondo i disegni costruttivi; la posa ed il fissaggio in opera; la sabbiatura e la sua eventuale ripetizione in caso di formazione di ruggine; la verniciatura secondo i cicli previsti; ogni altra fornitura, prestazione ed onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte.

Nel caso di manufatti di ponti e viadotti costituiti da acciai di tipo diverso, si determineranno preventivamente, sulla base delle distinte dei materiali sopracitate, le incidenze di ciascun tipo d'acciaio, da contabilizzare con i corrispondenti articoli d'Elenco.

Per i manufatti d'acciaio, sui materiali presenti in cantiere a piè d'opera, già verificati tecnologicamente, come dimensione e pesati a cura della Direzione Lavori, potrà essere corrisposto un acconto pari al 50% dell'importo determinato sulla base dei prezzi offerti dall'Impresa. Le dimensioni e gli spessori dei manufatti da computare in metri quadrati di superficie effettiva dovranno essere corrispondenti ai disegni di progetto.

Se la superficie effettiva risulterà inferiore a quella teorica di progetto, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura; se invece la superficie effettiva risulterà superiore a quella teorica di progetto sarà computata solo quella teorica ferma restando la facoltà della Direzione Lavori di chiedere il rispetto dimensionale dei manufatti.

S'intendono comunque compresi nei relativi articoli d'Elenco prezzi gli oneri per: le lavorazioni quali, le forature, le saldature, le bullonerie, le piastre, i relativi sfridi, le opere murarie compresi i collegamenti strutturali e gli ancoraggi, anche con l'impiego di malta reoplastiche, le finiture con sabbiature di grado SA 2½ della SVENSK STANDARD SIS, la sgrassatura, la zincatura, la verniciatura secondo i cicli previsti.

Nel caso di manufatti di ferro per cancelli, cancellate e parapetti, sono compresi negli oneri le serrature e le ferramenta di manovra per i cancelli, i corrimano rivestiti di plastica per i parapetti.

5.14 Fondazioni stradali

Le fondazioni stradali saranno computate a volume, in opera dopo il compattamento. Il calcolo del volume sarà fatto assumendo la larghezza teorica di progetto, senza tenere conto d'eventuali eccedenze, misurando la lunghezza sull'asse mediano di ciascuna carreggiata e determinando lo spessore medio sulla base di sondaggi eseguiti a cura ed a spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori escludendo le eccedenze rispetto allo spessore teorico di progetto. Il materiale fresco d'apporto per l'esecuzione di fondazioni in misto granulometricamente stabilizzato con materiali provenienti dalla demolizione d'esistenti fondazioni stradali sarà computato a volume, misurato a piè d'opera prima del compattamento.

5.15 Conglomerati bituminosi

I conglomerati bituminosi per gli strati di base, di collegamento (binder) e d'usura saranno computati sulla base delle quantità effettivamente eseguite, senza tenere conto d'eventuali eccedenze rispetto alle quantità teoriche di progetto, sia per quanto si riferisce a volumi e superfici che per gli spessori dei singoli strati.

I relativi articoli dell'Elenco prezzi comprendono tutte le forniture, prestazioni ed oneri in essi richiamati e nelle presenti Norme.

6. NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

6.1 Rilievi e tracciamenti

6.1.1 Definizioni

La presente sezione ha lo scopo di descrivere e standardizzare le fondamentali operazioni che si andranno a svolgere nei vari cantieri relativamente a:

- acquisizione dei dati della livellazione base di progetto
- materializzazione dei vertici
- poligonali di precisione
- poligonali secondarie
- livellazione di precisione
- livellazioni tecniche
- rilievi planoaltimetrici
- tracciati planoaltimetrici.

6.1.2 Campo di applicazione

Le seguenti disposizioni si applicano a tutte le attività oggetto della presente tratta.

6.1.3 Prescrizioni ed oneri generali

Le operazioni topografiche sono rivolte essenzialmente all'esecuzione di rilievi planoaltimetrici ed al posizionamento di opere d'arte.

Nello svolgimento delle attività potranno essere presenti contemporaneamente più operazioni fra quelle indicate, scelte secondo le necessità operative ed i criteri di buona esecuzione ed espletate nel rispetto delle tolleranze di seguito descritte.

Le operazioni di rilievo e tracciamento saranno quindi supportate da livellazioni di precisione e/o tecniche e da poligonali di precisione e/o secondarie.

Prima di iniziare i lavori di sterro e riporto l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, e nel caso in cui ai lavori in terra siano connesse opere murarie o in calcestruzzo, dovrà procedere al tracciamento di esse con l'obbligo della conservazione, in entrambi i casi, dei capisaldi di partenza. Detti capisaldi, la cui ubicazione dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori, dovranno essere correlati con la rete geodetica nazionale dell'I.G.M.I. e con quella utilizzata per la redazione della cartografia del progetto affidato. Essi costituiranno la base per tutti i lavori topografici in fase di costruzione.

Resta inteso che particolari operazioni dettate dall'aspetto esecutivo delle varie opere (ad esempio conduzione delle frese con laser o distanziometri elettronici motorizzati intertracciati con opportuni software, valutazione dei cedimenti delle centine ecc.) seppur fundamentalmente legate alle tolleranze ed alle modalità operative delle operazioni di seguito descritte, andranno valutate di

caso in caso e supportate con integrazioni al presente documento fornite dall'Impresa e soggette all'approvazione della Direzione Lavori.

6.1.4 Prescrizioni tecniche particolari

Sarà cura dell'Impresa provvedere a quanto necessario affinché tutte le Imprese operanti si avvalgano e facciano riferimento ad un'unica rete di capisaldi in tutte le fasi di realizzazione del progetto (indagini, ingegneria, costruzioni, controlli).

L'Impresa è obbligata a recepire la livellazione base assunta dal progetto.

Sarà cura dell'Impresa provvedere a quanto necessario ad evitare manomissioni del reticolo di capisaldi. Nel caso in cui, per esigenze di lavoro o in conseguenza di avvenimenti (anche non dipendenti dall'Impresa) di qualsiasi natura, il reticolo (o singoli capisaldi) risultassero manomessi, sarà cura dell'Impresa provvedere ai necessari ripristini.

Sarà cura dell'Impresa provvedere alla installazione delle modine necessarie a definire con la massima precisione il profilo delle scarpate di scavi e rilevati.

Sarà cura dell'Impresa, ove richiesto, mettere a disposizione della Direzione Lavori e/o del Committente la documentazione, la strumentazione e il personale tecnico e ausiliario necessari per la effettuazione dei rilievi che la stessa ritenesse opportuni per eventuali controlli in fase di costruzione.

La correttezza dei rilievi in corso d'opera e dei tracciamenti delle opere rimane responsabilità dell'Impresa che dovrà, comunque, dimostrare la correttezza a semplice richiesta della Direzione Lavori.

6.1.5 Materiali e strumentazione

Tutta la strumentazione deve essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di tracciamento. La Direzione Lavori si riserva di chiedere all'Impresa la presentazione dei certificati di taratura della strumentazione rilasciati da laboratori riconosciuti idonei dalle due parti e subito antecedenti l'inizio delle attività topografiche date in appalto.

Vertici

I vertici dovranno essere realizzati con pilastrini di calcestruzzo, dovranno essere fissi ed avere ben visibile sulla parte superiore una borchia metallica con l'indicazione del numero del vertice o caposaldo e dell'Ente (la Committente).

Poligoni di precisione

Possono essere utilizzati teodoliti che consentano la lettura angolare non superiore ai due secondi centesimali, accoppiati a distanziometri elettronici di precisione non inferiore a $\pm \text{mm } 3 + 2 \text{ ppm}$. In alternativa sarà possibile utilizzare total station con prestazioni analoghe.

Giornalmente si dovrà verificare che l'indice zenitale presenti un errore di posizione inferiore a 20 secondi centesimali e che le funzioni di correzione automatica per la curvatura terrestre, altitudine media e indice di rifrazione siano impostate correttamente. In zone con manifesti ed insormontabili ostacoli alla visibilità sarà possibile ricorrere all'uso di apparecchiature GPS.

La strumentazione deve essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di tracciamento. La Direzione Lavori si riserva di chiedere all'Impresa la presentazione dei certificati di taratura della

strumentazione rilasciati da laboratori riconosciuti idonei dalle due parti e subito antecedenti l'inizio delle attività topografiche date in appalto.

Poligonali secondarie

Per tutti i lavori di poligonazione secondaria potranno essere utilizzati teodoliti con s.q.m. non superiore ai dieci secondi centesimali accoppiati a distanziometri elettronici di precisione non inferiore a \pm mm 5+5 ppm o, in alternativa, total station di prestazioni analoghe. Giornalmente si dovrà verificare che l'indice zenitale presenti un errore di posizione inferiore ai 20 secondi centesimali e che le funzioni di correzione automatica per la curvatura terrestre, altitudine media e indice di rifrazione siano impostate correttamente.

La strumentazione deve essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di tracciamento. La Direzione Lavori si riserva di chiedere all'Impresa la presentazione dei certificati di taratura della strumentazione rilasciati da laboratori riconosciuti idonei dalle due parti e subito antecedenti l'inizio delle attività topografiche date in appalto.

Livellazioni di precisione

Il livello impiegato nella livellazione dovrà avere: micrometro a lastra piana - parallela per la misura diretta delle frazioni di graduazione della stadia, ingrandimento non inferiore a 30x, livella con centramento a coincidenza di sensibilità non inferiore a 30" per 2 mm di spostamento o compensatore autolivellante che assicuri una precisione della linea di mira non inferiore a 0,4", stato di rettifica verificato giornalmente prima dell'inizio dei lavori. Potranno essere utilizzati livelli elettronici con registratore automatico dei dati purché assicurino prestazioni equivalenti. Le coppie di stadie dovranno avere graduazione centimetrata o mezzo - centimetrata su nastro di acciaio sottoposto a tensione costante, lunghezza di un solo pezzo, bolla che ne permette la posa verticale con l'approssimazione di qualche primo, puntale d'appoggio sui capisaldi sferici, piastra trasportabile per le battute intermedie di peso e stabilità sufficiente.

La Direzione Lavori si riserva di chiedere all'Impresa la presentazione dei certificati di taratura della strumentazione rilasciati da laboratori riconosciuti idonei dalle due parti e subito antecedenti l'inizio delle attività topografiche date in appalto.

Livellazioni tecniche

La livellazione verrà eseguita utilizzando un livello con ingrandimento non inferiore a 30 x, livella con centramento a coincidenza di sensibilità non inferiore a 30" per 2 mm di spostamento o compensatore autolivellante che assicuri una precisione della linea di mira non inferiore a 0,4", stato di rettifica verificato giornalmente prima dell'inizio dei lavori. Potranno essere utilizzati livelli elettronici con registratore automatico dei dati purché assicurino prestazioni equivalenti.

Per livellazioni tecniche che necessitino di strumenti o procedure differenti andrà richiesta apposita autorizzazione alla Direzione Lavori (per tipologia di situazioni) specificando i motivi e l'ambito di applicazione.

La coppia di stadie dovrà avere graduazione centimetrata su legno o metallo o fibra di vetro e livella sferica per la posa verticale.

Rilievi planoaltimetrici

Per tutti i lavori di rilievo planoaltimetrico potranno essere utilizzati teodoliti con s.q.m. non superiore ai quindici secondi centesimali accoppiati a distanziometri elettronici di precisione non inferiore a \pm mm 5+5 ppm o, in alternativa, total station di prestazioni analoghe. Giornalmente si

dovrà verificare che l'indice zenitale presenti un errore di posizione inferiore ai 20 secondi centesimali e che le funzioni di correzione automatica per la curvatura terrestre, altitudine media e indice di rifrazione siano impostate correttamente.

Per quanto riguarda i livelli valgono le prescrizioni date al paragrafo: “Livellazioni tecniche”.

Per il rilievo di particolari o di manufatti in genere potranno essere utilizzati nastri metallici centimetrati, canne metriche o metri.

Tracciamenti planoaltimetrici

Vale quanto riportato al paragrafo 0 “Poligonalidi precisione”.

6.1.6 Modalità di esecuzione

Vertici

E' obbligo dell'Impresa lo studio, il posizionamento e la realizzazione, partendo da punti di riferimento noti e ben visibili sul territorio, di un reticolo di vertici da utilizzare per i tracciamenti e/o per i controlli plano-altimetrici delle opere da eseguire; quanto sopra si intende applicabile a partire dalle attività connesse con la campagna geotecnica.

Per ogni vertice deve essere redatta una apposita monografia contenente tutte le informazioni idonee a permettere di rintracciarne la posizione. Detta monografia dovrà essere corredata da uno schizzo planimetrico con almeno tre distanze da punti particolari ben riconoscibili sul territorio.

E' obbligo dell'Impresa il reperimento di tutti i dati di partenza per l'esecuzione dei reticoli dei vertici.

Poligonalidi precisione

Scelta dei vertici di partenza e controllo della conformità degli stessi

Si assumeranno come vertici di partenza quelli delle reti principali e di raffittimento o i nuovi punti trigonometrici posizionati in precedenza, tramite triangolazioni di precisione, verificando che non presentino danneggiamenti o alterazioni di alcun tipo e che siano conformi alle monografie.

Nell'eventualità che si sia verificato un danneggiamento o una rimozione, tale vertice verrà scartato riferendosi ad un altro oppure, si controllerà che il vertice venga ripristinato con le stesse modalità e cura di un vertice di nuova creazione.

Posizionamento e materializzazione dei nuovi vertici

La materializzazione dei vertici della rete di raffittimento delle poligonalidi precisione verrà realizzata mediante centrini metallici a testa sferica punzonata, realizzati in metallo (o lega metallica) anticorrosivo che porteranno incisi sulla base la scritta che sarà indicata dalla Direzione Lavori, murati su manufatti in cls di opportuna stabilità (es. murette, fondazioni, pilastri di nuova costruzione di dimensioni cm 40x40 e profondità minima di cm 80 fondati direttamente nel terreno) e protetti, ove necessari, in pozzetti, con piastra metallica di chiusura ricavati nei manufatti in cls o murati su roccia affiorante. Potranno essere inoltre utilizzate mensole e piastre in acciaio per il centramento forzato debitamente fissate ai paramenti di galleria o ai manufatti in cls.

L'identificazione dei nuovi punti avverrà tramite targhette metalliche poste in corrispondenza degli stessi al paramento di galleria o nelle adiacenze per quelli esterni o tramite chiodi infissi nel cls o punzonatura del centrino.

Dette targhette dovranno riportare in maniera indelebile, il numero di identificazione del punto e, se in galleria, anche la progressiva.

Azimut di direzione e orientamento iniziale

Per il vertice iniziale e quello finale della poligonale verrà calcolato l'azimut di direzione ad almeno tre vertici della rete di raffittimento. Ove ciò non risulti possibile, previa verifica con la Direzione Lavori, saranno sufficienti 2 vertici.

L'orientamento avverrà al vertice più lontano dal punto di stazione e si controllerà la veridicità dell'operazione attraverso l'orientamento ai vertici più vicini.

L'angolo di orientamento sarà rilevato effettuando almeno sei insiemi di letture angolari con il metodo delle direzioni isolate, differenziando se necessario l'orario delle osservazioni.

Modalità di lettura strumentale e tolleranze

I lati della poligonale dovranno avere possibilmente lunghezza costante, compresa fra 300 e 1.000 m; la poligonale non potrà avere sviluppo complessivo superiore a 10 km e non più di 20 vertici di stazione.

Gli angoli azimutali e zenitali verranno determinati attraverso almeno sei strati di letture. Lo scarto massimo fra i valori angolari dei vari strati non dovrà essere superiore ai dodici secondi centesimali.

Le osservazioni che superino tali valori andranno ripetute.

Le tolleranze per l'esecuzione di poligonali o intersezioni multiple per la determinazione di nuovi punti trigonometrici atti all'inquadramento topografico delle stazioni per il tracciamento delle opere saranno le seguenti:

tolleranza angolare $\Delta\alpha = 0,0012 \times \sqrt{n}$ dove n è il numero dei vertici;

tolleranza lineare $\Delta L = 0,009 \times \sqrt{\sum l}$ (km) + 0,003 n + 0,002 x $\sum l$ (km) dove $\sum l$ è la sommatoria della lunghezza dei lati ed n è il numero dei vertici.

La posizione altimetrica dei vertici della poligonale dovrà essere ottenuta mediante livellazione geometrica di precisione.

Registrazioni delle misure

Prima dell'inizio dei lavori verrà predisposto un adeguato numero di libretti di misura, che dovranno essere firmati e numerati dal responsabile della topografia dell'Impresa numerando progressivamente le pagine ed i libretti stessi e vistati dalla Direzione Lavori.

Sui libretti, riempiti senza pagine bianche, i dati dovranno essere riportati dall'Impresa in maniera indelebile e senza cancellazioni invisibili.

Nel caso di registrazione con supporti magnetici o registratori dati la memorizzazione avverrà di norma per punti con record a lunghezza fissa contenenti i dati di campagna. In quest'ultimo caso i dati registrati andranno stampati a fine giornata di misure e dovrà essere predisposta una copia di sicurezza degli stessi su supporto digitale che verrà fornito dall'Impresa alla Direzione Lavori.

Compensazione ed elaborazione dati

I dati rilevati per il calcolo delle coordinate planimetriche dei punti di stazione saranno sottoposti a procedura analitica di compensazione e di calcolo.

Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi

Per la poligonale di precisione è necessario che l'Impresa predisponga (e fornisca alla Direzione Lavori) le monografie dei vertici che dovranno contenere:

- coordinate rettilinee
- schizzo planimetrico con almeno tre distanze da punti caratteristici stabili e facilmente individuabili sul terreno; in galleria invece verrà indicata la progressiva
- schizzo prospettico o fotografia
- quota del vertice
- data di materializzazione
- numerazione del vertice.

Elaborati poligonali di precisione

Per le varie attività verrà predisposta dall'Impresa (e fornita alla Direzione Lavori) la seguente documentazione cartacea e su supporto magnetico.

- grafico su apposita cartografia
- monografie dei capisaldi di partenza
- monografie dei nuovi capisaldi
- libretti di misura o file di campagna
- calcolo dell'orientamento iniziale e della compensazione
- riepilogo delle coordinate risultanti per i capisaldi.

Poligonali secondarie

Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi

Si assumeranno come vertici di partenza i capisaldi delle reti GPS principale e di raffittimento o i nuovi punti trigonometrici posizionati in precedenza verificando che non presentino danneggiamenti o alterazioni di alcun tipo e che siano conformi alle monografie o schizzi descrittivi. Nell'eventualità che si sia verificato un danneggiamento o una rimozione questo caposaldo verrà scartato riferendosi ad un altro oppure si controllerà che il caposaldo venga ripristinato con le stesse modalità e cura di un caposaldo di nuova creazione.

Posizionamento e materializzazione dei nuovi capisaldi

La materializzazione dei vertici delle poligonali secondarie e delle stazioni di rilevamento e tracciamento avverrà mediante centrini realizzati in metallo (o lega metallica) anticorrosivo, con inciso alla base l'identificativo alfanumerico e murati su manufatti in cls di buona stabilità, picchetti in legno di dimensioni adeguate muniti di chiodo di stazione o tondini di ferro punzonati debitamente infissi nel terreno, chiodi murati su manufatti in cls o su roccia affiorante.

Azimut di direzione e orientamento iniziale

Per il vertice iniziale e quello finale della poligonale verrà calcolato l'azimut di direzione ad almeno tre vertici della rete di raffittimento. Ove ciò non risulti possibile, previa verifica con la Direzione Lavori, saranno sufficienti 2 vertici.

L'orientamento avverrà al caposaldo più lontano dal punto di stazione e si controllerà la veridicità dell'operazione attraverso l'orientamento ai capisaldi più vicini. L'angolo di orientamento sarà rilevato effettuando almeno quattro insiemi di lettura angolari con il metodo delle direzioni isolate, differenziando se necessario l'orario delle osservazioni.

Modalità di lettura strumentale e tolleranze

I lati della poligonale dovranno avere possibilmente lunghezza costante compresa tra i 150 e 500 metri; la poligonale non potrà avere sviluppo complessivo superiore ai 3 Km e non più di 15 stazioni.

Gli angoli azimutali e zenitali verranno determinati attraverso almeno tre strati di letture.

Lo scarto massimo tra i valori angolari dei vari strati non dovrà essere superiore a venti secondi centesimali. Le osservazioni che superino tali valori andranno ripetute.

Le tolleranze per l'esecuzione di poligonali secondarie e intersezioni multiple per la determinazione di nuovi punti trigonometrici atti all'esecuzione di rilievi celerimetrici ed al tracciamento delle opere saranno le seguenti:

Tolleranza angolare $\Delta\alpha = 0g.0020 \times \sqrt{n}$ dove n è il numero dei vertici della poligonale;

Tolleranza lineare $\Delta L = 0.015 \times \sqrt{\sum l}$ (Km) + 0.005 x n + 0.005 x $\sum l$ (km) dove $\sum l$ è la sommatoria della lunghezza dei lati ed n il numero dei vertici della poligonale.

La posizione altimetrica dei vertici della poligonale sarà ottenuta secondo una delle due procedure seguenti:

- Determinando il dislivello tra le successive coppie di punti con osservazioni zenitali, effettuando la collimazione reciproca e mediando successivamente i valori calcolati in andata e ritorno. Verranno eseguiti almeno quattro strati di lettura per ogni punto collimato e gli angoli ottenuti, per essere mediabili dovranno presentare uno scarto inferiore a venti secondi centesimali
- Mediante livellazione tecnica.

Registrazioni delle misure

Vale quanto riportato al par. 0.

Compensazione ed elaborazione dati

I dati rilevati per il calcolo delle coordinate planimetriche dei punti di stazione saranno sottoposti a procedura analitica di compensazione e di calcolo.

Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi

Per i vertici delle poligonali secondarie se necessario l'Impresa predisporrà (e fornirà alla Direzione Lavori) uno schizzo planimetrico atto a permetterne l'identificazione, questo dovrà contenere:

- coordinate rettilinee;
- distanza del vertice da almeno tre punti caratteristici, stabiliti e facilmente individuabili sul terreno; in galleria invece verrà indicata la progressiva;
- data di materializzazione;
- quota del vertice;
- schizzo prospettico o fotografia;
- numerazione.

Elaborati poligonali secondarie

Per le varie attività verrà predisposta dall'Impresa (e fornita alla Direzione Lavori) la seguente documentazione cartacea e su supporto magnetico.

- grafico su apposita cartografia
- monografie dei capisaldi di partenza
- monografie dei nuovi capisaldi
- libretti di misura o file di campagna
- calcolo dell'orientamento iniziale e della compensazione
- riepilogo delle coordinate risultanti per i capisaldi.

Livellazioni di precisione

Scelta dei capisaldi di partenza e controllo conformità degli stessi

All'atto delle operazioni di livellazione si controllerà che i capisaldi di riferimento di partenza prescelti siano conformi a quanto indicato nelle monografie e che non presentino danneggiamenti o alterazioni di alcun tipo.

Nell'eventualità che si sia verificato un danneggiamento o una rimozione, questo caposaldo verrà scartato riferendosi ad un altro, oppure, si controllerà che il caposaldo venga ripristinato con le stesse modalità e cura di un caposaldo di nuova creazione.

Posizionamento e materializzazione dei nuovi capisaldi

La materializzazione dei capisaldi della livellazione verrà realizzata mediante pilastri di calcestruzzo eseguiti in opera, di sezione di cm 30x30 fondati direttamente nel terreno a profondità non inferiore a cm 40, completi di centrini metallici a testa sferica, realizzati in metallo (o lega metallica) anticorrosivo, che porteranno incisa sulla base la scritta indicata dalla Direzione Lavori, murati e con numerazione realizzata sul calcestruzzo. E' obbligatorio l'uso di pilastri quando i vertici da materializzare ricadono in terreno libero ed in tutti quei casi in cui manchino manufatti ben stabili.

Potranno anche essere realizzati mediante centrini metallici a testa sferica murati su manufatti esistenti o su roccia, in materiale metallico (o lega metallica) anticorrosivo che porteranno incisa sulla base la scritta indicata dalla Direzione Lavori

Modalità di lettura strumentale e tolleranza

La livellazione di precisione sarà condotta con il metodo della livellazione geometrica con battute dal mezzo. In ogni stazione il livello dovrà trovarsi ad uguale distanza dalle due stadi, con approssimazione non superiore al metro, e la distanza tra lo strumento e la stadia non dovrà superare i 40 metri.

La misura del dislivello da caposaldo iniziale a caposaldo finale dovrà essere eseguita in andata e ritorno, in ore e giorni diversi se necessario. In ogni caso bisognerà evitare le ore calde o di foschia e le visuali radenti.

La discordanza tra il dislivello misurato in andata e quello in ritorno, tra caposaldo iniziale e finale, non dovrà superare la tolleranza di $\text{mm} \pm 6 \sqrt{D}$, dove D è la distanza espressa in Km.

Nel caso che detta discordanza risultasse superiore si dovrà ripetere la livellazione.

Qualora lungo il percorso della livellazione si trovassero più capisaldi, la livellazione stessa si svilupperà tra ciascuna coppia di questi.

Comunque, la tolleranza tra caposaldo iniziale e caposaldo finale di tutta la livellazione dovrà essere contenuta nel limite anzidetto.

Qualora la linea di livellazione si chiuda a formare un poligono di D chilometri, l'errore di chiusura (ovvero il risultato che si ottiene sommando le medie tra andata e ritorno dei dislivelli misurati sui tratti successivi della linea), non deve essere superiore a $\text{mm} \pm 3,5 \sqrt{D}$, dove D è il percorso totale espresso in Km.

Prima di collegare la livellazione con un caposaldo della livellazione di precisione, è fatto obbligo di assicurarsi che la quota del caposaldo sia rimasta invariata nel tempo.

Con la livellazione si dovrà determinare un caposaldo per ogni chilometro di linea livellata, che potrà anche coincidere con i vertici della poligonale.

Per la posa di nuovi capisaldi di livellazione si dovrà comunque prendere per origine almeno due capisaldi di quota nota della livellazione di precisione.

Registrazione delle misure

Vale quanto riportato al par. 0.

Compensazione ed elaborazione dati

Per il calcolo delle quote definitive i dati rilevati, che rientrino nelle tolleranze stabilite, verranno sottoposti a procedura analitica di compensazione e di calcolo.

Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi

Per la livellazione di precisione l'Impresa predisporrà (e fornirà alla Direzione Lavori) la seguente documentazione:

- monografie dei capisaldi ai quali è stata riferita la livellazione e monografie dei capisaldi messi in opera lungo il percorso della nuova livellazione che conterranno:
 - quota del caposaldo al mm;
 - data di materializzazione;
 - numerazione progressiva alfanumerica.

- Inoltre per i capisaldi all'esterno delle gallerie:
 - schizzo planimetrico con l'indicazione di almeno tre distanze da punti caratteristici, stabili e facilmente identificabili sul terreno;
 - schizzo prospettico e fotografia.

Elaborati livellazioni di precisione

Per le varie attività verrà predisposta dall'Impresa (e fornita alla Direzione Lavori) la seguente documentazione cartacea e su supporto magnetico:

- grafico su apposita cartografia
- monografie dei capisaldi di partenza
- monografie dei nuovi capisaldi
- libretti di misura o file di campagna
- calcolo della compensazione
- riepilogo delle coordinate risultanti per i capisaldi.

Livellazioni tecniche

Scelta dei capisaldi di partenza e controllo conformità degli stessi

Vale quanto riportato al par.0.

Posizionamento e materializzazione dei nuovi capisaldi

Vale quanto riportato al par. 0.

Modalità di lettura strumentale e tolleranze

Per la posa di nuovi capisaldi si dovranno prendere per origine almeno due capisaldi di quota nota da livellazione di precisione; per l'esecuzione di tracciamenti si dovranno prendere per origine almeno due capisaldi di quota comunque nota.

Le distanze tra strumento e stadie non dovranno superare i 40 metri, le battute saranno eseguite dal mezzo con ripetizione della misura in andata e ritorno. Dette misure dovranno succedersi senza intervallo di tempo e con lo stesso operatore. La discordanza tra dislivello misurato in andata e quello misurato in ritorno non dovrà superare la tolleranza di $\text{mm} \pm 18 \sqrt{D}$ dove D è la distanza totale percorsa espressa in Km; qualora la linea di livellazione si chiuda ad anello, l'errore di chiusura non dovrà essere superiore a $\text{mm} \pm 13 \sqrt{D}$. Nel caso risultasse superiore, si ripeterà la misura del tratto.

Prima di collegare la livellazione con un caposaldo preesistente sarà necessario assicurarsi che la quota del caposaldo di riferimento sia rimasta invariata nel tempo.

Registrazione delle misure

Vale quanto riportato al par. 0.

Compensazione di elaborazione dati

Per il calcolo delle quote definitive i dati rilevati, che rientrino nelle tolleranze stabilite, verranno sottoposti a procedura analitica di compensazione e calcolo.

Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi

Per la livellazione tecnica sarà necessario che l'Impresa predisponga (e fornisca alla Direzione Lavori) la seguente documentazione:

- monografie dei capisaldi della livellazione ai quali è stata riferita la nuova operazione
- monografie dei nuovi capisaldi determinati, comprensive di schizzo planimetrico, schizzo prospettico e fotografia ovvero distanza progressiva, quota, numerazione, data di materializzazione.

Elaborati livellazioni tecniche

Per le varie attività verrà predisposta dall'Impresa (e fornita alla Direzione Lavori) la seguente documentazione cartacea e su supporto magnetico.

- grafico su apposita cartografia
- monografie dei capisaldi di partenza
- monografie dei nuovi capisaldi
- libretti di misura o file di campagna
- calcolo della compensazione
- riepilogo delle coordinate risultanti per i capisaldi.

Rilievi planoaltimetrici***Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi***

Vale quanto riportato al par. 0.

Orientamento iniziale

Da ogni punto di stazione, al fine di trasformare le letture degli angoli orizzontali di direzione in angoli azimutali da utilizzare per il calcolo delle coordinate planimetriche dei punti rilevati, si dovrà collimare ad un punto di coordinate note e ricavare l'angolo di correzione per l'orientamento del cerchio orizzontale come differenza tra il valore azimutale calcolato a partire dalle coordinate del punto collimato e del punto di stazione ed il valore corrispondente dell'angolo di direzione letto.

Tale orientamento andrà verificato su un secondo punto di coordinate note e sarà accettato se la differenza angolare non superi i 20 secondi centesimali.

Modalità di lettura strumentale e tolleranze, registrazione delle misure, elaborazione dati**Rilievo celerimetrico**

I punti da rilevare vanno scelti in modo da registrare ogni variazione dell'andamento altimetrico del terreno che superi un numero di centimetri pari ad $N/10$, con N uguale al denominatore della scala di restituzione, da poter posizionare ogni manufatto o rete infrastrutturale presente, le linee di confine tra proprietà differenti, le diverse colture e le essenze naturali arborate isolate o in gruppo; in particolare, lungo il tracciato dell'elettrodoto vanno rilevati tutti i punti idonei a definirne la posa e di ogni altro particolare che sarà concordato preventivamente con la Direzione Lavori.

Il rilievo deve essere effettuato per coordinate polari (distanza, angolo di direzione, angolo zenitale, dislivello) a partire da ogni punto di stazione per i punti la cui distanza dal punto di stazione non superi i 500 m collimando al prisma ed effettuando una singola lettura per ciascuna delle grandezze.

La restituzione cartografica deve avvenire dopo aver trasformato le coordinate polari in coordinate di un riferimento orientato in modo assoluto.

Per ognuno dei punti rilevati vanno registrati su apposito supporto (quaderno di campagna, supporto magnetico o registratore dati) i valori delle grandezze relative idonee alla determinazione della posizione planaltimetrica rispetto al punto di stazione.

Il piano quotato così ottenuto sarà restituito su adatto supporto cartaceo e magnetico che verranno forniti alla Direzione Lavori.

Rilievo per sezioni

Ferme restando le norme circa la scelta ed il controllo della conformità dei capisaldi di partenza, il calcolo dell'orientamento iniziale, la scelta della strumentazione e le tolleranze planaltimetriche per punti isolati e ben individuati sulla restituzione e sul terreno, per quanto riguarda il rilievo di sezioni trasversali all'asse di progetto, la loro posizione verrà materializzata sul terreno tramite tondini di ferro posti alle estremità delle sezioni stesse e dove necessario. Detti tondini saranno adeguatamente sporgenti dal terreno e verniciati di colore intenso per facilitarne il ritrovamento.

Le sezioni si estenderanno per oltre 15 m circa dalla posizione prevista per il limite dei lavori.

Le stazioni di rilievo saranno possibilmente poste sulla linea d'asse della sezione stessa o ad un suo estremo.

In caso contrario esse saranno materializzate come i punti terminali delle sezioni.

Nei due casi, quando necessario, le stazioni di rilievo potranno essere più di una e non necessariamente visibili tra di loro.

Per ogni punto di stazione andrà redatto uno schizzo planimetrico idoneo a permettere di rintracciarne la posizione.

I punti da rilevare dovranno essere scelti in modo tale da registrare ogni variazione dell'andamento altimetrico del terreno compatibilmente con la scala del rilievo (variazione in centimetri pari a $N/10$ dove N è uguale al denominatore della scala di restituzione).

Le sezioni trasversali andranno numerate progressivamente e disegnate in scala 1:200 e rese su supporto magnetico da fornire alla Direzione Lavori.

- Tolleranze ed elaborazione dati

a) Per i punti del terreno rilevati sono stabilite le seguenti tolleranze:

i. tolleranza planimetrica tra due punti isolati ben individuabili sulla restituzione grafica e sul terreno:

- scala 1:500 $T_p < \pm 20 \text{ cm}$
- scala 1:200 $T_p < \pm 10 \text{ cm}$

ii. tolleranza altimetrica tra due punti analoghi ai precedenti:

- scala 1:500 $T_a \leq \pm 5 \text{ cm}$
- scala 1:200 $T_a \leq \pm 2 \text{ cm}$

- L'elaborazione dei dati sarà eseguita manualmente o tramite software di sperimentata affidabilità; a richiesta detto software sarà fornito alla Direzione Lavori per lo svolgimento delle necessarie operazioni di sorveglianza.
- Il formato dei file di rilievo e restituzione cartografica sarà conforme a quanto indicato dalla Direzione Lavori

Elaborati rilievi planoaltimetrici

Per le varie attività verrà predisposta dall'Impresa (e fornita alla Direzione Lavori) la seguente documentazione cartacea e su supporto magnetico:

- grafico su apposita cartografia
- monografie dei capisaldi di partenza
- calcolo dell'orientamento iniziale
- libretti di misura o file di campagna
- elaborazione dati manuale e tramite software.

Tracciamenti planoaltimetrici

Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi

Vale quanto riportato al paragrafo 0.

Orientamento iniziale

Verrà calcolato l'angolo di direzione ad almeno due capisaldi noti. L'orientamento avverrà al caposaldo più lontano dal punto di stazione e si controllerà la veridicità dell'operazione attraverso l'orientamento al caposaldo più vicino.

Calcolo dei valori di tracciamento

Verrà eseguito il calcolo dei valori di tracciamento per il posizionamento dei punti di progetto (o riferimento degli stessi) che permettano la corretta esecuzione delle opere od il controllo di apparecchiature e mezzi d'opera, come ad esempio:

- realizzazione di carpenterie
- posizionamento di cassature
- posizionamento di apparecchiature a luce laser per il tracciamento, controllo delle gallerie o guida di macchinari adatti allo scavo delle stesse.

La correlazione tra i dati di progetto e i capisaldi planoaltimetrici dovrà essere documentata in appositi piani di lavoro topografici, redatti e controfirmati dal Topografo Senior responsabile per la topografia completi di tutti i dati analitici e grafici necessari all'immediato posizionamento dei punti per l'esecuzione dell'opera.

Modalità di tracciamento e tolleranze

L'esecuzione del tracciamento planimetrico avverrà per coordinate polari o rettangolari, stazionando su punti di coordinate note.

Al termine delle operazioni di tracciamento delle opere verranno eseguite, dove possibile, misure dirette di controllo sul posizionamento dei riferimenti.

Tutti i riferimenti atti al tracciamento delle opere saranno muniti delle relative indicazioni per l'esecuzione delle stesse che dovranno essere riportate, a seconda dei casi e in maniera inequivocabile, con scritte a vernice di colorazione intensa o pennarello indelebile, poste nelle immediate vicinanze su manufatti, targhette metalliche o picchetti.

Detti riferimenti potranno essere integrati o sostituiti da appositi schizzi o tabelle opportunamente compilate e sottoscritte dal Topografo Senior responsabile per la topografia.

L'esecuzione del tracciamento altimetrico delle opere avverrà tramite livellazione tecnica in andata e ritorno passante per due capisaldi di quota nota.

Elaborati tracciati planoaltimetrici

Per le varie attività verrà predisposta dall'Impresa (e fornita alla Direzione Lavori) la seguente documentazione cartacea e su supporto magnetico:

- grafico su apposita cartografia
- monografie dei capisaldi di partenza
- calcolo dell'orientamento iniziale
- riferimento agli elaborati di progetto
- calcolo dei valori di tracciamento
- schizzi o tabelle di riferimento (se redatte).

Squadra topografica

Il responsabile rilievi dell'Impresa, qualificato come Topografo Senior, si avvarrà della collaborazione di altri Topografi Senior o Junior o Canneggiatori a seconda delle esigenze della specifica attività.

La composizione minima dei gruppi di rilievo dovrà essere comunque la seguente:

il Topografico Senior e fino a 2 Canneggiatori, che dovranno essere messi a disposizione della Direzione Lavori, anche senza preavviso, per ogni operazione di controllo si rendesse necessaria.

6.1.7 Controlli di qualità

Controlli generali

Per ogni lavoro di rilevazione topografica effettuata in qualsiasi fase di realizzazione del progetto, si dovrà controllare che sia adottata o si faccia riferimento ad una unica rete di capisaldi.

Tale verifica dovrà essere sempre riportata sui certificati relativi ai lavori topografici.

Qualificazione e controlli sul personale

Il personale dell'Impresa addetto all'uso della strumentazione topografica e allo sviluppo sul terreno dei lavori topografici (triangolazioni, poligonazioni, livellazioni, tracciamenti, ecc.), sarà organizzato in squadre costituite, secondo la composizione stabilita al paragrafo 0, da almeno un Topografo Senior e da Topografi Junior che dovranno possedere i seguenti requisiti:

a. Topografo Senior

Titolo di studio minimo: Geometra o equivalente;

Esperienza lavorativa minimo: 5 anni;

Conoscenza e padronanza degli strumenti impiegati;

Conoscenza specifica della normativa I.G.M.I. e della documentazione contrattuale

Conoscenza specifica dei metodi di calcolo

b. Topografo Junior

Titolo di studio minimo: Geometra o equivalente;

Esperienza lavorativa: 2 anni;

Conoscenza e padronanza degli strumenti impiegati;

Conoscenza della normativa I.G.M.I. e della documentazione contrattuale

Conoscenza dei metodi di calcolo

I suddetti requisiti dovranno essere documentati da un curriculum dettagliato riportante le esperienze specifiche, con riferimento alla strumentazione utilizzata, da consegnare alla Direzione Lavori

L'idoneità del personale dovrà essere certificata alla Direzione Lavori da parte dell'Impresa.

Copia delle certificazioni saranno allegate al dossier di qualifica del rilievo o dell'opera a cui si riferisce il lavoro topografico.

Controlli sulle attrezzature e documentazioni

Copia dei certificati di taratura saranno allegati al dossier di qualifica del rilievo o dell'opera a cui si riferisce il lavoro topografico.

Il Responsabile rilievi dell'Impresa avrà inoltre cura di predisporre un adeguato numero di libretti di misura, che dovranno essere autenticati e vidimati, numerando progressivamente le pagine e i libretti stessi, da parte della Direzione Lavori e/o del Committente.

Sui libretti, riempiti senza pagine bianche, i dati dovranno essere riportati in maniera indelebile e senza cancellazioni invisibili.

Controlli in corso d'opera

Strumentazione

Si dovrà verificare, prima di iniziare il lavoro topografico l'efficienza della strumentazione.

Il risultato del controllo da effettuarsi in contraddittorio con la Direzione Lavori sarà annotato nella documentazione con il risultato del lavoro topografico.

Capisaldi

Al momento in cui verranno stabiliti dei nuovi capisaldi, si dovranno effettuare i seguenti controlli:

- che i capisaldi di riferimento di partenza prescelti siano conformi a quanto indicato precedentemente e che non presentino danneggiamenti o alterazioni di alcun tipo; nell'eventualità che si sia verificato un danneggiamento o una rimozione, si controllerà che il caposaldo venga ripristinato con le stesse modalità e cura di un caposaldo di nuova creazione, compresa la redazione di ulteriori documenti e certificati da allegare al dossier di qualifica del ripristino.
- che i capisaldi di nuova creazione siano conformi e muniti di quanto indicato al punto 0 della presente sezione del Capitolato Speciale d'Appalto, in particolare:
 - borchie su manufatti stabili nel terreno;
 - realizzati con pilastrini in cemento;
 - corredati della monografia descrittiva.

L'esito dei controlli sarà annotato sul certificato previsto e consegnato alla Direzione Lavori.

7. BONIFICA ORDIGNI BELLICI

7.1 Premessa

Con la dicitura "Bonifica da Ordigni Bellici" si intendono tutte le attività finalizzate alla ricerca, disinnescamento e/o rimozione di ordigni bellici di qualsiasi natura dalle aree interessate dai lavori di costruzione oggetto del presente Capitolato.

Per ordigni bellici, indipendentemente dalla terminologia utilizzata nel seguito ed in ogni altro documento contrattuale o progettuale, si intendono: mine, bombe, proiettili, ordigni esplosivi, masse ferrose e residuati bellici di qualsiasi natura.

I lavori di bonifica dovranno essere eseguiti nel rispetto delle leggi dello Stato e dei regolamenti militari vigenti, e di quanto prescritto dal presente Capitolato. In caso di conflitto, le prescrizioni e le disposizioni che l'Amministrazione Militare, competente per territorio, riterrà opportuno impartire circa l'esecuzione dei lavori di bonifica, potranno prevalere, con l'accordo della DL, su quelle del presente Capitolato.

7.2 Definizioni

- Con "bonifica da ordigni bellici" (BOB) si intendono tutte le attività finalizzate alla ricerca, disinnescamento e/o rimozione di ordigni bellici di qualsiasi natura dalle aree interessate dai lavori di costruzione del cavodotto oggetto del presente capitolato tecnico.
- Con "bonifica superficiale" si intende la BOB eseguita fino a 1 m di profondità e con "bonifica profonda" quella oltre 1 m di profondità.
- Per ordigni bellici, indipendentemente dalla terminologia utilizzata nel seguito ed in ogni altro documento contrattuale o progettuale, si intendono: mine, bombe, proiettili, ordigni esplosivi, masse ferrose e residuati bellici di qualsiasi natura.

7.3 Norme di misurazione

L'attività di bonifica bellica di cui al presente appalto è ricompresa e compensata nelle relative voci di elenco prezzi che regolano la realizzazione dell'opera oggetto del presente Capitolato.

Per quanto riguarda ulteriori attività diversamente regolate, la misurazione della bonifica da ordigni bellici ai fini dell'applicazione delle corrispondenti voci di prezzo è eseguita a metro quadrato di terreno bonificato.

7.4 Prescrizioni ed oneri generali

I lavori di bonifica dovranno essere eseguiti nel rispetto delle leggi dello Stato e dei regolamenti militari vigenti, nonché di quanto prescritto dal presente CSA, ovvero in base alla documentazione più aggiornata alla data dell'esecuzione dei lavori. In particolare, in caso di conflitto tra le informazioni contenute nei vari documenti, le prescrizioni e le disposizioni che l'Amministrazione Militare, competente per territorio, riterrà opportuno impartire circa l'esecuzione dei lavori di bonifica, prevarranno su quelle del presente CSA.

7.4.1 Bonifica superficiale

Fatta salva ogni disposizione della Direzione Genio Militare, la bonifica superficiale verrà eseguita su tutta l'impronta dei sedimi stradali e delle opere previste nei lavori di costruzione di cui al presente Capitolato, coordinando la stessa con quanto propedeuticamente eseguito nell'ambito delle opere del sito della Maddalena, fuori dalle competenze SITAF.

7.4.2 Bonifica profonda

Secondo le disposizioni e le approvazioni del progetto (maglie di perforazione o altra metodologia) da parte della Direzione Genio Militare, la bonifica profonda verrà eseguita su tutta l'impronta di qualsiasi intervento ed opera eseguita in profondità, quali (a titolo non esustivo) pali, scatolari e cassoni, gallerie (naturali e/o meccanizzate), Interventi di consolidamento, scavi profondi, strumentazione di controllo (estensimetri, inclinometri, ecc.) ecc..

7.5 Prescrizioni tecniche particolari

- a) L'effettuazione della "Bonifica da Ordigni Bellici", ove prevista, è da intendersi tassativamente propedeutica alla effettuazione di qualsiasi altra attività lavorativa.
- b) Prima di dare corso alle attività di cantiere, l'Impresa dovrà richiedere, alla Direzione Genio Militare territorialmente competente, un parere sulla necessità di eseguire lavori di bonifica; tale richiesta dovrà essere corredata dalla documentazione atta ad individuare le aree interessate ed a definire la tipologia delle opere da realizzare su ciascuna area. Prima dell'inizio dei lavori di bonifica, l'Impresa dovrà richiedere ed ottenere le necessarie autorizzazioni e prescrizioni da parte della Direzione Generale Militare competente.
- c) All'atto della richiesta di autorizzazione, l'Impresa dovrà segnalare/fornire all'Amministrazione Militare competente:
 - i. la data di inizio lavori prevista;
 - ii. la planimetria delle zone da bonificare;
 - iii. l'elenco del personale tecnico specializzato b.c.m. (dirigenti tecnici, assistenti tecnici, rastrellatori, operai qualificati);
 - iv. una copia dei brevetti, non scaduti, rilasciati dall'Amministrazione Militare, attestanti l'idoneità di tutto il personale specializzato in riferimento alla qualifica per la quale dovrà essere impiegato;
 - v. l'elenco del personale ausiliario. Due giorni lavorativi prima dell'inizio delle attività, l'Impresa dovrà comunicare all'Amministrazione Militare:
 - vi. la data di inizio e la data di fine lavori prevista;
 - vii. l'elenco nominativo del personale che sarà effettivamente impiegato; tale elenco dovrà fare riferimento al documento di qualifica (brevetti) di cui al precedente punto iv;
 - viii. l'elenco del materiale e delle attrezzature di cui è previsto l'utilizzo. Durante il corso dei lavori, ed alla fine degli stessi, l'Impresa dovrà comunicare/consegnare all'Amministrazione Militare:

- ix. l'elenco dell'eventuale nuovo personale da utilizzare sui lavori (nel rispetto delle disposizioni di cui ai precedenti punti iii, iv, v;
- x. l'elenco degli ordigni rinvenuti nel corso dei lavori;
- xi. la planimetria indicante le zone bonificate;
- xii. la data di fine lavori;
- xiii. la "Dichiarazione a Garanzia" di avvenuta bonifica.
- xiv. Copia di tutto quanto sopra dovrà essere contestualmente consegnato alla Direzione Lavori.
- d) Giornalmente all'inizio dell'attività lavorativa, l'Impresa consegnerà alla Direzione Lavori l'elenco nominativo, con qualifica, del personale effettivamente presente ed operante in cantiere.
- e) Per una certa e completa identificazione degli operai che saranno impiegati nei lavori, la Direzione Lavori potrà richiedere il certificato penale e quello di buona condotta e l'esibizione della carta di identità personale degli addetti ai lavori.
- f) Il dirigente tecnico b.c.m. designato dall'Impresa dovrà presenziare alla consegna dei lavori ed al rilascio delle prescrizioni da parte dell'Amministrazione Militare e dovrà controllare la regolarità dell'esecuzione.
- g) Il coordinamento continuativo delle attività dovrà essere affidato ad un assistente tecnico b.c.m. che dovrà essere presente nell'area di lavoro durante l'intero orario lavorativo di ciascuna giornata e che avrà la responsabilità della custodia e della regolare compilazione dei documenti di cantiere.
- h) I lavori dovranno essere eseguiti con tutte le prescrizioni intese ad evitare danni alle persone ed alle cose, osservando, a tale scopo, le particolari norme tecniche specificate dall'Amministrazione Militare competente, nonché le vigenti prescrizioni di Pubblica Sicurezza per il maneggio, l'uso, il trasporto e la conservazione degli esplosivi, ed in particolare gli articoli 46 e 52 del Testo Unico delle leggi di Pubblica Sicurezza ed il relativo regolamento esecutivo del 18 Giugno 1931 n. 773 e leggi successive.
- i) L'Impresa assumerà ogni e qualsiasi responsabilità, sia civile che penale, tanto nei riguardi del proprio personale quanto verso terzi, per danni di qualsiasi natura, comunque e dovunque derivanti dai lavori di bonifica oggetto della convenzione e solleverà perciò la Committente e gli organismi per conto di questa operanti, nella maniera più completa, dalle suddette responsabilità, anche nel caso in cui detti danni si fossero manifestati agendo nel completo rispetto della buona regola dell'arte e delle prescrizioni antinfortunistiche vigenti nonché di ogni altra disposizione particolare o generale prevista nel prescritto atto.
- j) L'Impresa, alla fine dei lavori, dovrà rilasciare esplicita dichiarazione in bollo, su modulo fornito dalla Amministrazione Militare, per garantire la completa bonifica da mine e da altri ordigni esplosivi residuati bellici, di qualunque genere, della intera zona assegnata.
- k) La dichiarazione in argomento dovrà essere firmata dal Dirigente Tecnico che ha diretto i lavori e dal legale rappresentante dell'Impresa.
- l) Tutte le disposizioni che venissero impartite direttamente dal personale dell'Amministrazione Militare dovranno essere portate a conoscenza della Direzione Lavori per eventuali commenti o benessere.

- m) In considerazione del fatto che i suddetti lavori di bonifica tendono a tutelare la pubblica incolumità i lavori stessi saranno eseguiti in conformità della Circolare numero 300/46 del 24 Novembre 1952 del Ministero degli Interni.
- n) L'Impresa è tenuta ad assicurare il necessario servizio di pronto soccorso agli operai per il caso di incidenti per scoppio di ordigni esplosivi, predisponendo un posto di pronto soccorso con infermiere ed autoambulanza, sempre presenti durante le ore di lavoro, e materiali sanitari sufficienti per un primo soccorso d'urgenza e per il trasporto dei feriti in un ospedale vicino, prestabilito in seguito a precisi accordi intervenuti fra l'Impresa e le locali Autorità. Copia dei sopracitati accordi dovrà essere inviata, per informazione, alla Direzione Lavori prima dell'inizio delle attività unitamente alla dislocazione sulle aree da bonificare dei posti di Pronto Soccorso all'uopo predisposti.
- o) Le zone da bonificare dovranno essere opportunamente recintate e segnalate; sarà cura dell'Impresa richiedere l'intervento delle autorità preposte per i provvedimenti da adottare per la disciplina del transito nelle zone interessate dai lavori di bonifica.
- p) Tutti i residuati bellici, di qualsiasi natura, rinvenuti appartengono e dovranno essere consegnati alla Amministrazione Militare.
- q) Nel caso di lavori da eseguire su fondale marino, lacustre, alveo di fiume o comunque in presenza d'acqua, l'Impresa dovrà adeguare le attrezzature di ricerca e di servizio alla particolare tipologia dei luoghi.
- r) Tutto il materiale proveniente dal taglio della vegetazione ed il materiale di risulta proveniente da scavi, trovanti, etc., dovrà essere trasportato a rifiuto nella discarica indicata dall'Impresa e accettata dalla Direzione Lavori; sarà cura dell'Impresa ottenere la disponibilità e l'autorizzazione delle necessarie discariche.

7.6 Materiali e modalità esecutive

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

- Rimozione della vegetazione
- Esplorazione del terreno
- Scavo per il recupero degli ordigni bellici
- Rimozione degli ordigni bellici.

7.6.1 Rimozione della vegetazione

Ove necessario, prima di procedere alla ricerca degli ordigni bellici, si dovrà procedere alla rimozione della vegetazione.

Il taglio della vegetazione dovrà essere eseguito in tutte quelle zone ove la presenza della stessa ostacoli l'uso dell'apparecchio cercamine e sarà effettuato da operai qualificati b.c.m. sotto il controllo di un rastrellatore.

Nel tagliare la vegetazione non dovranno essere esercitate pressioni sul terreno da bonificare e dovranno essere rispettate tutte le eventuali piante di alto fusto e tutte le "matricine" da lasciare in zona, salvo diverse disposizioni.

Il materiale di risulta verrà accatastato in zona già bonificata e successivamente trasportato a rifiuto.

- a) Esplorazione del terreno

- b) La ricerca degli ordigni bellici dovrà essere effettuata con l'impiego di idonei apparecchi cercamine.
- c) Il terreno da esplorare dovrà essere convenientemente frazionato in modo da avere la massima garanzia di completezza dell'esplorazione.
- d) Le modalità di ricerca dovranno essere conformi alle prescrizioni in materia emanate dalla Amministrazione Militare e dovranno essere concordate con l'Autorità territorialmente competente.
- e) L'attività di ricerca sarà suddivisa nelle seguenti tre fasi:
 - i. esplorazione del piano soggetto a bonifica, nella sua consistenza al momento della esecuzione dei lavori, con cercamine selettivo fino a cm 30 di profondità tipo S.C.R. 625;
 - ii. esplorazione del piano soggetto a bonifica con cercamine tipo Forster per la ricerca e localizzazione di masse ferrose fino alla profondità di cm 100;
 - iii. esplorazione e localizzazione in profondità eseguita per strati successivi, non superiore a 1 metro, previa bonifica dello strato da sbancare, o mediante esecuzioni di perforazioni verticali con l'impiego di apposito apparecchio di ricerca.
- f) La ricerca con cercamine selettivo fino a 30 cm dovrà essere eseguito solo se specificatamente richiesta dall'Amministrazione Militare; in caso contrario l'esplorazione sarà iniziata con il cercamine tipo Forster.
- g) La ricerca in profondità dovrà essere eseguita quando richiesta dai documenti di progetto e/o dall'Amministrazione Militare.
- h) La ricerca in profondità dovrà essere eseguita in stretto accordo alle modalità prescritte dall'Amministrazione Militare ed in ogni caso potrà avere inizio soltanto dopo che le masse ferrose localizzate con le precedenti fasi siano state rimosse.
- i) Tutte le masse ferrose localizzate dovranno essere riportate su una planimetria indicando le coordinate planimetriche e la profondità rispetto al piano di campagna; tale planimetria sarà utilizzata per la successiva fase di recupero.
- j) Le masse ferrose localizzate nel corso dell'esplorazione dovranno altresì essere identificate in sito mediante idonee ed evidenti segnalazioni.

7.6.2 Scavo per il recupero degli ordigni bellici

- a) Gli scavi finalizzati al recupero delle masse ferrose individuate con le fasi di ricerca superficiale dovranno essere effettuati esclusivamente a mano con precauzione ed attrezzature adeguate alla particolarità ed ai rischi della operazione.
- b) Gli scavi finalizzati al recupero delle masse ferrose profonde potranno essere effettuati con mezzi meccanici con azionamento oleodinamico fino ad una quota un metro più elevata di quella della massa ferrosa da rimuovere (e comunque per strati non superiori a 70/80 cm per volta), la restante parte dello scavo dovrà essere eseguita a mano. Gli scavi di sbancamento di strati già bonificati, per effettuazione di ricerche a strati successivi, previa approvazione dell'Amministrazione Militare, potranno essere eseguiti con mezzi meccanici.
- c) Tutti gli scavi dovranno essere effettuati sotto la sorveglianza di un assistente tecnico b.c.m. o di un rastrellatore b.c.m..

- d) Ove necessario l'Impresa dovrà provvedere a sbadacchiare od armare le pareti degli scavi e dovrà altresì provvedere all'aggottamento e/o regolamentazione delle acque meteoriche o di falda.
- e) Tutte le aree scavate, al termine della bonifica, dovranno essere convenientemente rinterrate, con materiale proveniente dagli scavi o di fornitura dell'Impresa, per ripristinare il preesistente stato dei luoghi.

7.7 Oneri per la sicurezza

I lavori dovranno essere eseguiti con tutte le prescrizioni intese ad evitare danni alle persone ed alle cose, osservando, a tale scopo, le particolari norme tecniche specificate dall'Amministrazione Militare competente, nonché le vigenti prescrizioni di Pubblica Sicurezza per il maneggio l'uso, il trasporto e la conservazione degli esplosivi, ed in particolare gli articoli 46 e 52 del Testo Unico delle leggi di Pubblica Sicurezza ed il relativo regolamento esecutivo del 18 Giugno 1931 n. 773 e leggi successive

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà dare evidenza di aver ottemperato a quanto prescritto dalle leggi vigenti. La constatazione di quanto attuato e l'autorizzazione all'inizio lavori non esonera l'Appaltatore dalla propria responsabilità sull'andamento dei lavori.

In considerazione del fatto che i suddetti lavori di bonifica tendono a tutelare la pubblica incolumità e la sicurezza della circolazione dei treni, i lavori stessi saranno eseguiti in conformità della Circolare numero 300/46 del 24 Novembre 1952 del Ministero degli Interni. L'Appaltatore è tenuto ad assicurare il necessario servizio di pronto soccorso agli operai per il caso di incidenti per scoppio di ordigni esplosivi, predisponendo un posto di pronto soccorso con infermiere ed autoambulanza, sempre presenti durante le ore di lavoro, e materiali sanitari sufficienti per un primo soccorso d'urgenza e per il trasporto dei feriti in un ospedale vicino, prestabilito in seguito a precisi accordi intervenuti fra l'Appaltatore e le locali Autorità. Copia dei sopracitati accordi dovrà essere inviata, per informazione, alla Direzione Lavori prima dell'inizio delle attività unitamente alla dislocazione sulle aree da bonificare dei posti di Pronto Soccorso all'uopo predisposti.

7.8 Collaudo

Il collaudo dei lavori di bonifica, verrà eseguito secondo le modalità prescritte dall'Amministrazione Militare.

Resta inteso che al collaudo tecnico procederà l'Amministrazione Militare, dietro richiesta della Committente, entro un mese dalla data di ultimazione accertata con relativo verbale, d'intesa con il Collaudatore incaricato dalla Committente.

8. SONDAGGI E TRACCIATI

Subito dopo la consegna dei lavori e prima di dare inizio alle opere, qualora ciò non risulti già dagli elaborati progettuali, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese (quando queste non siano a diverso titolo già previste a carico della Stazione Appaltante) e d'intesa con la Direzione Lavori, all'esecuzione di una opportuna campagna geognostica, atta a conseguire una ragionevolmente completa caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione delle opere da realizzare.

Prima di porre mano ai lavori di sterro e riporto, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti, in base alla larghezza del piano autostradale, all'inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette.

A suo tempo dovrà pure installare, nei tratti che indicherà la Direzione Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento delle stesse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

9. SCAVI

9.1.1 Norme generali

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

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

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

Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti assegnati, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, rimettere in sito le materie scavate in più, utilizzando materiali idonei. Dovrà inoltre procedere, quando necessario:

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

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

I materiali provenienti dagli scavi e non idonei per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portati a rifiuto nelle discariche indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della Direzione Lavori, fatte salve le vigenti norme di Legge.

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

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

deposito, custoditi opportunamente, eventualmente trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti Norme secondo necessità, ripresi e trasportati nelle zone di utilizzo.

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

Per l'impiego di mine nella esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà ottenere, a sua cura e spese, le autorizzazioni da parte delle autorità competenti ed osservare tutte le prescrizioni imposte dalle Leggi e dai regolamenti in vigore. Lo sparo di mine effettuato in vicinanza di strade, di ferrovie, di luoghi abitati, di linee aeree di ogni genere, dovrà essere attuato con opportune cautele in modo da evitare, sia la proiezione a distanza del materiale ed il danneggiamento delle proprietà limitrofe, sia effetti vibrazionali nocivi che dovranno essere tenuti sotto controllo mediante monitoraggio.

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

9.1.2 Scavi di sbancamento

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

9.1.3 Scavi di fondazione

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

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

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

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

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

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

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

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

10.DEMOLIZIONI

10.1 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 progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori: scalpellatura a mano o meccanica, martello demolitore, agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto).

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

Inoltre l'Impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, 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 verranno ceduti all'Impresa la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanarli e di trasportare a discarica quelli rifiutati.

10.2 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 e la pulizia della superficie risultante.

Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico.

Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia antinfortunistica, alle quali l'Impresa dovrà uniformarsi in sede operativa.

10.3 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 essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva; 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.

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 dispositivi aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.

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 scavatrice 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.

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore.

11. RILEVATI

11.1.1 Definizione

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

Le caratteristiche geometriche, la natura e le proprietà fisico meccaniche dei materiali che costituiscono il corpo del rilevato saranno indicate dal Progettista. Nel caso in cui l'Impresa

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

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

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

11.2 Materiali per la formazione di rilevati

11.2.1 Provenienza dei materiali

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

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

Per ogni zona di provenienza l'Impresa dovrà altresì eseguire un adeguato numero di sondaggi (almeno 1 sondaggio e/o pozzetto ogni 20.000 m³).

Laddove sarà previsto l'impiego di smarino di galleria o di materiali provenienti da scavo in roccia, la stesa a rilevato sarà autorizzata soltanto dopo il prelievo di campioni e il favorevole esito delle prove di laboratorio.

L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il programma di coltivazione delle cave e delle eventuali fasi di lavorazione successive, quali vagliatura, frantumazione e miscelazione atte a conferire ai materiali le caratteristiche di idoneità previste dalle Norme Tecniche.

Prima di avviare la coltivazione delle cave di prestito o dell'impiego a rilevato dei materiali da scavo, dovranno essere asportate le eventuali coltri vegetali, sostanze organiche, rifiuti e rimossi tutti quegli agenti che possono provocare la contaminazione del materiale durante la coltivazione.

Le cave di prestito, da aprirsi a totale cura e spese dell'Impresa, dovranno essere coltivate nel rispetto delle vigenti norme di Legge, secondo le previsioni di progetto ed in modo che, tanto durante la cavatura che a cavatura ultimata, non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

Le stesse condizioni di sicurezza dovranno essere garantite per le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a sua cura e spese, l'Impresa dovesse avvalersi.

11.2.2 Prove di controllo

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

- analisi granulometrica (una almeno ogni 20.000 m³ di materiale);
- determinazione del contenuto naturale d'acqua (una almeno ogni 20.000 m³ di materiale);
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332 (una almeno ogni 40.000 m³ di materiale);
- prova di compattazione AASHTO Mod. T/180-57 (una almeno ogni 40.000 m³ di materiale) ed esecuzione eventuale di:
 - analisi granulometrica sui materiali impiegati nella prova di compattazione, prima e dopo la prova stessa limitatamente a quei materiali per i quali è sospetta la presenza di componenti instabili;
 - prova edometrica limitatamente ai materiali coesivi e semicoesivi prelevati dal campione dopo la esecuzione della prova AASHTO Mod. T/180-57 e compattati al 95% della densità massima ($\div 2\%$).

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

11.2.3 Autorizzazioni

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

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

11.3 Preparazione del piano di posa dei rilevati

11.3.1 Scotico, bonifica e gradonature

Per la preparazione del piano di posa dei rilevati l'Impresa dovrà provvedere tutto al taglio delle piante e alla estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti ecc. e al loro sistematico ed immediato allontanamento a discarica.

Sarà di seguito eseguita la totale asportazione del terreno vegetale sottostante impronta del rilevato per la profondità stabilita in progetto in accordo con risultanze delle indagini di cui all'art. 5.0 e secondo le direttive impartite dal Direttore dei Lavori.

L'impresa provvederà a far sì che il piano di posa dei rilevati sia il più possibile regolare, privo di bruschi avvallamenti e tale da evitare il ristagno di acque piovane.

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

Laddove una maggiorazione di scavo sarà da imputarsi ad errori topografici, alla necessità di asportare quei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza dell'Impresa o a bonifiche non preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori, non saranno computati né il maggiore scavo, né la maggiore quantità di materiale da rilevato che ne consegue.

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

Il quantitativo da reimpiegarsi nella sistemazione a verde delle scarpate sarà accantonato in località e con modalità precedentemente autorizzate dalla Direzione Lavori; l'accumulo di detti materiali dovrà risultare tale che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

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

Quando siano prevedibili cedimenti dei piani di posa dei rilevati eccedenti i 15 cm, l'Impresa sottoporrà alla Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestometriche. La posa in opera delle piastre e la rilevazione degli eventuali cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'Impresa in accordo con la Direzione Lavori.

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

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

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione M_d al primo ciclo di carico su piastra (diametro 300 cm) dovrà risultare non inferiore a:

50 MPa: nell'intervallo compreso tra $1,5 \div 2,5$ daN/cm² sul piano di posa della fondazione della pavimentazione autostradale sia in rilevato che in trincea;

20 MPa: nell'intervallo compreso tra $0,5 \div 1,5$ daN/cm² sul piano di posa del rilevato quando posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione autostradale;

15 MPa: nell'intervallo compreso tra $0,5 \div 1,5$ daN/cm² sul piano di posa del rilevato quando posto a 2,00 m da quello della fondazione della pavimentazione autostradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare. Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti sia totali che differenziali e del loro decorso nel tempo.

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

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

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

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

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

11.3.3 Strato di transizione (Rilevato-Terreno)

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

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

11.3.4 Strato granulare anticapillare

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

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

11.3.5 Geotessile non tessuto

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto in polipropilene, di peso non inferiore a 300 g/m².

Il geotessile dovrà avere le caratteristiche di cui all'art. 2, punto "Q", delle presenti Norme.

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

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

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

Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i seguenti requisiti:

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

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, restando a carico dell'impresa il relativo onere.

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

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

11.3.6 Prove di controllo sul piano di posa

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

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

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

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

Il controllo dello strato anticapillare sarà effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 10 ogni m³ 1000.

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

11.4 Formazione del rilevato

11.4.1 Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali

Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavoro:

- Rilevati autostradali;
- Rilevati realizzati con la tecnica della "terra armata";
- Rilevati di precarico e riempimenti.

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

Classificazione generale	Terre ghiaio-argillose Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Terre limo-argillose Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
Analisi granulometrica Frazione passante al setaccio 2 UNI 2332 % 0,4 UNI 2332 % 0,075 UNI 2332 %	≤ 50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	≤ 30	≤ 50	≤ 50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332 Limite liquido Indice di plasticità	--		--	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	> 40
	≤ 6		N.P.	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	IP≤1.1.-30	IP>1.1.-30
Indice di gruppo	0		0	0			≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressib.	Limi fortemente compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili mediante plastiche	Argille fortemente compressibili mediante plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono					Da mediocre a scadente							Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media				Molto elevata		Media	Elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve				Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato	
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa					Scarsa o nulla				
Identificazione del terreno in sito	Facilmente individuabile a vista		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 alle prove 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 colore bruno o nero Facilmente individuabili a vista
* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi e le argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.													

11.4.2 Rilevati autostradali

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

L'impiego di rocce frantumate è ammesso nel restante rilevato se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime non eccedenti i 30 cm.

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

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

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

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

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

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

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

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

11.4.4 Rilevati in "Terra Armata"

Dovranno essere impiegati i soli materiali appartenenti ai gruppi A1 e A3. Eventuali deroghe potranno essere autorizzate dalla Direzione Lavori, in accordo con il Progettista, solo se supportate da accurate verifiche e indagini di laboratorio e/o in sito da eseguirsi a cura e spese dell'Impresa.

Viene del tutto esclusa la possibilità di impiegare materiali con pezzature superiori ai cm 25 e materiali contaminati da resti vegetali, componenti organiche o instabili (solubili, gelive, degradabili).

Allo scopo di garantire un comportamento omogeneo della terra armata, qualora i materiali di cava non mantenessero la prescritta uniformità di caratteristiche granulometriche e chimiche, gli stessi saranno preventivamente stoccati in apposita area al fine di essere opportunamente mescolati.

Prevedendosi l'uso di armature metalliche, 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÷10;
- resistività elettrica superiore a 1.000 ohmxcm per opere all'asciutto, superiore a 3.000 ohmxcm per opere immerse in acqua.

La compattazione di detti materiali dovrà risultare tale da garantire una densità misurata alla base di ciascun strato non inferiore al 95% della densità massima individuata mediante la prova AASHTO Mod.

11.4.5 Rilevati di precarico e riempimenti

Potranno essere impiegati materiali di qualsiasi natura fatta eccezione per quelli appartenenti ai gruppi A7 e A8.

I materiali provenienti da scavi potranno essere impiegati soltanto se ritenuti idonei dalla Direzione Lavori.

Non è richiesto il conseguimento di una densità minima; il materiale dovrà essere steso in strati regolari di spessore prestabilito e le modalità di posa dovranno essere atte a conseguire una densità uniforme, controllata con sistematicità, e tale da garantire l'opera da instabilità ed erosioni.

11.5 Costruzione del rilevato

11.5.1 Stesa dei materiali

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua. Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%. In presenza di paramenti di rilevati in terra armata o di muri di sostegno in genere, la pendenza sarà contrapposta ai manufatti.

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

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

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

- 50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, o con rocce frantumate;
- 40 cm per rilevati in terra armata;
- 30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7. Per i rilevati eseguiti con la tecnica della terra armata e in genere per quelli delimitati da opere di sostegno flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno.

11.5.2 Compattazione

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 AASHTO Mod.

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

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

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

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

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

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

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

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

A ridosso delle murature dei manufatti si dovrà eseguire la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.

Il cemento sarà del tipo normale ed in ragione di $25 \div 50 \text{ kg/m}^3$ di materiale compattato.

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

La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della densità max AASHTO Mod. procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.

Tale stabilizzazione a cemento dei rilevati dovrà interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse autostradale, sarà a forma trapezia avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a $2,00 \text{ m} \div 3/2 h$ e l'altezza h coincidente con quella del rilevato. Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso.

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

11.5.3 Condizioni climatiche

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

Nella esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva dovranno essere tenuti a disposizione anche dei carrelli pigiatori gommati che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.

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

11.5.4 Rilevati di prova

Quando prescritto dalla Direzione Lavori, l'Impresa procederà, a sua cura e spese, alla esecuzione dei rilevati di prova, e alle relative prove di controllo. In particolare si dovrà fare ricorso ai rilevati di prova per verificare l'idoneità di materiali a pezzatura grossolana (pietrami), di materiali coesivi (appartenenti ai gruppi A2-6 e A2-7) ed a comportamento instabile, di materiali diversi da quelli specificati nei precedenti capitoli.

Il rilevato di prova consentirà di verificare le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali messi in opera, le caratteristiche dei mezzi di compattazione (tipo, peso, energie vibranti) e le modalità esecutive più idonee (numero di passate, velocità del rullo, spessore degli strati, ecc.), le procedure di lavoro e di controllo cui attenersi nel corso della formazione dei rilevati. L'ubicazione del campo prova, le modalità esecutive del rilevato di prova e delle relative prove di controllo saranno stabilite di volta in volta dalla Direzione Lavori; a titolo indicativo si adotteranno le seguenti prescrizioni:

- l'area prescelta per la prova dovrà essere perfettamente livellata, compattata e preferibilmente tale da presentare caratteristiche di deformabilità prossime a quelle dei materiali in esame;
- la larghezza del rilevato dovrà risultare almeno pari a tre volte la larghezza del rullo, i materiali saranno stesi in strati di spessore costante (o variabile qualora si voglia individuare lo spessore ottimale) e si provvederà a compattarli con regolarità ed uniformità simulando durante tutte le fasi di lavoro quelle modalità esecutive che poi saranno osservate nel corso dei lavori.

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

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

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

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

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

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

11.5.5 Prove di controllo ed autorizzazione

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

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

L'Impresa dovrà eseguire le prove di controllo in contraddittorio con la Direzione Lavori nei punti indicati dalla Direzione Lavori stessa. Tali prove potranno essere eseguite oltre che nel laboratorio dell'Impresa anche da un laboratorio esterno.

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

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

Le prove di laboratorio dovranno comunque essere eseguite in una sede attrezzata adeguatamente e capiente che sia distaccata presso gli uffici di cantiere dell'Impresa o comunque tale da risultare accessibile alla Direzione Lavori. Prima di iniziare i lavori l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori l'elenco del personale, delle attrezzature di prova nonché i certificati di calibrazione e taratura delle apparecchiature; durante i lavori l'esito delle prove dovrà essere trascritto tempestivamente su appositi moduli.

La serie di prove sui primi 5.000 m³ verrà effettuata una volta tanto a condizione che i materiali mantengano caratteristiche omogenee e siano costanti le modalità di compattazione. In caso contrario la Direzione Lavori potrà prescrivere la ripetizione della serie.

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

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

Frequenza delle prove (almeno 1 ogni m³ _____)

di prova	Corpo del rilevato				Terre armate		precarico	
	Ultimo strato di spess. cm 30		Riempimenti banche		primi 5000 m ³	successivi m ³	primi 5000 m ³	successivi m ³
	primi 500 m ³	successivi m ³	primi 5000 m ³	successivi m ³				
Classificazione CNR-UNI 10006	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000
Costipamento AASHTO Mod. CNR	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000
Densità in sito CNR 22	250	5000	250	1000	250	1000	1000	1000
Carico su piastra CNR 9-70317	*	*	500	2000	1000	5000	-	-
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500,00	5000,00	*	*
ph	*	*	*	*	500,00	5000,00	*	*
Solfati e cloruri	*	*	*	*	5000,00	5000,00	*	*

* Su prescrizione della Direzione Lavori;
frequentemente e rapportate alle condizioni meteorologiche locali alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato.

12.PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

12.1 Leganti bituminosi di base e modificati

12.1.1 Leganti bituminosi semisolidi - caratteristiche e penali

I leganti bituminosi semisolidi di base per usi diretti o per modifiche successive con polimeri o altri trattamenti, sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi prodotti in raffineria mediante: distillazione primaria (topping e vacuum); conversione (cracking termico, visbreaking);

I leganti bituminosi usati senza alcun trattamento sono di normale produzione da raffineria vengono definiti di tipo A e vengono impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali di cui all'art. 33.2.

I bitumi da modificare con additivi sono denominati di "base modifica" e chiamati "BM", La tabella sinottica I° che segue indica i diversi tipi di leganti utilizzabili; quella successiva, denominata tabella sinottica II° i conglomerati in cui vengono impiegati e la terza, tabella sinottica III°, gli additivi utilizzati nelle modifiche.

TAVOLA SINOTTICA I° LEGANTI BITUMINOSI NORMALI E MODIFICATI

Categoria Leganti	Tab.	Sigla Bitume	Campi di applicazione (per le sigle vedi tab sinottica II)
Bitume tal quale per usi diretti	3.2.	A, A1	CB, CBS
Bitume di base per modifiche	3.2.1.	BM	CBM, CBH, CBD, MT, MTF, TSC, CBV, S, GT, MAD, MAMT, MAV, MAPCP
Bitume Medium(°)	3.3.3.	B	CBM
Bitume Hard	3.3.4.	C	CBH(°), CBD, CBMD, CBV, CBMU, CBDC, TSC, MT, MAD, MAMT, MAV, MAPCP,ECD
Bitume Hard per: Microtappeti a freddo, Riciclaggio in sito a freddo	3.3.5.	D	MTF, CBRF

Bitume Hard per: Sigillature, Giunti tamponi	3.3.6.	E	S, GT
Emulsioni bituminose cationiche	3.3.7.	F1, F2	MAF
Altri materiali coadiuvanti l'azione legante	Tab.	Sigla Bitume	Campi di applicazione (per le sigle vedi tab sinottica II)
Attivanti chimici funzionali	3.3.8.	A.C.F.	CBR ^(°°) , CBRF, CBS
Dopes di adesione		DOP	Dove previsto dall'art. 3.3.6
Fibre di natura minerale (vetro) o miste	3.4.1.	MST	CBD, TSC, MT,CBMD,CBMU,ECD
Fibre di natura minerale (vetro) a filo continuo	3.4.2.	MST	MTF
Leganti sintetici	3.5.	LS	TSS

(°) Usato nei CB quando il bitume di base non raggiunge i minimi richiesti

(°°) Per aumentare la durata a fatica dei CB

(°°°) Vengono usati per riattivare le caratteristiche reologiche dei bitumi nei CBR (strati di base, collegamento, usura)

TAVOLA SINOTTICA II° CONGLOMERATI BITUMINOSI

Sigla	Campi di applicazione
CB	Conglomerati bituminosi con bitume tal quale
CBM	Conglomerati bituminosi speciali per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica "Medium"
CBH	Conglomerati bituminosi ad alta resistenza a fatica per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica "Hard"
CBD	Conglomerato bituminoso drenante fono-assorbente monostrato
CBMD	Conglomerato bituminoso micro-drenante per usura
CBDC	Conglomerato bituminoso drenante calcareo
CBR	Conglomerato bituminoso riciclato
CBMU	Conglomerato bituminoso micro-usura
MT	Microtappeti ad elevata rugosità (parzialmente drenanti)
ECD	Conglomerato bituminoso ecodrenante
CBS	Conglomerato bituminoso schiumato
CBRF	Conglomerato bituminoso riciclati a freddo con emulsione
TSC	Trattamenti superficiali a caldo
MTF	Microtappeti a freddo
CBV	Conglomerato bituminoso per viadotti
S	Sigillature
GT	Giunti a tampone
MAD	Mano di attacco per CBD,CBDC
MAMT	Mano di attacco per MT, CBMU
MAV	Mano di attacco per CBV (tra membrana e CBV)
MAPCP	Mano di attacco per PCP(lastra in cls ad armatura continua)
MAF	Mano di attacco a freddo per conglomerati bituminosi tradizionali

TAVOLA SINOTTICA III° ADDITIVI

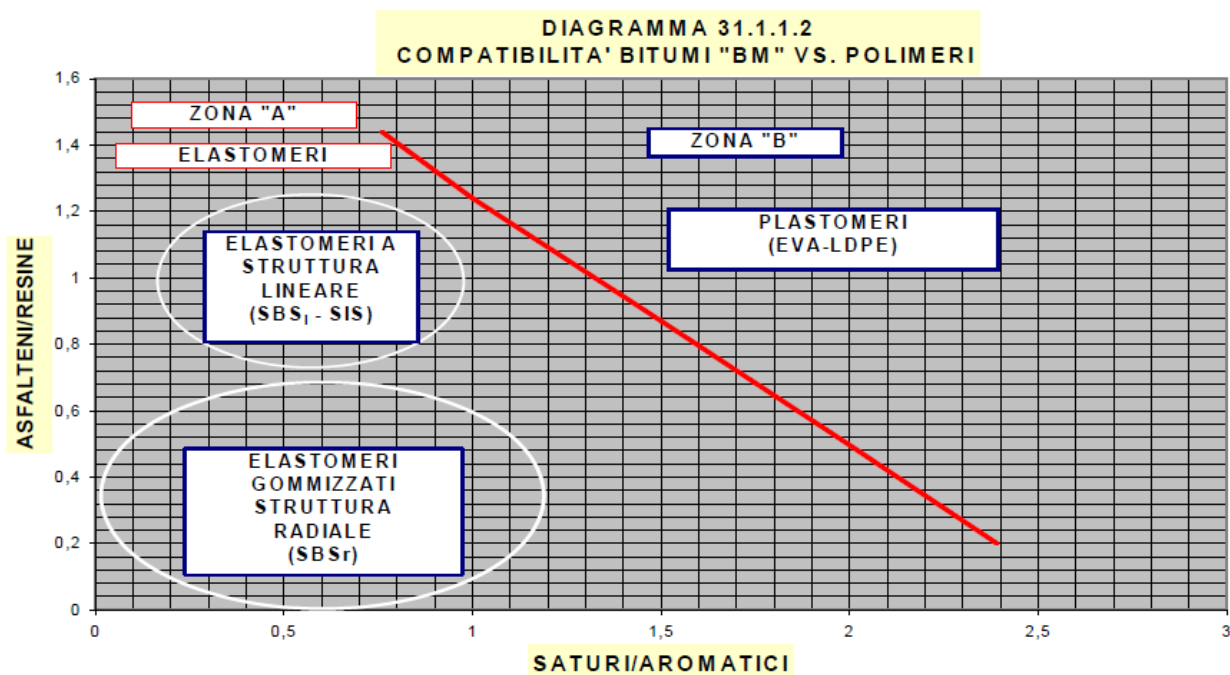
Sigla	Polimeri e Additivi
SBSr	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura radiale
SBSl	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura lineare
SIS	Stirene-Isoprene-Stirene
EVA	Etilene-Vinil-Acetato
LDPE	Polietilene a bassa densità
A.C.F.	Attivanti Chimici Funzionali
FM	Fibre Minerali (vetro) o Miste
FV	Fibre Vegetali
LS	Leganti Sintetici

- **Bitumi di base**

I leganti bituminosi semisolidi impiegati senza alcun trattamento sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione di raffineria (definiti tipo A) con le caratteristiche indicate in Tab. 1 impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali a caldo di cui all'art. 33.2. Nella Tab. 1 sono riportate le caratteristiche riferite al prodotto di base "A" così come viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio. I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalle normative: UNI EN 58/2005.

TABELLA 1 - Bitume "A" (50/70)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN 1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN 1427	46-56
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ □ -6
Solubilità in Tricloroetilene, min.	%	UNI EN12592	≥ 99
Viscosità dinamica a160°C,gradiente di velocità $\dot{\gamma}=10\text{s}^{-1}$	Pa*s	UNI EN13702-2	≥ 0.05 - < □ 0.2



Nella tabella 2 e nel diagramma di cui sopra sono riportate le caratteristiche che deve avere il prodotto di base modifica "BM" quando viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio.

I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalla normativa UNI EN 58/2005.

La non rispondenza del legante alle caratteristiche richieste nella tabella 2 comporta l'applicazione delle penalità di cui all'art. 33.1.1.3.

TABELLA 2 - Bitume BM

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	80-100
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	40-44
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ □ -8
Solubilità in Tricloroetilene, min.	%	UNI EN12592	≥ 99
Viscosità dinamica a160°C, gradiente di velocità $\dot{\gamma}=10s^{-1}$	Pa*s	UNI EN13702-2	> 0.1
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a163°C	%	UNI EN 12607-1	≤ □ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 50
Incremento del Punto di rammollimento	°C □ □ 9	UNI EN1427	≤ 9

(*) Rolling Thin Film Oven Test

• *Leganti bituminosi modificati*

I leganti bituminosi modificati sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi di base ed apposti polimeri ed additivi (vedi tavola sinottica III°).

Possono anche essere modificati con azione termo-meccanica come avviene per i bitumi schiumati.

Nel seguito indichiamo le 9 caratteristiche dei bitumi modificati "Medium" siglati: "B" e "D", e le 10 caratteristiche per quelli a modifica "Hard" siglati "C".

Si deve rientrare nei limiti per almeno 5 caratteristiche su 9 e 5 caratteristiche su 10 per i bitumi modificati siglati: B, D, C; è sempre obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla: viscosità dinamica a T=160°C, penetrazione, punto di rammollimento, ritorno elastico a T=25°C e stabilità allo stoccaggio.

Qualora i bitumi modificati non risultino come da richieste testé definite, o per carenza definita nell'art. 33.1.1.1 o per carenza della modifica, verranno penalizzati del 10% i prezzi di tutti i conglomerati per strati di base, collegamento ed usura o per altri impieghi, confezionati con la partita di bitume a cui si riferiscono le prove.

L'applicazione di queste penali non esclude quelle previste in altri articoli delle presenti norme, riferite a caratteristiche prestazionali del prodotto finito quali: moduli, durate, resistenze, regolarità, ecc.

Nella tavola sinottica II° sono riportate le categorie dei leganti per tipo di modifica e campi di applicazione.

• *Certificazione di qualità*

I bitumi modificati da impiegare nelle lavorazioni, devono essere forniti da Produttori Certificati in Qualità che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo

qualitativo della produzione. Le verifiche di rispondenza, in conformità a quanto previsto dalle Norme UNI EN ISO 9002/94, devono essere certificate da Enti riconosciuti, in conformità alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 2357 del 16.05.1996 (Gazzetta Ufficiale n° 125 del 30.05.1996). La Direzione Lavori e la Committente potranno effettuare in contraddittorio, in ogni momento e a loro insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, prelievi e controlli sul prodotto finito. La non rispondenza dei requisiti comporta, dopo eventuale ulteriore verifica, la sospensione dei lavori sino alla risoluzione delle anomalie rilevate e/o l'applicazione delle penali previste.

12.1.2 Bitumi modificati con additivi

I bitumi modificati rappresentano quei leganti per uso stradale di nuova generazione, che garantiscono una maggiore durata a fatica delle miscele bituminose rispetto a quelle impieganti bitumi di base o che riducano l'attitudine alla deformazione permanente dei conglomerati o permettano altri risultati altrimenti impossibili con i conglomerati normali.

La loro produzione avviene in impianti industriali dove vengono intimamente miscelati i bitumi base modifica "BM" (vedi tab.31.1.1.2) con polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica e/o altre tipologie di modifica. I bitumi modificati, in funzione del tipo di modifica, vengono così definiti:

Bitume con modifica "MEDIUM" (caratteristiche sono riportate nella tabella 3)

Bitumi con modifica "HARD" (caratteristiche riportate nelle tabelle 4, 5, 6)

I bitumi con modifica "MEDIUM" possono essere impiegati nelle miscele di base, collegamento e usura, mentre i bitumi a modifica "HARD", utilizzabili in tutte le miscele, devono essere tassativamente impiegati nelle miscele particolari indicate nella Tavola sinottica I° art. 33.1.1 salvo diversa indicazione della Committente.

I bitumi modificati, sia "MEDIUM" che "HARD", preparati da "MASTER" (bitume madre modificato con percentuali elevate di polimero) devono essere successivamente tagliati per aggiunta e miscelazione di bitume di base in percentuali tali da raggiungere le caratteristiche richieste nelle tabelle 3, 4, 5, 6.

Per i bitumi modificati, sia "MEDIUM" che "HARD", il produttore deve certificare le seguenti caratteristiche: penetrazione a 25°C, punto di rammollimento, recupero elastico a 25°C e la stabilità allo stoccaggio. La certificazione deve accompagnare tassativamente il quantitativo trasportato.

Inoltre il produttore deve indicare, nella stessa modulistica di certificazione del prodotto trasportato, le condizioni di temperatura da attuare per le operazioni di: pompaggio, stoccaggio e di lavorazione (miscelazione). La produzione di bitumi modificati può avvenire anche agli impianti di fabbricazione dei conglomerati bituminosi, Certificati in Qualità, purché i bitumi prodotti abbiano le caratteristiche richieste nelle tabelle: 3, 4, 5, 6.

In questo caso i carichi di bitume base modifica devono essere testati almeno sui valori del punto di rammollimento e della penetrazione (vedi tab. 2).

12.1.3 Bitumi con modifica "MEDIUM"

Tali bitumi vanno usati quando i bitumi tal quali non rientrano nelle caratteristiche richieste o non permettono le volute prestazioni dei conglomerati bituminosi per strati di base, collegamento ed usura. La modifica deve conseguire sul legante i seguenti risultati:

TABELLA 3 - BITUME "MEDIUM"- LEGANTE "B"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
-----------------	-------	-----------------	--------

Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≥ 60
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ □ - 10
Viscosità dinamica a 160°C, $\dot{\gamma}=100s^{-1}$	Pa*s	UNI EN13702-2	≥ 0.10 - ≤ 0,3
Ritorno elastico a 25°C, 50mm/min	%	UNI EN13398	≥ 65
Stabilità allo stoccaggio, 3 gg, a 180 Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399	≤ 3
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C	%	UNI 12067-1	≤ □ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 40
Incremento del Punto di rammollimento	°C □ □ 9	UNI EN1427	≤ 8

(*) Rolling Thin Film Oven Test

12.1.4 Bitumi con modifica "HARD"

Le caratteristiche dei leganti con modifica "Hard" da impiegare per la realizzazione di conglomerati bituminosi "Hard" - CBH (Vedi tavola sinottica I°), conglomerati bituminosi drenanti (CBD), microtappeti ad elevata rugosità (MT), microtappeti superficiali a freddo tipo "Macro Seal" (MTF), mano di attacco per usure drenanti (MAD), mano di attacco per microtappeti (MAMT), mano di attacco per micro-usure (CBMU), mano di attacco tra membrane continue di impermeabilizzazione e pavimentazioni sulle opere d'arte (MAV), mano di attacco per PCP (lastra in cls ad armatura continua) (MAPCP), sigillature (S), giunti a tampone (GT), pavimentazioni di viadotti (CBV), sono riportate nelle tabelle che seguono. Tipologie di modifica diverse saranno valutate prima dell'uso, di volta in volta dal Centro Rilevamento Dati di Fiano Romano (SRC/MCL) della Committente.

TABELLA 4 - BITUME HARD - LEGANTE "C"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≥ 70
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12693	≤ □ - 12
Viscosità dinamica a160°C, $\dot{\gamma}=100s^{-1}$	Pa*s	UNI EN13702-2	≥ 0.15 - ≤ 0,40
Ritorno elastico a25°C, 50mm/min	%	UNI EN13398	≥ 80
Stabilità allo stoccaggio, 3 gg, a180 Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399	≤ 3
Resistenza a fatica, $G*\sin\delta$, 1.0kPa (0.145 psi), a10 rad/s, 50°C	Kpa	SHRP B-003	≥ 9
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento(volatilità) a163°C	%	UNI EN 12607-1	≤ □0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 40
Incremento del Punto di rammollimento	°C □□9	UNI EN1427	≤ 5

(*) Rolling Thin Film Oven Test

TABELLA 5 - BITUME HARD - LEGANTE "D"(**)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≥ 60
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ □ - 10
Viscosità dinamica a160°C, $\dot{\gamma}=100s^{-1}$	Pa*s	UNI EN13702-2	≥ 0.05 - ≤ 0,20
Ritorno elastico a25°C, 50mm/min	%	UNI EN13398	≥ 60
Stabilità allo stoccaggio, 3 gg, a180 Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399	≤ 3
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento(volatilità) a163°C	%	UNI 12607-1	≤ □0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 40

Incremento del Punto di rammollimento	°C □□9	UNI EN1427	≤ 10
---------------------------------------	-----------	------------	------

(*) Rolling Thin Film Oven Test

(**) Da usare in emulsione con acqua, agenti emulsionanti e flussanti

TABELLA 6 - BITUME HARD - LEGANTE "E"

Caratteristiche	Unità	Metodo prova	di	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426		20-40
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427		≥ 60
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593		≤ □ - 10
Viscosità dinamica a 160°C, $\dot{\gamma}=100s^{-1}$	Pa*s	UNI EN13702-2		≥ 0.70 - ≤ 2,00
Ritorno elastico a 25°C, 50mm/min	%	UNI EN13398		≥ 80
Stabilità allo stoccaggio, 3 gg, a 180°C Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399		≤ 4
Valori dopo RTFOT (*)				
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C	%	UNI 12607-1		≤ □ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426		≥ 15
Incremento del Punto di rammollimento	°C □□9	UNI EN1427		≤ 10

(*) Rolling Thin Film Oven Test

I bitumi hard (art. 33.1.4, tab. 4) devono inoltre essere sottoposti a prova ReoDin (Metodologia Prova Interna CS-05) mediante reometro dinamico rotazionale (Dynamic Shear Rheometer).

La metodologia è con sistema piatto-piatto (25mm di diametro e 1 mm di apertura) con controllo di taglio ($\tau_{\square}=200Pa$ con frequenza di oscillazione di 1,59 Hz), in controllo di temperatura (da 6°C a 86°C) e step di 0,017 °C/sec. I valori di G^* (modulo complesso) e δ (angolo di fase) devono essere contenuti nei fusi qui riportati

Temperatura (°C)	Fuso G^* (Pa)		Fuso δ (°)	
	5	3000000	7000000	2
10	2500000	6000000	6	16
15	1800000	4500000	11	30
20	900000	2800000	19	48
25	330000	1500000	28	61
30	120000	700000	37	66
35	50000	320000	42	68
40	24000	150000	45	69

45	11000	80000	46	70
50	5400	42000	46	70
55	3000	23000	47	71
60	1600	13000	48	72
65	900	8000	50	74
70	500	5000	52	78
75	300	3000	54	83
80	160	1800	58	87
85	100	1200	62	90

12.1.5 Emulsioni bituminose cationiche

Le emulsioni bituminose cationiche, definite leganti “F1” e “F2” nella tavola sinottica I° andranno usate di massima per le mani di attacco tradizionali per conglomerati bituminosi normali.

EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE - LEGANTE “F1” e “F2”

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	“ F1 “ a rapida rottura (RR55)	” F2 “ a media rottura (RM55)
Contenuto di acqua	% in peso	CNR n°100 a	≤ □ □ 45	≤ □ 40
Contenuto di legante (bitume + flussante)	% in peso	CNR n°100 b	≥ 55	≥ □ □ 60
Contenuto di flussante	% in peso	CNR n°100 c	≤ 2	≤ 6
Contenuto di bitume (residuo di distillazione), min	% in peso	ASTM D244-72	≥ □ 55	≥ □ 54
Viscosità Engler a 20°C	°E	IP 212/66	3 / 10	5 / 12
Carica delle particelle		ASTM D244-72	Positiva	Positiva
Penetrazione a 25°C, max	1/10 mm	CNR BU 24	≤ 220	≤ □ 220
Punto di rammollimento, min	°C	CNR BU 35	≥ □ 35	≥ □ 35

12.1.6 Attivanti chimici funzionali (A.C.F.)

Detti composti chimici sono da utilizzare come additivi per i conglomerati bituminosi a caldo (CB “Normali”, CBM “Medium” e CBH “Hard” per strati di Base – in zone ad alto traffico), per i Conglomerati Bituminosi riciclati a freddo (CBS e CBRF - in zone ad alto traffico) e per i Conglomerati Drenanti Riciclati (CBDR – impiego indispensabile in ogni caso).

Gli A.C.F. rigenerano le caratteristiche del bitume invecchiato proveniente dalla fresatura di pavimentazioni bituminose (CBR) e rappresentano quei formulati studiati appositamente per migliorare la tecnologia del riciclaggio e/o l'impiego di riciclati in miscele tradizionali.

In particolare gli A.C.F. devono svolgere le seguenti funzioni:

- una energica azione quale attivante di adesione;
- peptizzante e diluente nei confronti del bitume invecchiato ancora legato alle superfici degli elementi lapidei costituenti il conglomerato fresato;

- plastificante ad integrazione delle frazioni malteniche perse dal bitume durante la sua vita ;
- disperdente al fine di ottimizzare l'omogeneizzazione del legante nel conglomerato finale;
- antiossidante in contrapposizione agli effetti ossidativi dovuti ai raggi ultravioletti ed alle condizioni termiche della pavimentazione.

Gli A.C.F. devono avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

Caratteristiche	Valore
Densità a 25/25°C. (ASTM D - 1298)	0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a. (ASTM D - 92)	200 °C
Viscosità dinamica a60°C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$ (SNV 671908/74)	0,03 - 0,05 Pa*s
Solubilità in tricloroetilene (ASTM D - 2042)	99,5% in peso
Numero di neutralizzazione (IP 213)	1,5-2,5 mg/KOH/g
Contenuto di acqua (ASTM D - 95)	1% in volume
Contenuto di azoto (ASTM D - 3228)	0,8 - 1,0% in peso

L'accettazione degli A.C.F. è subordinata alle prove condotte dal Laboratorio di Fiano Romano della Società.

La loro presenza è verificata, sul bitume estratto dalle miscele, con il metodo di prova per la ricerca degli attivanti di adesione nei conglomerati bituminosi mediante analisi colorimetrica. Metodo che segue le designazioni fissate dalla normativa ASTM D 2327-68 (Riapprovata nel 74).

12.1.7 Dopes di adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi in caso di impiego di inerti di natura acida, di bitumi di base e alcune modifiche soft (in base ai risultati di laboratorio), saranno impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi di adesività).

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative, effettuate presso il Laboratorio di Fiano Romano della Società, avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate. La presenza degli agenti tensioattivi nel legante bituminoso verrà accertata mediante prova Colorimetrica (Metodo che segue le designazioni fissate dalla normativa ASTM D 2327-68-Riapprovata nel 74).

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 0,2% ed il 0,4% in peso riferito al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego devono ottenere il preventivo benessere del Laboratorio di Fiano Romano della Società. L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nel legante bituminoso.

12.1.8 Modificanti strutturali (MST)

Sono quelle sostanze che si aggiungono al legante con funzioni modificanti connesse alle azioni di tipo meccanico, alla solidità e durabilità delle azioni leganti nel tempo, specialmente per i film leganti più impegnativi.

12.1.9 Fibre di natura minerale (vetro) e mista (vetro + agglomerante)

Per conglomerati bituminosi ad elevata % di vuoti (CBD, CBMD, MT, ECD, vedi art. 33.5), l'aggiunta della fibra è obbligatoria. La composizione chimico-fisica delle fibre di vetro è riportata in tabella 1.

A tale proposito si precisa che è preferibile l'impiego di fibre di tipo MISTO in cui la fibra di vetro si presenta pressata ed agglomerata mediante l'impiego di un prodotto addensante (cellulosa o altro); tale trattamento ha lo scopo di evitare la dispersione in aria della fibra di vetro, consentire una dosatura più accurata nell'impasto bituminoso e di aumentare lo spessore delle pellicola di bitume che riveste l'inerte.

L'impiego di fibre di tipo MISTO o solo MINERALE richiede sempre, per il confezionamento in impianto delle miscele, opportuni macchinari in grado di dosare, disgregare e disperdere finemente le fibre nel conglomerato.

Ciascuna tipologia di fibra dovrà essere sottoposta alla preventiva approvazione del Laboratorio Centrale per la verifica di idoneità, che sarà volta a verificare l'effettivo miglioramento delle caratteristiche meccaniche delle miscele in cui vanno impiegate.

Nel caso di fibre di tipo MISTO la percentuale minima di fibra di vetro deve essere superiore al 70%.

Composizione Chimica
Vetro "E" (Filato di vetro)

	%	tolleranze
SiO ₂	54	± 0,5
Al ₂ O ₃	14,4	± 0,5
Fe ₂ O ₃	0,25	± 0,15
TiO ₂	0,25	± 0,15
CaO	22,1	± 0,4
MgO	0,6	± 0,1
SrO	0,15	± 0,1
Na ₂ O	0,51	± 0,15
K ₂ O	0,38	± 0,15
B ₂ O ₃	6,8	± 0,4
SO ₃	0,035	± 0,005

Caratteristiche geometrico-meccaniche	Unità	Valore
Lunghezza media bavella	micron	200/300
Diametro medio fibra	micron	7/15
Superficie specifica fibra	cm ² /g	2700
Resistenza alla trazione	GPa	1,5 a 2,5
Allungamento massimo	%	1,5 a 2,5
Resistenza alla temperatura	°C	≥ □550

12.2 Conglomerati bituminosi a caldo

Nella tavola sinottica di sintesi sono riportate le composizioni indicative dei formulati riferiti alle miscele di tipo normale e di tipo speciale di conglomerati bituminosi confezionati a caldo in impianto. I conglomerati bituminosi normali sono quelli confezionati con bitume di base; per quelli speciali sono previsti due tipi di legante, uno a modifica "Medium" l'altro a modifica "Hard". Esistono anche altri tipi di conglomerato non riportati nella tavola che segue per impieghi particolari e/o di tipo sperimentale; tutti sono descritti in appositi articoli e dovranno formare le prestazioni richieste.

TAVOLA SINOTTICA

COMPOSIZIONE				
Tipi di Conglomerato	Strati di impiego	Materiali freschi (% di impiego nella miscela)	Materiali fresati (% di impiego nella miscela)	Attivanti Chimici Funzionali [A.C.F.] (% in peso riferita al bitume totale)
CB "Normali"	Base	≥ 75	< 25	3 – 5 (*)
	Collegamento	≥ 85	≤ 15	-----
	Usura	≥ 90	≤ 10	-----
CBM "Medium"	Base	≥ 70	≤ 30	3 – 5 (*)
	Collegamento	≥ 75	≤ 25	-----
	Usura	≥ 80	≤ 20	-----
CBH "Hard"	Base	≥ 80	≤ 20	3 – 5 (*)
	Collegamento	≥ 85	≤ 15	-----
	Usura	≥ 90	≤ 10	-----

(*) in zone ad alto traffico - vedi art. (33.1.6)

12.2.1 Prescrizioni generali

Per la verifica preliminare di idoneità degli studi di progetto che l'impresa intende adottare per ogni cantiere di produzione, almeno tre mesi prima l'inizio delle lavorazioni, l'impresa ha l'obbligo di fare eseguire a sue spese, presso laboratorio autorizzato, prove di accettazione e di idoneità di tutti gli elementi che compongono le miscele di progetto (aggregati, bitume, additivi ecc.). Gli studi di progetto devono essere presentati in originale e firmati dal responsabile dell'impresa alla D.L. e devono essere corredati da una completa documentazione delle formulazioni effettuate.

Durante i lavori l'impresa esecutrice dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata e definita anche ai fini del pagamento, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato. Presso i Cantieri di produzione deve essere a disposizione della D.L. un registro in cui siano riportati tutti i controlli di qualità operati dall'impresa con i risultati ottenuti.

La D.L. potrà effettuare in contraddittorio, in ogni momento a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera.

Molte delle indicazioni che seguono in questo articolo sono di tipo comportamentale e non eliminano, anche se seguite alla lettera, le responsabilità dell'impresa sui risultati finali del prodotto in opera, che sono o espressamente richiamati nel testo o riportati nell'apposito articolo 31.7; comunque anche le richieste comportamentali, se disattese, possono generare azioni di correzione da parte della Direzione Lavori.

La non rispondenza dei requisiti meccanici Rt, CTI (art. 33.3.7.3.2) e di quelli Volumetrici (art. 33.3.7.3.1) (questi ultimi calcolati con la % di legante di estrazione o, in mancanza, con la % di legante della miscela di progetto, rimanendo però nei range stabiliti all'art. 33.3.7.1) comporta, dopo eventuale ulteriore verifica, la sospensione dei lavori sino alla risoluzione delle anomalie rilevate e/o l'applicazione delle penali previste all'art. 33.7

Variazioni percentuali nella composizione granulometrica, rispetto alla curva di progetto proposta, di $\pm 5\%$ per l'aggregato grosso e/o $\pm 3\%$ per il contenuto di sabbia CNR B.U. n° 95 del 31.01.1984 (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm, e/o di $\pm 1,5$ per il passante al setaccio UNI 0,075) e/o scostamenti percentuali del contenuto di bitume progettuale superiori a $\pm 0,25$, e/o variazioni della miscela degli inerti, qualora determinano nella miscela finale sia scompensi volumetrici che prestazionali, comportano l'applicazione di penali come al successivo Art. 33.7.

Per quanto riguarda il contenuto del bitume, la tolleranza percentuale sopraindicata ($\pm 0,25$) che tiene normalmente conto della "incertezza di misura" collegata all'esecuzione della prova di estrazione, viene aumentata di un'ulteriore quantità (pari a 0,25) per tenere conto delle perdite di legante che si verificano nei passaggi intermedi prima dell'esecuzione della prova. L'idoneità finale delle miscele superficiali sono condizionate dall'analisi eseguite mediante test accelerati di resistenza all'attrito radente di tipo "Abrasiometro Rotazionale" od altro sistema ad insindacabile scelta della D.L..

- **Materiali fresati**

Per ogni lavorazione, le percentuali in peso di materiale fresato definito di "integrazione" riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti riportati nella tavola sinottica dell'art. 33.2

Per conglomerato bituminoso preesistente fresato, denominato "materiale da integrazione" deve intendersi quello proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerati demoliti con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo).

Il conglomerato di recupero deve essere preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN13108-8.

Per l'ottimizzazione della curva granulometrica del fresato e del legante presente e per consentire lavorazioni uniformi, nel caso di utilizzo di materiali provenienti da fresature diverse sia per provenienza che per natura, potrebbe essere necessaria, prima del suo impiego, una ulteriore granulazione; occorre tener presente che tale operazione determina un ulteriore aumento delle parti fini nel materiale.

Il restante materiale deve essere costituito da inerti freschi con i requisiti di accettazione previsti per i conglomerati di cui art. 33.2.

Si deve usare materiale fresato di qualsiasi provenienza per impieghi negli strati di base e collegamento; materiali provenienti da strati superficiali (usura, microtappeto, drenante ecc) per lo strato di usura.

Il bitume finale deve essere costituito da quello fresco (MODIFICA "SOFT") e da quello proveniente dal materiale fresato additivato con A.C.F. (art. 33.1.6., tab. 1).

I requisiti richiesti dalle prescrizioni progettuali (art. 33.3.) valgono sia per miscele che prevedono l'impiego di materiale da integrazione che per miscele completamente vergini.

- **Penali**

L'applicazione e l'entità delle penali è descritta nell'art. 33.7 delle presenti NTA e riguardano le caratteristiche del prodotto finito quali: durata a fatica, modulo di portanza, aderenza, regolarità, tessitura superficiale ecc.

12.3 Conglomerati bituminosi di base, collegamento, usura confezionati con bitume "Normale", "Medium" e "Hard"

12.3.1 Descrizione

I conglomerati sono costituiti da una miscela di inerti naturali freschi, riciclati, artificiali, sintetici (argilla espansa, scorie siderurgiche, loppe ecc.) ovvero dalla loro combinazione percentuale, impastati a caldo con bitume, in impianti automatizzati a volte dotati di sistemi di riscaldamento indiretto degli inerti provenienti da fresature di pavimentazioni ammalorate, di tipo continuo (Drum Mixer) o discontinuo (sistema a vagliatura), doppio tamburo ecc.

I cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro, in zone prive di ristagni ed acqua e di sostanze argillose.

Il conglomerato per i vari strati (base, collegamento, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con idonei rulli.

12.3.2 Bitume

Si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 33.1.

12.3.3 Aggregati

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

Gli aggregati devono essere costituiti da elementi interi, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043. Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela di inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e degli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme UNI EN 13043, con la possibilità di impiegare inerti di diversa natura.

Nelle miscele potranno essere utilizzati, previa approvazione della D.L., inerti di I categoria.

Viene considerato inerte di I categoria un materiale omogeneo, la cui frazione grossa, ha un valore di levigabilità (norma UNI EN 1097-8) VL (denominato CLA dalla precedente norma CNR140/92) ≥ 45 , una resistenza alla frantumazione (norma UNI EN 1097-2) L.A. < 18 e coefficienti di forma (norma UNI EN 933-4) ed appiattimento (norma UNI EN 933-3) rispettivamente $SI < 10$ e $FI < 10$.

L'aggregato grosso e fine deve essere costituito da inerti che potranno essere di provenienza o natura petrografia diversa, purchè alle prove di seguito elencate eseguite sui campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, dia i risultati richiesti.

I cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro, in zone prive di ristagni ed acqua e di sostanze argillose.

Prima dell'inizio delle lavorazioni l'impresa deve avere stoccato una quantità di materiale necessaria ad assicurare almeno due settimane di lavorazione (considerando 80% della potenzialità produttiva dell'impianto).

12.3.4 Attivanti chimici di adesione

Vedi art. 33.1.7.

12.3.5 Posa in opera

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica al 55% in peso (art. 33.1.5.) per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia di circa 1 metro di larghezza, normalmente interessate dalle ruote dei veicoli pesanti, adiacenti alle strisce di segnaletica orizzontale che la delimitano.

Per garantire la perfetta continuità tra gli strati sovrapposti della pavimentazione deve essere previsto l'impiego di una emulsione bituminosa cationica al 55% uniformemente distribuita, anche sui bordi verticali, in una quantità variabile tra 0,5 e 1,0 kg/m² in funzione dello stato superficiale della pavimentazione, salvo in quei casi in cui è prevista una diversa mano di attacco sempre dei tipi riportati all'art. 33.1.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'impianto (in fase di confezionamento) deve essere indicativamente non superiore a 180° C in rapporto al tipo di bitume impiegato (è comunque raccomandabile operare alle condizioni indicate dal produttore del bitume); la temperatura del conglomerato all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli gommati di idoneo peso (almeno 30 kN gomma) e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da

assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. La finitura del conglomerato dovrà essere realizzata con l' utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 140 kN, così come per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base a discrezione della D.L. potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

Gli strati eventualmente compromessi (che presentano ad esempio: anomalie di stesa o di compattazione, perdite di materiale, giunti longitudinali o giunti trasversali di ripresa mal eseguiti, aperti o sgranati) devono essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Impresa; il verificarsi di tali eventi comporterà comunque l'applicazione di penali come previsto al successivo Art. 33.7

Al termine della compattazione gli strati di base, collegamento e usura devono avere una percentuale assoluta dei vuoti non superiore all' 8%, valutata con i dati del giorno (densità massima della miscela - Gmm), o in mancanza dei dati di controllo di cantiere o nei casi controversi, con il valore di progetto. In caso di contestazione la percentuale dei vuoti verrà determinata secondo la UNI EN 12697-8).

I dati di densità in sito possono essere assunti come prestazionali in carenza di altre misure di portanza.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; deve essere tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 33.7

Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D.L. 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 o simili, per garantirne l'ancoraggio deve essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi deve essere eventualmente interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa non inferiore a 0,5 Kg/m².

12.3.6 Prescrizioni progettuali

- **Percentuale di frantumato nella miscela inerti superiore a 2 mm.**

Strato di base : minimo 65% di inerte frantumato.

Strato di collegamento : 100% di inerte frantumato (*), escluso quello proveniente da eventuali integrazioni.

Strato di usura : 100% di inerte frantumato (**), escluso inerti non naturali.

(*) Per inerte frantumato si intende un inerte che non abbia nessuna faccia arrotondata.

(**) Considerata l'eterogeneità della natura mineralogica di provenienza (silicea, calcarea, ecc.) dei materiali alluvionali, la percentuale di impiego nelle miscele superficiali sarà definita di volta in volta nelle curve di progetto con la Direzione Lavori.

- **Percentuale di frantumato nella miscela inerti inferiore a 2 mm.**

Strato di base : minimo 60%
 Strato di collegamento : minimo 65%
 Strato di usura : minimo 80%

Le sabbie di frantumazione devono provenire da sabbie naturali, artificiali o sintetiche.

- **Prova Los Angeles**

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2) deve essere:

Strato di base : < 25% in peso.
 Strato di collegamento : < 25% in peso.
 Strato di usura : < 20% in peso.

- **Sensibilità al gelo**

La sensibilità al gelo eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1367-1), in riferimento alla perdita di massa, deve essere:

Strati di base e di collegamento : < 2%.
 Strato di usura : < 1%.

In riferimento alla perdita di resistenza all'abrasione, il valore deve essere:

Strati di base e di collegamento : < 30%.
 Strato di usura : < 20%.

- **Strati di usura: Valore di levigabilità VL (norma UNI EN 1097-8) e VLmix. (denominati CLA e CLA mix nelle precedenti NTA)**

Deve essere misurato il valore di VL per ogni pezzatura utilizzata, comprese le sabbie (roccia di provenienza) ed il fresato (materiale estratto); il valore di VL misurato sulle singole pezzature, escluse le sabbie, deve essere ≥ 40 .

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non deve superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di $VL \leq 40$

Il valore VLmix, degli inerti viene ricavato dagli elementi uguali o superiori a 2 mm per ciascuna pezzatura impiegata.

Calcolo del VLmix,:

- Si misurano le MVA (massa volumetrica apparente) di tutte le pezzature escludendo il passante al 2 mm.
- La somma delle percentuali di impiego, per la costruzione della curva granulometrica di progetto, di ogni singola pezzatura viene riportata a 100%, in quanto mancanti del passante al 2 mm.
- Le nuove percentuali di impiego vengono trasformate in percentuali volumetriche utilizzando le MVA (vedi punto a) e riportate anch'esse a 100%;
- Il valore VLmix viene calcolato dalla somma del prodotto diviso per 100 della percentuale volumetrica di ogni pezzatura (comprese la sabbia) utilizzata per il relativo valore di VL.

- **Coefficiente di imbibizione**

Il Coefficiente di imbibizione (CNR fascicolo IV/1953) eseguito sulle singole pezzature:

Strato di base e di collegamento : < 0.015.

Strato di usura: da definire in fase di progetto in funzione della natura degli inerti utilizzati.

- **Coefficiente di forma**

I coefficienti di forma "SI" (UNI EN 933-4) e di appiattimento "FI" (UNI EN 933-3) dovranno essere per tutti gli strati minori o uguale al 10%.

- **Equivalente in sabbia**

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature fini, deve essere per tutti gli strati $> \square \square 70\%$ (UNI EN 933-8).

- **Spogliamento in acqua**

Per lo strato di usura lo spogliamento in acqua a 40 °C (con dopes di adesione) deve essere 0% (CNR 138/92). In casi particolari, cioè in presenza di inerti ad elevata acidità, la Committente si riserva sistemi di indagine più approfonditi.

- **Additivi**

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti, rocce sintetiche o artificiali, devono soddisfare i seguenti requisiti:

- Il potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5 il ΔPA deve essere $> 5^\circ C$ (UNI EN 13179-1).
- alla prova granulometrica i passanti in peso devono soddisfare i seguenti limiti minimi:
 - Setaccio UNI 0,40 - Passante in peso per via umida 100%
 - Setaccio UNI 0,18 - Passante in peso per via umida 90%
 - Setaccio UNI 0,075 - Passante in peso per via umida 80%.
 - Della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio 0,075 mm più del 50% deve passare allo stesso setaccio anche a secco
- L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (norma UNI CEN ISO/TS 17982-12).

- **Argilla espansa – Resistenza allo schiacciamento**

Argilla espansa di tipo resistente, pezzatura 3/11: $> 2,7$ MPa (UNI EN 13055-2).

12.3.7 Miscela

Le miscele dei conglomerati devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sotto indicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).

Serie e setacci UNI EN 933-1	Passante totale % in peso			
	STRATO BASE	DI COLLEGAMENTO	STRATO USURA "A"	DI TIPO "B"
31,5	100	100	100	100
20	73 – 94	85 - 98	100	100
14	51 – 76	70 - 87	94 - 100	100
10	40 – 64	58 - 78	77 - 94	81 - 94
6.3	31 – 55	46 - 66	57 - 76	57 - 76

2	19 – 38	25 - 38	25 - 38	25 - 38
0,5	8 – 21	11 - 21	12 - 22	12 - 22
0,25	5 – 16	7 - 17	9 - 17	9 - 17
0,063	4 – 8	4 - 8	6 - 10	6 - 10

Fuso A - usure da 4 - 6 cm

Fuso B - usure da 3 cm

• **Quantità di bitume**

La percentuale di bitume in peso riferita al peso degli aggregati deve essere compresa nei seguenti intervalli, a seconda del tipo di legante usato:

Strato di Base normale : 4% - 5,5% del tipo descritto nell'art. 33.1.1., tab. 1
 Strato di Base Medium : 4% - 5,5% del tipo descritto nell'art. 33.1.3., tab. 3.
 Strato di Base Hard : 4% - 5,5% del tipo descritto nell'art. 33.1.4., tab. 4.

Strato di Collegamento normale : 4,5% - 6,0% del tipo descritto nell'art. 33.1.1., tab. 1
 Strato di Collegamento Medium : 4,5% - 6,0% del tipo descritto nell'art. 33.1.3., tab. 3.
 Strato di Collegamento Hard : 4,5% - 6,0% del tipo descritto nell'art. 33.1.4., tab. 4.

Strato di Usura normale : 5,0% - 6,5% del tipo descritto nell'art. 33.1.1., tab. 1
 Strato di Usura Medium : 5,0% - 6,5% del tipo descritto nell'art. 33.1.3., tab. 3.
 Strato di Usura Hard : 5,0% - 6,5% del tipo descritto nell'art. 33.1.4., tab. 4.

• **Prove volumetriche e meccaniche**

I conglomerati bituminosi devono possedere elevata resistenza meccanica elastoviscoplastica, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica, intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi o disgregarsi.

La miscela di Progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (UNI EN 12697-31/2004).

Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall.

Pressa giratoria – Condizioni di prova

Angolo di rotazione : $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$
 Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto
 Pressione verticale ,KPa : 600
 Dimensioni provino, mm : 150 per strato di base
 Dimensioni provino, mm : 100 per strato di collegamento ed usura

• **Requisiti di idoneità**

Pressa giratoria - Vuoti

BASE NORMALE	BASE MEDIUM	BASE HARD
a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15
a 100 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5 (*)	a 110 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5 (*)	a 120 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5 (*)

a 180 rotazioni: % vuoti ≥ 2	a 180 rotazioni: % vuoti ≥ 2	a 200 rotazioni: % vuoti ≥ 2
COLLEGAMENTO NORMALE	COLLEGAMENTO MEDIUM	COLLEGAMENTO HARD
a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15
a 100 rotazioni: % vuoti $3 \div 5^{(*)}$	a 110 rotazioni: % vuoti $3 \div 5^{(*)}$	a 120 rotazioni: % vuoti $3 \div 5^{(*)}$
a 180 rotazioni: % vuoti ≥ 2	a 190 rotazioni: % vuoti ≥ 2	a 200 rotazioni: % vuoti ≥ 2
USURA NORMALE	USURA MEDIUM	USURA HARD
a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15
a 130 rotazioni: % vuoti $3 \div 5^{(*)}$	a 140 rotazioni: % vuoti $3 \div 5^{(*)}$	a 150 rotazioni: % vuoti $3 \div 5^{(*)}$
a 220 rotazioni: % vuoti ≥ 2	a 230 rotazioni: % vuoti ≥ 2	a 240 rotazioni: % vuoti ≥ 2

Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale (Dg) compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25°C (UNI EN 12697-23). I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Inerti	BASE NORMALE		BASE MEDIUM/HARD	
	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²
Vergini	0,50 - 0,80	≥ 40	0,90 - 1,55	≥ 80
Vergini+ fresato	0,75 - 1,35	≥ 70	0,95 - 1,55	≥ 80
	COLLEGAMENTO NORMALE		COLLEGAMENTO MEDIUM/HARD	
Vergini	0,50 - 0,80	≥ 40	0,90 - 1,55	≥ 80
Vergini+ fresato	0,75 - 1,35	≥ 70	0,95 - 1,55	≥ 80
	USURA NORMALE		USURA MEDIUM/HARD	
Vergini	0,60 - 0,90	≥ 45	0,90 - 1,55	≥ 80
Vergini+ fresato	0,75 - 1,35	≥ 70	0,95 - 1,55	≥ 80

Prova Marshall

I provini devono essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e costipato, senza alcun ulteriore riscaldamento, alla temperatura prescritta dalla norma UNI EN 12697-34/2004.

Alla stesa deve essere rilevata la temperatura di compattazione della miscela e se questa dovesse risultare inferiore ad una temperatura minima (correlata alla tipologia di bitume utilizzata) la Direzione Lavori, in presenza dell'Appaltatore, deve impedire l'impiego di tale materiale sulla tratta già posta in opera nelle stesse condizioni sopra menzionate. Devono inoltre essere eseguite prove atte al rilevamento del grado di addensamento raggiunto dalla pavimentazione.

Per l'applicazione delle penali si rimanda a quanto prescritto dall'art. 33.7.

I valori della stabilità Marshall (UNI EN 12697-34/2004), eseguita a 60 °C su provini costipati alla temperatura prescritta dalla Norma UNI EN 12697-34/2004 con 75 colpi di maglio per faccia, il Modulo di Rigidezza Marshall, e la percentuale dei Vuoti in volume (UNI EN 12697-8/2003) dovranno risultare:

	BASE NORMALE	BASE MEDIUM	BASE HARD
Stabilità Marshall (daN)	≥ 900	≥ 1100	≥ 1100
Modulo di Rigidezza (daN/mm)	≥ 250	300 - 500	300 - 500
Vuoti residui in volume (%)	3 - 5	3 - 5	3 - 5

	COLLEGAMENTO NORMALE	COLLEGAMENTO MEDIUM	COLLEGAMENTO HARD
Stabilità Marshall (daN)	≥ 1000	≥ 1100	≥ 1100
Modulo di Rigidezza (daN/mm)	≥ 250	300 - 500	300 - 500
Vuoti residui in volume (%)	3 - 5	3 - 5	3 - 5

	USURA NORMALE	USURA MEDIUM	USURA HARD
Stabilità Marshall (daN)	≥ 1100	≥ 1200	≥ 1200
Modulo di Rigidezza (daN/mm)	≥ 250	300 - 500	300 - 500
Vuoti residui in volume (%)	3 - 5	3 - 5	3 - 5

Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante il sistema Marshall devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale alle temperature di 10, 25 e 40 °C (UNI EN 12697-23/2006). I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

T °C	BASE NORMALE		BASE MEDIUM		BASE HARD	
	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²
10	1,30 - 2,20	≥ 140	1,40 - 2,30	≥ 160	1,50 - 2,40	≥ 160

25	0,40 - 1,10	≥ 60	0,50 - 1,20	≥ 70	0,60 - 1,30	≥ 80
40	0,20 - 0,60	≥ 35	0,20 - 0,70	≥ 35	0,30 - 0,80	≥ 40
	COLLEGAMENTO NORMALE		COLLEGAMENTO MEDIUM		COLLEGAMENTO HARD	
	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²
10	1,40 - 2,30	≥ 150	1,50 - 2,40	≥ 160	1,60 - 2,50	≥ 160
25	0,50 - 1,10	≥ 70	0,60 - 1,20	≥ 80	0,70 - 1,30	≥ 80
40	0,25 - 0,70	≥ 40	0,25 - 0,80	≥ 45	0,30 - 0,90	≥ 45
	USURA NORMALE		USURA MEDIUM		USURA HARD	
	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²
10	1,50 - 2,70	≥ 160	1,50 - 2,80	≥ 160	1,60 - 2,90	≥ 160
25	0,70 - 1,20	≥ 80	0,70 - 1,30	≥ 80	0,80 - 1,40	≥ 80
40	0,30 - 0,8	≥ 45	0,30 - 0,90	≥ 50	0,40 - 1,00	≥ 50

Modulo complesso (E)

Sulla miscela definita, a tre temperature 0 °C, 10 °C e 20 °C ed alle frequenze di 10, 15 e 30 Hz, con idonei sistemi dinamici, deve essere misurato il modulo complesso E* in Mpa del conglomerato (UNI EN 12697-26).

La determinazione dei moduli complessi avrà la funzione di fornire elementi numerici al progettista dell'intervento, ed un riferimento al controllo non distruttivo in sito.

Controllo dei requisiti di accettazione dei conglomerati bituminosi confezionati con legante di tipo "Normale", "Medium" e "Hard"

Per ciò che concerne la posa in opera delle miscele, delle caratteristiche superficiali della pavimentazione, di portanza per l'applicazione delle penalità vale quanto prescritto nell'art. 33.7

12.3.8 Miscele di usura con impiego di argilla espansa

Le miscele di usura confezionate con inerti di argilla espansa, conferiscono alla superficie stradale incrementi di caratteristiche di aderenza rispetto alle miscele con soli inerti naturali, ed una certa media fono-assorbenza.

• **Aggregati**

Valgono le stesse prescrizioni indicate all'art. 33.2.1. e per i conglomerati tradizionali con l'aggiunta dei seguenti requisiti per le argille:

- argilla espansa di tipo "resistente" pezzatura: 3/11 mm;
- resistenza del granulo allo schiacciamento $> \square 2,7$ MPa (UNI EN 13055-2).;
- valore di levigabilità VL. (UNI EN 1097-8) ≥ 65 .

L'argilla espansa, in cantiere, deve essere convenientemente protetta dalla pioggia con teli di plastica o ammannita al coperto.

• **Confezione delle miscele**

La miscela degli aggregati deve avere una composizione granulometrica compresa nel seguente fuso:

UNI	EN	Passante totale in peso %
933-1		
Setaccio 14		100
“ 10		82-93
“ 6,3		57-77
“ 4		39-59
“ 2		25-38
“ 0,5		12-22
“ 0,125		7-13
“ 0,063		6-10

Il tenore di bitume, di tipo Normale, Medium o Hard, (Art. 33.1) del tipo “A” riferito al peso totale degli aggregati deve essere compreso tra il 5,5% ed il 7,0%; la percentuale di argilla espansa deve essere compresa tra il 10% ed il 15% in peso.

Dalla granulometria eseguita sulla pezzatura 3/11mm. la percentuale di trattenuto al setaccio UNI da 8 mm deve essere inferiore od uguale al 10% in peso; inoltre la percentuale di passante al setaccio UNI con apertura 2 mm deve essere inferiore od uguale al 10% in peso.

L'utilizzazione di percentuali maggiori o minori di argilla espansa, con diverse caratteristiche meccaniche, di composizione e/o granulometriche per impieghi non specificati dalle presenti N.T.A., devono essere definite di volta in volta in fase di studio e di progetto con la D.L.

- **Requisiti di accettazione**

Il conglomerato così composto deve rispondere agli stessi requisiti richiesti per le miscele di Usura senza argilla (Art.33.2), confezionate con bitume di tipo Normale, Medium o Hard, (Art. 33.1).

- **Posa in opera delle miscele**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (art. 33.3.5).

Inoltre la capacità fonoassorbente deve essere, in termini di assorbimento α , pari almeno a 0,2 alle frequenze di campionamento di 600 Hz e 0,3 alle frequenze di campionamento di 800 e 1000 Hz. Le misure andranno effettuate con apparecchiatura RI.MA. o similari.

12.4 Conglomerato bituminoso ad elevata percentuale di vuoti (drenante-fonoassorbente)

Sono i conglomerati bituminosi speciali, denominati C.D.F. (Conglomerati Drenanti Fonoassorbenti), caratterizzati da elevata percentuale di vuoti intercomunicanti, che assicurano un passaggio facilitato alle acque di pioggia ed un fonoassorbimento per risonanza delle onde sonore generate sulla strada, selettivo delle frequenze a seconda delle dimensioni volumetriche delle cavità presenti. Se usati sulla superficie dalla pavimentazione, influiscono sull'intensità del rumore emesso dal rotolamento dei pneumatici, oltre all'assorbimento dello stesso, come detto in precedenza. Sono anche usati per la funzione di trattenimento, temporaneo o permanente, delle sostanze inquinanti, polveri o particolati, emessi dai veicoli e

trascinati dalle acque di pioggia. Di norma vengono realizzati con materiali vergini, naturali o sintetici, salvo specifica indicazione.

12.4.1 *Prescrizioni generali*

Vedi articolo 33.2.1

- **Penali**

L'applicazione e l'entità delle penali è descritta nell'art. 33.7 delle presenti NTA riguardano le caratteristiche del prodotto finito misurate con mezzi ad alto rendimento, aderenza, regolarità, tessitura superficiale, capacità drenante, emissione sonora (sperimentale), fonoassorbente e prove volumetriche.

12.4.2 *Miscele di: Usura drenante, Usura drenante strutturale*

- **Descrizione**

I conglomerati sono costituiti da una miscela di inerti naturali freschi, artificiali, sintetici (argilla espansa, scorie, loppe ecc.), in diverse combinazioni percentuali, impastati a caldo con bitume tipo "Hard", in impianti automatizzati, di tipo continuo (Drum Mixer) o discontinuo (sistema a vagliatura) ecc.. I conglomerati sono posti in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato a caldo. Caratteristiche prestazionali dei porosi: le miscele drenanti si suddividono nei seguenti tipi in base al loro comportamento relativamente al rumore ed allo smaltimento delle acque meteoriche.

Miscela	Tipologia	Spessori (cm)	Drenabilità	
	Monostrato Bistrato		Alta	Bassa
Usura Drenante	X	4-5	X	
Usura Drenante strutturale	X	4-5	X	

- **Bitume**

Si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 33.1.4. e tab. 4.

- **Attivanti chimici di adesione**

Vedi art. 33.1.7.

- **Materiali inerti**

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

Gli aggregati devono essere costituiti da elementi interi, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043. Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela di inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e degli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme UNI EN 13043, con la possibilità di impiegare inerti di diversa natura.

Nelle miscele potranno essere utilizzati, previa approvazione della D.L., inerti di I categoria.

Viene considerato inerte di I categoria un materiale omogeneo, la cui frazione grossa, ha un valore di levigabilità (norma UNI 1097-8) VL (denominato CLA dalla precedente norma CNR140/92) ≥ 45 , una resistenza alla frantumazione (norma UNI EN 1097-2) L.A. < 18 e coefficienti di forma (norma UNI EN 933-4) ed appiattimento (norma UNI EN 933-3) rispettivamente $SI < 10$ e $FI < 10$.

L'aggregato grosso e fine deve essere costituito da inerti che potranno essere di provenienza o natura petrografia diversa, purchè alle prove di seguito elencate eseguite sui campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, dia i risultati richiesti.

I cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro, in zone prive di ristagni ed acqua e di sostanze argillose.

• *Posa in opera*

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibro-finitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibro-finitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti trasversali e longitudinali, questi ultimi preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Per garantire la perfetta continuità e la impermeabilizzazione del piano di posa delle miscele, deve essere previsto l'impiego di una quantità variabile tra 0,8 kg/m² e 1,5 kg/m² di mano di attacco costituita da bitume di tipo "Hard" (art. 33.1.4. e tab. 4).

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti, veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'impianto (in fase di confezionamento) deve essere indicativamente non superiore a 180° C in rapporto al tipo di bitume impiegato (è comunque raccomandabile operare alle condizioni indicate dal produttore del bitume); la temperatura del conglomerato all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura della superficie stradale (misurata in una zona vicina ma non interessata dai lavori) sia inferiore a 10° C

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli metallici con massa non superiore a 140 kN e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il

raggiungimento delle massime densità ottenibili. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 100 kN per le operazioni di finitura dei giunti e riprese. Gli strati eventualmente compromessi (che presentano ad esempio: anomalie di stesa o di compattazione, perdite di materiale, giunti longitudinali o giunti trasversali di ripresa mal eseguiti, aperti o sgranati) devono essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Impresa; il verificarsi di tali eventi comporterà comunque l'applicazione di penali come previsto al successivo Art. 33.7

Al termine della compattazione lo strato deve avere una percentuale assoluta dei vuoti compresa tra il 20% e 25% valutata con i dati del giorno ((densità massima della miscela - Gmm), o in mancanza dei dati di controllo di cantiere o nei casi controversi, con il valore di progetto. In caso di contestazione la percentuale dei vuoti verrà determinata secondo la UNI EN 12697-8).

o in mancanza dei dati di controllo di cantiere o nei casi controversi, con il valore di progetto. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 33.7

12.4.3 Prescrizioni progettuali

- **Percentuale di frantumato nella miscela inerti superiori a 2 mm.**

Per le miscele : 100% di inerte frantumato (*).

(*) Per inerte frantumato si intende un inerte che non abbia nessuna faccia arrotondata.

Considerata l'eterogeneità della natura mineralogica di provenienza (silicea, calcarea, ecc.) dei materiali alluvionali, la percentuale di impiego nelle miscele superficiali sarà concordata di volta in volta con la Direzione Lavori

- **Percentuale di frantumato nella miscela inerti inferiori a 2 mm.**

Per le miscele : 100% di inerte frantumato (*).

(*) Per inerte frantumato si intende un inerte che non abbia nessuna faccia arrotondata.

- **Prova Los Angeles**

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2) deve essere $\leq 18\%$ in peso.

- **Sensibilità al gelo**

La sensibilità al gelo eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1367-1), in riferimento alla perdita di massa, deve essere $< 1\%$.

In riferimento alla perdita di resistenza all'abrasione, il valore deve essere $< 20\%$.

- **Valore di levigabilità VL (norma UNI EN 1097-8) e VLmix**

Il valore di VL, misurato per ogni pezzatura utilizzata (UNI EN 1097-8), con esclusione delle sabbie, deve risultare ≥ 40 (prescrizione minima sul materiale).

Il valore del VL medio di riferimento, denominato VLmix, calcolato come di seguito specificato, della miscela inerti ≥ 5 mm deve essere ≥ 46 (prestazione sulla miscela degli inerti)

Il valore VLmix degli inerti viene ricavato dagli elementi uguali o superiori a 5 mm per ciascuna pezzatura impiegata ad esclusione delle sabbie.

Calcolo del valore VLmix :

- a) Si misurano le MVA (massa volumica apparente) di tutte le pezzature, ad esclusione delle sabbie.
- b) La somma delle percentuali di impiego, per la costruzione della curva granulometrica di progetto, di ogni singola pezzatura viene riportata a 100%, in quanto mancanti del passante al 5 mm.
- c) Le nuove percentuali di impiego vengono trasformate in percentuali volumetriche utilizzando le MVA (vedi punto a) e riportate anch'esse a 100%;
- d) Il valore VLmix viene calcolato dalla somma del prodotto diviso per 100 della percentuale volumetrica di ogni pezzatura (comprese la sabbia) utilizzata per il relativo valore di VL.

- ***Coefficiente di imbibizione***

Il Coefficiente di imbibizione (CNR fascicolo IV/1953) eseguito sulle singole pezzature deve essere $\leq 0,015\%$ in peso.

- ***Coefficiente di forma***

I coefficienti di forma "SI" (UNI EN 933-4) e di appiattimento "FI" (UNI EN 933-3) dovranno essere per tutti gli strati minori o uguale al 10%.

- ***Equivalente in sabbia***

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature fini, deve essere per tutti gli strati $> \square\square 70\%$ (UNI EN 933-8).

- ***Spogliamento in acqua***

Per lo strato di usura lo spogliamento in acqua a 40 °C (con eventuale dopes di adesione) deve essere 0% (CNR 138/92). In casi particolari, cioè in presenza di inerti ad elevata acidità, la D.L. si riserva sistemi di indagine più approfonditi.

- ***Additivi***

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti, rocce sintetiche o artificiali, devono soddisfare i seguenti requisiti:

- Il potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5 il ΔPA deve essere $> 5^\circ C$ (UNI EN 13179-1).
- alla prova granulometrica i passanti in peso devono soddisfare i seguenti limiti minimi:
 - Setaccio UNI 0,40 - Passante in peso per via umida 100%
 - Setaccio UNI 0,18 - Passante in peso per via umida 90%
 - Setaccio UNI 0,075 - Passante in peso per via umida 80%.
 - Della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio 0,075 mm più del 50% deve passare allo stesso setaccio anche a secco
- L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (UNI CEN ISO/TS 17982-12).

- ***Argilla espansa – Resistenza del granulo allo schiacciamento (UNI EN 13055-2)***

usura drenante : argilla espansa strutturale pezzatura 7/15 > 3,5 MPa
 usura drenante strutturale : argilla espansa strutturale pezzatura 7/15 > 3,5 MPa

12.4.4 Miscela

Le miscele devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).

Serie setacci UNI EN 933-1	Drenante	Drenante strutturale
20	100	100
14	88 - 100	85 - 94
10	37 - 60	38 - 53
6,3	5 - 19	13 - 26
2	4 - 10	8 - 15
0,5	4 - 8	6 - 12
0,25	4 - 8	6 - 10
0,063	4 - 8	4 - 8
Spessore (cm)	4-5	4-5

- **Bitume**

La percentuale di bitume in peso riferita al peso degli aggregati, del tipo descritto nell'art. 33.1.4., tab. 4, deve essere compresa nei seguenti intervalli:

Strato di Drenante- Drenante strutturale : 5,0% - 6,0%.

Nel caso di impiego di inerti particolarmente porosi la percentuale massima di bitume può essere incrementata.

- **Fibre (minerali o miste)**

Mediante idonee apparecchiature la miscela deve essere additivata con fibre di natura minerale (vetro) o miste (vetro + agglomerante) in percentuale compresa tra 0,3% e 0,5% in peso di fibra riferito agli inerti (Art. 33.1.8.1.).

- **Requisiti di idoneità**

Prove volumetriche e meccaniche

La miscela di Progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (UNI EN 12697-31/2004).

Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi gradatamente della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall. Per tutte le miscele la Massa Volumica Apparente (peso di volume) viene misurata geometricamente.

Pressa giratoria

CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione : $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$

Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale ,KPa : 600

Dimensioni provino, mm : 100

DRENANTE	DRENANTE STRUTTURALE
10 rotaz: % vuoti ≥ 28	10 rotaz: % vuoti ≥ 25
50 rotaz: % vuoti ≥ 23 (*)	50 rotaz: % vuoti ≥ 20 (*)
130 rotaz: % vuoti ≥ 20	130 rotaz: % vuoti ≥ 18

Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale, compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria", devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (UNI EN 12697-23/2006):

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Miscela	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²
Drenante	0,38 - 0,56	> 20
Drenante strutturale	0,40 - 0,60	> 22

Prova Marshall

I provini devono essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e costipato senza alcun ulteriore riscaldamento alla temperatura prescritta della norma UNI EN 12697-34/2004.

Alla stesa deve essere rilevata la temperatura di compattazione della miscela e se questa dovesse risultare inferiore a quanto previsto dalle NTA, sulla tratta interessata, devono essere eseguite prove atte al rilevamento del grado di addensamento raggiunto dalla pavimentazione.

Per l'applicazione delle penali si rimanda a quanto prescritto dall'art. 33.7.

I valore della stabilità Marshall (UNI EN 12697-34/2004) eseguita a 60° C su provini costipati alla temperatura prescritta dalla Norma UNI EN 12697-34/2004 con 50 colpi di maglio per faccia, il Modulo di Rigidezza Marshall e la percentuale dei vuoti in volume (UNI EN 12697-8/2003) deve risultare:

	Drenante, e Drenante Strutturale
Stabilità Marshall daN	≥ 400
Modulo di Rigidezza daN/mm	≥ 150
Vuoti residui in volume %	≥ 23

Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante il sistema Marshall devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale (UNI EN 12697-23)) alle temperature di 10, 25 e 40 °C.

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

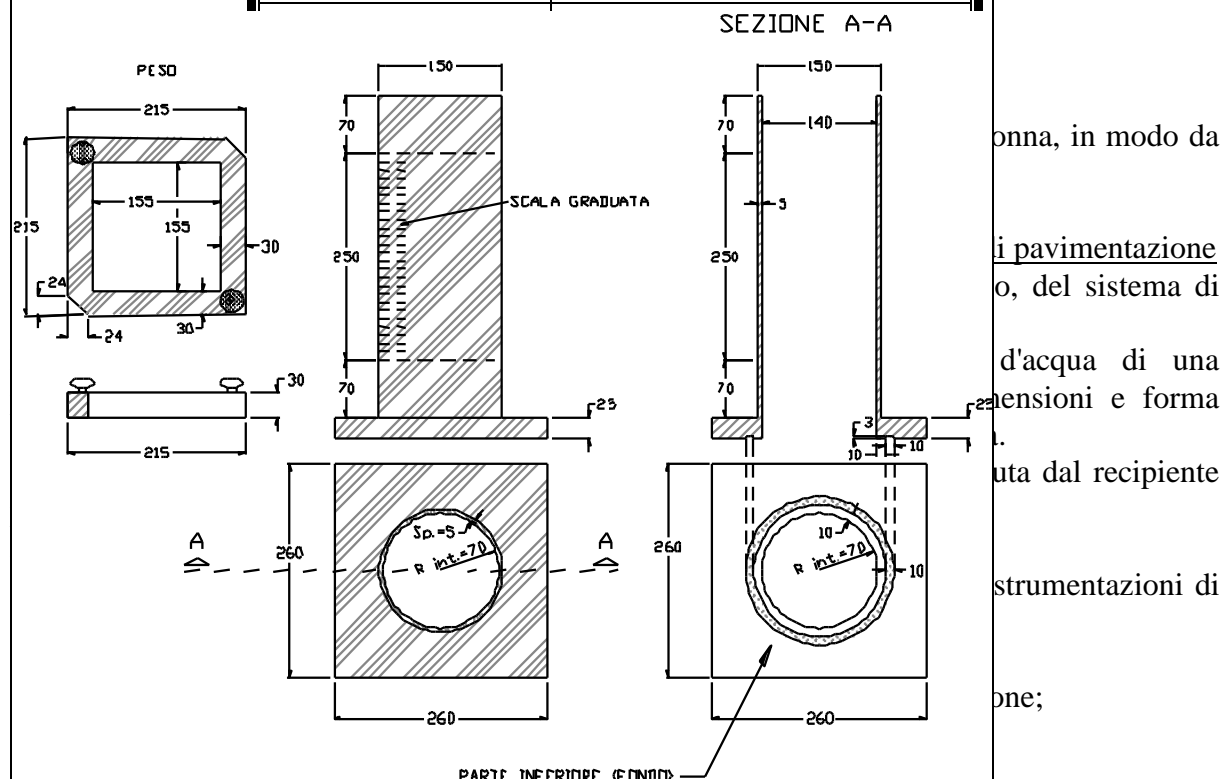
T °C	Drenante, Drenante strutturale	
	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²
10	0,70 ÷ 1,00	≥ 70
25	0,25 ÷ 0,40	≥ 30
40	0,1 ÷ 0,2	≥ 15

Capacità drenante

La capacità drenante media eseguita in sito è misurata con permeabilmetro a colonna d'acqua o con permeabilmetro installato su mezzo ad alto rendimento, entro 14 gg dall'apertura al traffico.

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Miscela	Capacità drenante (litri/min.)
Drenante	≥ 20 ÷ 30



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, esclusa quella di prova, si spalma accuratamente il silicone, sigillando 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 dm^3 nota) e l'intervallo di tempo trascorso (in minuti) rappresenta la capacità drenante espressa in dm^3/min .

Il valore singolo è ricavato dalla esecuzione di due prove distanti 1 metro (mediandone i due valori).

RISULTATI DELLE PROVE

Il valore di permeabilità - capacità drenante viene espresso in lt/min come valore medio (M) delle due prove effettuate nel punto della pavimentazione in esame, $M + 20\%M$ rappresenta l'intervallo di capacità drenante entro cui devono cadere le due prove per poter essere ritenute valide.

Caratteristiche di fono-assorbenza

La fono-assorbenza deve essere misurata in sito mediante metodo dell'impulso riflesso eseguito con il veicolo RIMA, dopo il 15° giorno della stesa delle miscele, i valori dei coefficienti di fono-assorbenza α devono essere quelli riportati in tabella, per almeno 5 delle 8 frequenze indicate:

Miscele	Frequenza (Hz)							
	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
Drenante + Drenante strutturale	$\alpha \geq 0,10$	$\alpha \geq 0,13$	$\alpha \geq 0,15$	$\alpha \geq 0,21$	$\alpha \geq 0,32$	$\alpha \geq 0,33$	$\alpha \geq 0,27$	$\alpha \geq 0,26$

In via sperimentale potranno essere effettuate misure di rumore emesso al rotolamento ERNL (Evaluated Road Noiseness Level) basate sulla microprofilo delle superfici secondo la formula

$$\text{ERNL} = 60 + 0,39 \times \text{LT80} - 0,13 \times \text{LT5} \quad (\text{dB(A)})$$

12.5 Trattamenti superficiali d'irruvidimento

12.5.1 Microtappeti a freddo (tipo Macro Seal)

- **Descrizione**

Il microtappeto a freddo è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita.

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con un bitume modificato ed emulsionato.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con una apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

- **Inerti**

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

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

Per l'aggregato grosso devono essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava, con perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2/1999), minore del 18%; inoltre il valore di levigabilità VL determinato su tali pezzature deve essere maggiore od uguale 46 (UNI EN 1097-8/2001), la porosità minore od uguale a 1,5% (CNR B.U. n. 65 del 18.05.1978), la quantità di frantumato deve essere 100%, il coefficiente di imbibizione $< 0,015$ (CNR Fasc.IV/1953), i coefficienti di forma "SI" (UNI EN 933-4/2001) e di appiattimento "FI" (UNI EN 933-3/2004) dovranno essere minori o uguali al 10%, la sensibilità al gelo minore od uguale a 20% per la perdita in resistenza (UNI EN 1367-1/2001) e $< 1\%$ perdita in massa (UNI EN 1367-1/2001), lo spogliamento in acqua a 40 °C deve essere 0% (CNR 80/80).

L'aggregato fino deve essere composto da sabbie provenienti di frantumazione.

La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione dovrà essere al 100%.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi da cui è ricavata per frantumazione la sabbia deve avere alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2/1999), eseguita su granulato della stessa provenienza, perdita in peso non superiore al 25%.

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate ai setacci ISO 3310 con apertura maggiore di 2 mm non deve superare, nella curva granulometrica finale, il 10% in peso, quando le stesse sabbie provengono da rocce aventi un valore di VL minore od uguale a 43.

L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due deve essere maggiore od uguale a 70% (UNI EN 933-8).

- **Additivi**

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 325); gli additivi impiegati devono soddisfare i requisiti richiesti all'art. precedente punto 33.3.6.10.

- **Miscela**

Le miscele devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati in funzione dello spessore finale richiesto:

Spessore minimo	9 mm	6 mm	4 mm
Setacci Serie UNI-EN 933/1			
14 passante %	100	100	100
10 “ “	90-98	91-97	100
6,3 “ “	72-87	72-88	100
4 “ “	52-73	53-74	84-100
2 “ “	36-54	35-54	60-84
0,5 “ “	16-30	16-30	24-40
0,125 “ “	6-14	6-15	8-16
0,063 “ “	4-10	4-11	6-11

Miscela con spessori finali diversi devono essere concordate di volta in volta con la D.L.

- **Malta bituminosa**

Il legante bituminoso deve essere costituito da un bitume modificato ed emulsionato al 60% a rottura controllata, modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsione (art. 33.1., tab. 5).

Per la realizzazione dell'emulsione si dovrà esclusivamente impiegare bitume di tipo “F” (Art. 33.1.5., tab. 1).

Devono essere impiegati additivi chimici per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione.

Il loro dosaggio, ottimizzato con uno studio di laboratorio, deve essere in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

- **Composizione e dosaggi della miscela**

La malta bituminosa deve avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo		9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta	Kg/m ²	13-20	8-14	6-10
Dimensione max inerti	mm	10-12	7-9	5-6
Contenuto di bitume modificato residuo, % in peso sugli inerti	%	5-7,5	6-8	7-10

- **Acqua**

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo deve essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche e qualsiasi altra sostanza nociva.

- **Confezionamento e posa in opera**

Il confezionamento dell'impasto deve essere realizzato con apposita macchina impastatrice-stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

- Serbatoio dell'emulsione bituminosa
- Tramoggia degli aggregati lapidei
- Tramoggia del filler

- Dosatore degli aggregati lapidei
- Nastro trasportatore
- Spruzzatore dell'emulsione bituminosa
- Spruzzatore dell'acqua
- Mescolatore
- Stenditore a carter

Le operazioni di produzione e stesa devono avvenire in modo continuo, connesso alla velocità di avanzamento della motrice, nelle seguenti fasi:

- ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore
- aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo
- miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità
- aggiunta dell'emulsione bituminosa
- miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto
- colamento dell'impasto nello stenditore a carter
- distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento.

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si deve procedere ad una energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o a mezzo di mezzi meccanici: tutti i detriti e le polveri devono essere allontanati. In alcuni casi, a giudizio della D.L., si dovrà procedere ad una omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

In particolari situazioni la D.L. potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del microtappeto a mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 Kg di sabbia per m² di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati.

Al termine delle operazioni di stesa il microtappeto deve presentare un aspetto superficiale regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa venga leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura deve essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

La produzione o la posa in opera del microtappeto deve essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 15°C ed in caso di pioggia.

12.5.2 Microtappeti a freddo (Tipo Macro Seal) fibro rinforzati

• Descrizione

Il microtappeto fibrorinforzato a freddo è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita additivata con fibre minerali (art. 33.1.8.2., tab. 2) da impiegare in zone soggette a forti sollecitazioni superficiali e trasversali (curve, salite, ecc.).

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con un bitume modificato ed emulsionato.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con una apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

- ***Inerti***

Valgono le prescrizioni art. 33.5.1.2

- ***Additivi***

Valgono le prescrizioni art. 33.5.1.3

- ***Miscela***

Valgono le prescrizioni art. 33.5.1.4

- ***Fibre minerali***

Mediante idonea apparecchiatura la malta bituminosa deve essere additivata con fibre minerali in percentuali in peso riferite agli inerti variabili tra lo 0,6% e 1,0 %.

- ***Malta bituminosa***

Valgono le prescrizioni art. 33.5.1.5.

- ***Composizione e dosaggi della miscela***

La malta bituminosa deve avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo		9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta	Kg/m ²	13-20	8-14	6-10
Dimensione max inerti	mm	10-12	7-9	5-6
Contenuto di bitume modificato residuo, % in peso sugli inerti	%	5-7,5	6-8	7-10
Dosaggio fibre minerali, riferite agli inerti	%	0,6-1,0	0,6-1,0	0,6-1,0

- ***Acqua***

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo deve essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche e qualsiasi altra sostanza nociva.

- ***Confezionamento e posa in opera***

Vedi punto 33.5.1.8.

12.5.3 Trattamento superficiale di irruvidimento (mono strato mono granulare) con resina bicomponente ed inerti ad elevata rugosità ed alta resistenza all'abrasione

- ***Descrizione***

Il trattamento consiste nell'operazione di irruvidimento del manto stradale da effettuare con inerti di elevate caratteristiche di resistenza all'abrasione ed all'urto, tramite resina bicomponente da applicare sulla pavimentazione preesistente.

- ***Materiali inerti***

L'inerte di tipo naturale o artificiale deve essere privo di materiali rigonfianti e preventivamente approvato dalla D.L., e rispondere ai seguenti requisiti:

- la perdita alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2) deve essere minore od uguale a 22%;
- il valore di levigabilità VL. (UNI EN 1097-8) deve essere maggiore od uguale a 52.

- **Legante**

Il legante deve essere una resina bicomponente (Art. 33.1.4, tab. 5); i due componenti devono essere miscelati nel rapporto 2:1 in peso al momento dell'impiego e lavorati a temperature adeguate.

- **Posa in opera**

Preventivamente la superficie della strada deve essere vigorosamente spazzolata, per togliere la polvere e qualsiasi corpo estraneo. Inoltre non devono essere presenti macchie di umidità sulla superficie, eventualmente da rimuovere mediante getto d'aria calda.

Eventuali presenze d'olio sulla superficie stradale devono essere rimosse usando una soluzione detergente, seguita da un risciacquo con acqua pulita.

Le strisce esistenti della segnaletica orizzontale, di materiale termoplastico, devono essere asportate mediante irradiazione e/o bocciardatura.

Prima dell'esecuzione del trattamento (soprattutto in galleria) va eseguito un controllo sulla superficie da trattare per verificare che non ci siano macchie d'acqua che devono venir rimosse con getto d'aria calda.

I due componenti della resina devono essere portati a temperature idonee per facilitarne lo spruzzaggio, secondo le prescrizioni del fornitore.

La resina deve essere spruzzata sulla superficie stradale tramite un sistema a bassa pressione controllato elettronicamente che consenta un continuo monitoraggio dei parametri di miscelazione dei due componenti e quello di stesa da parte dell'operatore e che indichi istantaneamente con segnale sonoro e visivo la presenza, e la possibile causa, di una anomalia nel circuito.

Il rapporto stechiometrico deve essere mantenuto entro una tolleranza dell'1 % (espressa come percentuale del volume totale); il sistema di miscelazione dinamico e statico, deve garantire una perfetta uniformità di miscelazione dei due componenti la resina, miscelandoli intimamente.

Il sistema computerizzato di controllo deve essere in grado di fornire alla D.L. uno stampato per la determinazione delle quantità di materiale impiegato.

Sulla macchina spruzzatrice deve essere presente un serbatoio aggiuntivo di prodotto atto al lavaggio del circuito di spruzzatura che garantisca una perfetta pulizia delle parti interessate senza disperdere nell'ambiente i prodotti di lavaggio.

Le quantità espresse in kg/m² di resina e di graniglia da applicare sulle pavimentazioni sono in funzione del piano di posa interessato e della granulometria della graniglia da utilizzare e devono essere comprese nei seguenti limiti:

	RESINA Kg/m ²	GRANIGLIA (dopo pulizia) Kg/m ²
Granulometria ¾ mm:	0.9÷3.0	5÷10
Granulometria 2/3 mm:	0.7÷3.0	4÷9

N.B.: Le quantità dei materiali impiegati dovranno essere approvate dalla D.L. in funzione della tessitura superficiale della pavimentazione. La graniglia deve essere distribuita accuratamente attraverso una idonea attrezzatura approvata dalla D.L. I pneumatici del veicolo per la graniglia devono essere di larghezza adeguata per prevenire una eccessiva

concentrazione del carico del mezzo sulla superficie trattata. Il veicolo spandigraniglia deve avere la possibilità di controllare e variare la quantità della graniglia distribuita.

- ***Irruvidimento con macchina pallinatrice***

Le superfici con ridotto CAT possono essere riportate a valori superiori con irruviditici a secco denominate pallinatrici che non lasciano superfici trattate con striature orientate in senso longitudinale e trasversale, per non incrementare il rumore di rotolamento e non creare l'effetto rotaia. I pallini proiettati dalla macchina vanno recuperati per aspirazione e reimpiegati previa eliminazione delle particelle distaccate dai manti stradali, in modo da incrementare comunque i valori di HS ed ottenere il massimo incremento possibile per il CAT, in relazione al tipo di miscele presenti nel punto trattato.

12.6 Controlli prestazionali e relative penali

Per i materiali di fondazione (non legati e legati) e per i bitumi, se non c'è il raggiungimento delle prestazioni richieste, verranno applicate le penali definite negli specifici articoli e qui di seguito richiamate in modo sintetico. (L'omissione in questo articolo di alcune penali riportate in altre parti delle presenti NTA non ne elimina la validità).

Se sullo stesso manufatto si verifica la concomitanza di più penali per diversi motivi il massimo tetto, comunque non superabile, sarà del 50% (cinquantapercento). In questi casi ci si riserva in alternativa la facoltà di rifacimento a cura e spese dell'Impresa.

	REQUISITI	ARTICOLO	PENALI
Conglomerati : Durata a fatica	Non inferiore a quella del c.b. di riferimento	Art. 31.2.1.3 Art. 31.6.2.1	10%
Conglomerati : Caratteristiche della Miscela	Non inferiore a quelle prescritte	Art.31.2.1 Art. 31.6.2.2	10%
Conglomerati : Posa in Opera		Art.31.3.5 Art. 31.4.2.5. Art. 31.6.2.3	5%
Portanza : Fondazione non legata (Modulo Elastico E)	$E > 1850 \text{ daN/cm}^2$	Art. 29.5.	10%
Portanza : Fondazione (o sottobase) a legante idraulico o equiparata (Modulo Elastico E)	Moduli secondo Fig. 1	Art. 30.1.7.	10 - 20%
Qualità dei Bitumi	Caratteristiche varie	Art. 31.1.1.3	10%
Usure Drenanti Fonoassorbenti : Capacità drenante	Permeabilità inferiore a quella prescritta	Art. 31.4.4.3.6	10%
Usure Drenanti Fonoassorbenti : Coefficiente di Fonoassorbimento	Valori di \square secondo frequenze	Art. 31.4.4.3.8	2% (*)

(*) Per ogni valore non raggiunto (detrazione massima 6%)

Altre penali sono presenti nei relativi articoli, come per esempio quella della segnaletica ad alta retro riflessione (v. art. specifico).

Dettagliamo nel seguito le altre prestazioni richieste, misurate con i mezzi ad Alto Rendimento della Committente (le prove potranno essere effettuate anche da “terzi”, su specifiche fornite dalla committente) e le penali conseguenti per il non raggiungimento delle suddette.

12.6.1 Controlli ad alto rendimento: Tutti i tipi di conglomerato bituminoso

- **Portanza: Requisiti**

Per quanto riguarda invece le caratteristiche strutturali degli strati in conglomerato bituminoso messi in opera, il parametro di riferimento è il modulo elastico che sarà ricavato interpretando una serie di misure di deflessione dinamica effettuate con apparati di tipo F.W.D (le prove potranno essere effettuate anche da “terzi”, su specifiche fornite dalla committente); per l'interpretazione delle misure di deflessione, è necessario conoscere gli spessori degli strati in conglomerato bituminoso della pavimentazione che verranno rilevati a cavo aperto dalla D.L. e/o potranno essere ricavati mediante una opportuna campagna di carotaggi successiva da eseguire con un passo non inferiore a 500 m.

Per una maggiore precisione nella determinazione degli spessori, tale campagna di carotaggi potrà essere integrata dal rilievo in continuo, mediante radar, della stratigrafia della pavimentazione eseguito con l'apparecchiatura ad alto rendimento denominata ARGO.

Per la valutazione del modulo medio complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume (spessore complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume ≥ 10 cm), le prove di deflessione dinamica avverranno su pavimentazioni nuove o con il pacchetto degli strati legati a bitume completamente rinnovato.

Le prove di deflessione dinamica saranno eseguite sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 10° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato e prima dell'apertura al traffico.

Le prove di deflessione dinamica verranno interpretate per il calcolo del valore del modulo elastico mediante il programma “BACAN” (che verrà utilizzato dalla committente interpretando anche prove deflettometriche effettuate da “terzi”) ed il valore dovrà essere riportato alla temperatura di riferimento del conglomerato di 20°C. secondo curve di correzione proposte dalla committente.

Le prove dinamiche tipo F.W.D./H.W.D. non saranno eseguite con temperature superficiali della pavimentazione oltre i 30°C. Le misure di F.W.D./H.W.D. verranno effettuate al massimo ogni 50 mt di corsia per aver a disposizione un campione di dati di ampiezza statisticamente accettabile, eccezionalmente, per motivi operativi e di interferenza con il traffico, l'intervallo tra le prove potrà essere esteso fino ad un massimo di 100 mt. Per ciascuna tratta con tipo di intervento omogeneo, il numero di prove da eseguire, perché il campione abbia una ampiezza statisticamente accettabile, non deve essere inferiore a 20, qualsiasi sia la sua lunghezza. Per la valutazione delle caratteristiche strutturali si farà riferimento al valore medio del modulo espresso in daN/cm², ricavato dai moduli risultanti dalle misure puntuali di F.W.D./H.W.D., relativo a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 4 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione “normale”. Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al “BACAN”.

- **Portanza: Penali**

In funzione del valore medio del modulo dello strato o del pacchetto di strati soggetto a prova, lo strato od il pacchetto interessato e tutti gli strati sovrastanti verranno penalizzati degli importi elencati nella seguente tabella :

MODULO DI ELASTICITÀ (E) dello Strato o del Pacchetto di strati legati a bitume soggetti a prova (daN/cm ² a 20°C)	PENALITÀ per lo strato o pacchetto di strati soggetti a prova ed eventuali strati sovrastanti
$E > 150000$	Detrazione del 15%
$120000 \leq E \leq 150000$	Detrazione del 10%
$55000 \leq E < 120000$	Prestazione valida
$45000 \leq E < 55000$	Detrazione del 10%
$35000 \leq E < 45000$	Detrazione del 20%
$30000 \leq E < 35000$	Detrazione del 50%

Nel caso in cui il modulo riscontrato risulti inferiore ai 30000 daN/cm² il lavoro non sarà considerato accettabile, e la D.L., anche tenendo conto dell'estensione e della distribuzione delle tratte omogenee carenti potrà richiedere il suo rifacimento a completa cura e spesa dell'Appaltatore.

• **Aderenza e Macrotessitura: Requisiti**

Nei tappeti e/o trattamenti superficiali dovranno essere realizzati valori di aderenza e tessitura granulometrica superficiale (macro - tessitura) idonei in rapporto a:

- A. I tipi di materiale e/o trattamenti usati per l'esecuzione dello strato superficiale;
- B. Le condizioni plano - altimetriche del tracciato in ogni suo punto;
- C. Il tipo di traffico prevalente e la sua intensità.

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM o SUMMS (Norma CNR B.U. n° 147 del 14.12.92 - la relazione tra il valore CAT qui prescritto, denominato CAT_{aut} , e quello definito dalla norma CNR, denominato CAT_{cnr}, è : CAT_{aut} = CAT_{cnr} x 100) deve risultare superiore o uguale ai seguenti valori:

MATERIALE	CAT prescritto
Conglomerati bituminosi normali e speciali per usura (tipo CB, CBS, CBH)	58
Conglomerati bituminosi normali e speciali per binder (tipo CB, CBS, CBH): provvisori	45
Conglomerati bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)	55
Conglomerati bituminosi con inerti chiari e irradiati	55
Conglomerati bituminosi (tipo CB, CBS, CBH) con argilla espansa	60
Conglomerati bituminosi drenanti, drenanti strutturali (tipo CBD; CBDS)	53
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 9 mm	62
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 6 mm	62
Trattamenti superficiali con leganti sintetici (Italgrip - tipo TSS)	72

Inoltre la tessitura geometrica (HS) intesa come macrotessitura superficiale misurata mediante il misuratore “mini texture meter” (WDM- TRRL) o mediante il SCRIM/SUMMS dovrà essere superiore o uguale ai seguenti valori:

MATERIALE	HS prescritto
Conglomerati bituminosi normali e speciali per usura (tipo CB, CBS, CBH)	0,3 mm
Conglomerati bituminosi normali e speciali per binder (tipo CB, CBS, CBH): provvisori	0,2 mm
Conglomerati bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)	0,4 mm
Conglomerati bituminosi con inerti chiari e irradiati	0,5 mm
Conglomerati bituminosi (tipo CB, CBS, CBH) con argilla espansa	0,3 mm
Conglomerati bituminosi drenanti, drenanti strutturali (tipo CBD; CBDS)	0,8 mm
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 9 mm	0,6 mm
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 6 mm	0,5 mm
Trattamenti superficiali con leganti sintetici (Italgrip - tipo TSS)	0,8 mm
Trattamenti di irruvidimento con sistemi meccanici:	
- All'esterno di gallerie e all'interno di gallerie con possibili ristagni d'acqua	0,5 mm
- All'interno di gallerie impermeabilizzate	0,4 mm

Le misure di CAT e HS interesseranno almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere effettuate in un periodo di compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, ad eccezione dei conglomerati bituminosi drenanti per i quali le misure dovranno essere effettuate tra il 60° ed il 270° giorno dall'apertura al traffico.

Per quanto riguarda le misure di CAT e HS, effettuate con il SCRIM / SUMMS, dovrà essere rilevato almeno il 10% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m.) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; le misure di CAT e HS dovranno essere effettuate con un “passo di misura” di 10 m. e i valori misurati di CAT e HS potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m. per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici.

Per la valutazione delle caratteristiche di aderenza e macrotessitura superficiale si farà riferimento ai valori medi di CAT e HS, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m.) o dai valori già mediati ogni 50 mt, relativi a ciascuna “tratta omogenea” in cui è possibile suddividere la tratta misurata.

Per “tratte omogenee” si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione “normale”; i valori medi di CAT e HS ricavati per ciascuna tratta omogenea dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra 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 Committente analizzare entrambe le serie di misure per poi prendere in considerazione, per il confronto con le prescrizioni sopra riportate, i valori medi di CAT ed HS relativi alle tratte omogenee in condizioni peggiori.

Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di aderenza.

Per quanto riguarda le misure di HS eseguite con il “mini texture meter” il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando quattro strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm, preferibilmente ubicate nelle zone più

battute dalle ruote. Lo strumento fornisce valori di tessitura media ogni 10 m. ed ogni 50 m. lungo ogni strisciata longitudinale, pertanto, ai fini del controllo, dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media (una sola cifra decimale) dei quattro valori ottenuti ogni 50 m. (uno per ciascuna strisciata longitudinale).

• **Aderenza e Macrotessitura: Penali**

Qualora il valore medio di CAT o HS, come definito in precedenza per ciascuna TRATTA OMOGENEA (Misure SCRIM o SUMMS) o per ciascuna tratta da 50 m. (Misure di HS con “mini texture meter”), sia inferiore ai valori prescritti per ciascun tipo di pavimentazione, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono :

$$\text{CAT} = 40$$

HS = 0,25 mm (eccetto i binder provvisori per i quali vale il valore prescritto in tabella)

Qualora il valore medio di CAT o HS, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea (Misure SCRIM o SUMMS) o per ciascuna tratta da 50 m. (Misure di HS con “mini texture meter”), sia inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza a alla stesa di un nuovo strato; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare i/il valore deficitario al disopra della soglia di non accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni non si raggiungessero i valori prescritti, pur essendo i valori di CAT e HS al disopra dei valori inaccettabili, verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo.

• **Regolarità: Requisiti**

La regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, inferiore a 1,8 mm/m. nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata, inferiore a 2,0 mm/m. nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

A discrezione della Direzione Lavori potrà esser richiesto il rilevamento dell' Indice CP (Coefficiente di Planarità), calcolato a partire del profilo longitudinale della pavimentazione opportunamente filtrato per separare i diversi campi di lunghezze d'onda :

Campi di lunghezza D'onda	Intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata	Intervento limitato a una parte della carreggiata
Fino a 2,5 m. :	CP2,5 < 80	CP2,5 < 120
Da 2,5 m. a 10 m. :	CP10 < 160	CP10 < 240
Da 10 m. a 40 m. :	CP40 < 320 (valore consigliato)	CP40 < 480 (valore consigliato)

Queste prescrizioni valgono per :

– Conglomerati Bituminosi tipo CB, CBS, CBH

- Conglomerati Bituminosi rigenerati in sito
- Conglomerati Bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)
- Conglomerati Bituminosi con inerti chiari, irradiati
- Conglomerati Bituminosi tipo CB, CBS, CBH con Argilla espansa
- Conglomerati Bituminosi drenanti e drenati strutturali (tipo CBD, CBDS)

Le misure profilo longitudinale interesseranno almeno una corsia (marcia o marcia lenta), dovranno essere eseguite in un periodo di compreso tra il 4° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m.) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 20 m. a partire dal profilo longitudinale misurato; i valori degli indici CP2,5-CP10-CP40 verranno calcolati con un "passo" di 100 m., rispettivamente per i tre campi di lunghezze d'onda sopra definiti a cui corrispondono tre profili che si ottengono filtrando il profilo misurato.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 20 m.), relativi a ciascuna "tratta omogenea" in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per "tratte omogenee" si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale".

I valori medi di IRI ricavati per ciascuna tratta omogenea dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Nel caso in cui l'apparato di misura abbia rilevato l'Indice IRI su i due lati della corsia in esame è facoltà della Committente analizzare entrambe le serie di misure per poi prendere in considerazione, per il confronto con le prescrizioni sopra riportate, i valori medi di IRI relativi alle tratte omogenee in condizioni peggiori.

Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice CP, si farà riferimento ai tre valori CP2,5-CP10-CP40 per tratte da 100 m. di lunghezza: i valori dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

• **Regolarità: Penali**

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, o uno o entrambi i valori CP2,5-CP10 per tratte da 100 m., non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono :

IRI = 3,5 mm/m.

CP2,5 = 160

CP10 = 320

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, o uno o entrambi i valori CP2,5 e CP10 per tratte da 100 m., sia maggiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili sopra elencati, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza a alla stesa di un nuovo strato; il

nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

- **Regolarità dei giunti: Requisiti e penali**

La regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici in corrispondenza dei giunti di dilatazione degli impalcati da ponte dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione inferiore a 5,0 mm.

Le misure profilo longitudinale interessano almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere eseguite in un periodo di compreso tra il 15° e 180° giorno dell'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN. Le misure profilo longitudinale dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm e i valori dell'indice IRI verranno calcolati a partire da tale profilo con un "passo" di 5 m.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale dei giunti di dilatazione si farà riferimento ai valori dell'indice IRI nel cui intervallo di calcolo (L= 5 m.) si trova ad essere posizionato almeno un giunto; qualora tale parametro non soddisfi le condizioni richieste, il giunto di dilatazione, ricadente nel relativo intervallo di calcolo verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva del giunto anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

Il valore della soglia di non accettabilità è:

$$IRI = 7 \text{ mm/m.}$$

Qualora il valore di IRI, come definito in precedenza, sia maggiore o uguale al valore ritenuto accettabile sopra specificato, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa per tutta la sua larghezza ed al rifacimento del giunto di dilatazione; il nuovo giunto sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo ed agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

12.6.2 Controlli tradizionali: Tutti i tipi di conglomerati bituminosi

- **Durata a fatica**

Le prove di durata a fatica (norma UNI EN 12697-24 all.E) andranno svolte su provini cilindrici da pressa giratoria (150mm) e/o ottenuti da carotaggi (stesso diametro), in genere per i conglomerati bituminosi di base; potranno essere applicate anche ad altri tipi di conglomerati chiusi.

Le prove verranno effettuate con modalità brasiliana (trazione indiretta su provino appoggiato sul fianco).

Il risultato ottenuto in termini di numero di cicli alla temperatura di controllo di 10 °C su di un primo provino, dovranno essere superiori o uguali a quelli del materiale di riferimento rappresentato da una curva $\log N / \log \sigma$ alla stessa temperatura (Art. 33.2.1.3). Se non si otterrà questo risultato sul primo provino, la prova andrà ripetuta su un secondo; se si avrà per esso un risultato negativo (inferiore al riferimento) si applicherà la penale; se positivo si effettuerà una terza prova, che darà luogo alla penale se negativa.

In tale caso lo strato oggetto di prova (ed il pacchetto che lo ricopre) verrà penalizzato del 10% del suo costo : tale costo verrà determinato utilizzando la larghezza complessiva dello strato e la lunghezza della tratta messa in opera nella giornata in cui è stato steso il conglomerato sottoposto a prova di fatica.

- **Caratteristiche della miscela**

La non rispondenza (uno o più parametri non conformi) ai requisiti meccanici (Rt e CT), Volumetrici, Granulometrici e di Contenuto di Bitume (vedi Art. 33.2.1. e successivi) comporterà l'applicazione di una penale pari 10% del costo dello strato sottoposto a prova. Tale costo verrà determinato utilizzando la larghezza complessiva dello strato e la lunghezza della tratta messa in opera nella giornata in cui è stato steso il conglomerato sottoposto a prova.

- **Posa in opera della miscela**

Come specificato agli art. 33.3.5 e 33.5.2.5, la messa in opera di strati compromessi (che presentano ad esempio : anomalie di stesa o di compattazione, perdite di materiale, giunti longitudinali o giunti trasversali di ripresa mal eseguiti, aperti o sgranati) comporterà a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, in aggiunta alla rimozione e ricostruzione a cura e spese dell'Impresa, l'applicazione di una penale pari 5% del costo dello strato.

Tale costo verrà determinato partendo dalla larghezza complessiva dello strato e dalla lunghezza della tratta messa in opera nella giornata in cui è stato steso il conglomerato che presenta compromissioni, con detrazioni proporzionali alla diffusione dei difetti.

La D.L. rileverà per tutti gli eventi di questo tipo, i seguenti dati : ubicazione, tipo di lavorazione, data di messa in opera, tipo di difetto rilevato, almeno n.2 foto digitali dei difetti, costo di riferimento per la penale.

La D.L. valuterà l'applicazione delle penali, tenendo anche presente le segnalazioni dell'Impresa, trasmesse, relative ad eventi particolari, non riconducibili a responsabilità dell'Impresa, che hanno condizionato la buona riuscita dei Lavori (ad es. : incidenti, code, ordini della P.S., etc.).

- **Spessori: penali**

Lo spessore della pavimentazione dovrà corrispondere allo spessore di Progetto.

Esso verrà determinato su carote prelevate a questo fine (diametro 50 mm) o per altre valutazioni (diametri 100 o 150 mm). Su tali carote, prelevate casualmente dalla Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, sulla superficie di pavimentazione stesa tra due scambi di carreggiata, dovranno essere effettuate almeno 30 misure eseguite con le modalità qui di seguito descritte.

Per le carote da 50 mm vengono effettuate 2 misure diametralmente opposte, mentre per quelle da 100 o da 150 mm vengono effettuate 6 misure in corrispondenza degli estremi dei diametri presi ogni 60°. Dalla media M di tali misure si ricaverà il valore dello spessore della pavimentazione. La Direzione Lavori si riserva anche la possibilità di effettuare misure ad alto rendimento con macchine dotate di radar geotecnico, che fornirà automaticamente, con doppio passaggio, lo spessore medio della pavimentazione stesa.

L'accettazione della determinazione dello spessore della pavimentazione stesa dovrà scaturire dalle considerazioni sui principali parametri statistici relativi alla misura di grandezze fisiche qui di seguito riportati (UNI 4723-84).

Si dovrà determinare la media aritmetica M delle n misure xi, definita come la somma di tutte le osservazioni divisa per il loro numero, ed il loro scarto tipo "S", definito come la radice quadrata positiva della media (corretta) dei quadrati degli scarti di tutte le osservazioni (varianza) e fornito dall'espressione:

La media M delle misure dello spessore del singolo strato non dovrà essere inferiore ad un valore minimo stabilito come il 93% dello spessore di Progetto.

Singoli valori x_i potranno essere inferiori a tale minimo purché lo scarto tipo S delle misure non superi il 30% della loro media, e la differenza tra il valore massimo e minimo non superi il 20% del valore medio M .

Le misure che generano uno scostamento superiore ai suddetti valori vanno eliminate dal computo e va ripetuto il calcolo della nuova media da verificare con i criteri testé indicati.

Qualsiasi insufficienza di spessore di uno strato, valutabile nel fatto che M è inferiore al 93% dello spessore di Progetto, comporterà una penalità applicata alla superficie di pavimentazione a cui si riferiscono le misure, che normalmente è quella lavorata tra due scambi di carreggiata. Nessuna penalità verrà applicata se la media M è uguale o superiore al 93% dello spessore di Progetto, tranne il caso in cui il 90% delle misure x_i risultino di spessore compreso tra quello di Progetto ed il 7% in meno dello stesso; in tale circostanza verrà applicata una detrazione del 5% al prezzo di elenco.

Per una insufficienza di spessore presentata da valori di M appartenenti agli intervalli da 7% a <10%, da 10% a <20%, da 20% a < 40% saranno effettuate riduzioni del prezzo di elenco, relativo allo strato ed alle superfici coinvolte rispettivamente del 20%, del 35% e del 50%. ogni deficienza di spessore superiore al 40% comporterà il rifacimento e/o la ricopertura gratuita.

12.7 Controlli

12.7.1 Prestazioni di controllo da parte della committente

L'attività inerente i controlli sui progetti, sulle idoneità delle miscele e sui rilievi ad Alto Rendimento, si svilupperà nel seguente modo:

PROGETTO DELLE MISCELE

- Verifica inerti (tutti)
- Verifica bitumi (tutti)
- Verifica curve di progetto delle curve di progetto anche presso i cantieri e/o per lavorazioni sperimentali (tutte).

CONTROLLO LAVORI

- Verifiche volumetriche e compositive delle miscele con frequenza giornaliera per impianto di produzione
- Verifiche sui bitumi: settimanale oppure ogni 2500 m³ di stesa
- Misure ad alto rendimento (Aderenza, regolarità ecc.): almeno un passaggio.

Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle N.T.A. eseguiti dalle imprese esecutrici devono essere presentati alla Direzione Lavori per la verifica ed l'approvazione. L'impresa esecuttrice dei lavori di pavimentazione deve far pervenire a proprie spese, alla Direzione Lavori con congruo anticipo prima dell'inizio dei lavori, gli studi di progetto unitamente a tutti i componenti impiegati per la loro realizzazione (graniglie, sabbie, additivi, bitume ecc.).

LA Direzione Lavori provvederà ad eseguire per ciascuna miscela e su tutti i materiali presentati una serie di analisi finalizzate alla verifica dei dati progettuali e di idoneità.

Tutte le curve di progetto per i conglomerati bituminosi presentate dall'Impresa esecuttrice dei lavori devono essere verificate secondo l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (UNI EN 12697-31/2004).

Gli aggregati lapidei ed il bitume tal quale e/o modificato impiegati nelle lavorazioni devono essere prelevati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa esecuttrice dei lavori ed accompagnati da dettagliati verbali di prelievo.

Le quantità di materiali che devono pervenire presso il Laboratorio indicato dalla D.L., per i conglomerati bituminosi, devono essere le seguenti:

Inerti \leq 5 mm	: 40 Kg per ogni pezzatura. (sacchi da 20 Kg)
Inerti \geq 5 mm	: 60 Kg per ogni pezzatura. (sacchi da 20 Kg)
Filler	: 5 Kg
Bitume	: 10 Kg

13.SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE

13.1 Premessa

Nel presente Capitolato Speciale sono descritte le metodologie per l'esecuzione di tutte le opere, prestazioni e forniture che si renderanno necessarie per la realizzazione della segnaletica verticale ed orizzontale sulle autostrade e loro pertinenze.

La segnaletica autostradale verticale e orizzontale, regola il traffico a seconda delle diverse condizioni ambientali e planimetriche del tracciato, anche di notte e in condizioni climatiche avverse, contribuendo ad aumentare il livello di sicurezza e facilitando l'uso dell'infrastruttura e dei servizi da parte della clientela.

I progetti e la relativa esecuzione devono attenersi a quanto prescritto dal D. Lgs 30 aprile 1992, n° 285 (Nuovo Codice della Strada) e dal D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada), con le modifiche e integrazioni successivamente intervenute, dalle Circolari e Decreti Ministeriali vigenti in materia, nonché a quanto previsto nelle soluzioni segnaletiche di dettaglio, ed. gennaio 1996, approvate dal Ministero dei Lavori Pubblici, Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, con lett. prot. n° 575 del 4 marzo 1996 (lett. n° 247.0614.00 del 14 maggio 1996), al presente Capitolato Speciale e a quanto esposto dettagliatamente nei disegni di Progetto.

13.2Capo I – Segnaletica verticale

13.2.1 Produzione

La segnaletica verticale deve essere prodotta da costruttori in possesso di un Certificato di Conformità del prodotto finito rilasciato da un organismo di certificazione accreditato, come previsto nelle circolari del Ministero dei Lavori Pubblici n. 3652 del 17.06.1998 e n. 1344 del 11.03.1999; la data di rilascio di detto certificato non deve essere superiore a cinque anni all'atto di partecipazione alla gara e deve essere presentata nella sua stesura integrale.

13.2.2 Costruzione dei segnali

I pannelli facenti parte della fornitura devono essere realizzati secondo le seguenti caratteristiche.

- ***Forme e dimensioni dei segnali***

Tutti i segnali devono avere forme, dimensioni, colori, simboli e caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle norme citate in Premessa.

L'altezza dei caratteri alfabetici componenti le iscrizioni (vedi Allegato al D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495, Titolo II, tab. II 16 – Distanza di leggibilità in funzione dell'altezza delle lettere) deve essere tale da garantire una distanza di leggibilità non inferiore a 150 m.

- ***Supporto metallico***

Il supporto metallico dei cartelli deve essere in lamiera di ferro tipo P-AL 99,5, dello spessore 30/10 mm se la superficie della faccia anteriore del cartello è uguale o superiore a 2,00 m², mentre per i cartelli con superficie inferiore a 2,00 m² la lamiera di alluminio deve essere di uno spessore di 25/10 mm.

Qualora i cartelli siano formati da più pannelli, questi dovranno essere nel più basso numero possibile e di dimensioni compatibili con la reperibilità delle lamiere sul mercato.

Tali lamiere, dopo avere subito le necessarie lavorazioni meccaniche e rese scabre in superficie mediante vibratrice elettrica, dovranno essere sottoposte ai seguenti trattamenti di preverniciatura:

- sgrassatura mediante vapori di trielina o con bagno in soluzione alcalina per una durata di circa 15 min a temperatura di esercizio pari a circa 70 °C;
- lavaggio con acqua e trattamento cromatante o fosfocromatante per un tempo sufficiente a depositare un rivestimento avente un peso compreso tra 105 e 375 mg/ m² (valore medio ottimale 270 mg/ m²) secondo la norma UNI 9921;
- lavaggio con acqua a perdere e passaggio in forno per essiccazione a temperatura compresa tra +60 e +70 °C;

Trattamenti sostitutivi potranno essere eseguiti dopo preventivo esame e conseguente autorizzazione da parte della Direzione Lavori.

- ***Rinforzo perimetrale del cartello***

Il rinforzo perimetrale deve essere ottenuto mediante piegatura a scatola dei bordi del cartello che non dovranno essere inferiore a 10 mm, eccezione fatta per i dischi.

- ***Congiunzioni dei pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni***

Tali congiunzioni si devono ottenere con l'apposizione, lungo i lembi contigui dei pannelli, di angolari in anticorodal, spessore 3 mm sia in senso orizzontale che verticale saldato come descritto all'art. 35.2.2.5.

Tale angolare deve essere opportunamente forato e munito di un numero di bulloncini di acciaio inossidabile da 1/4" sufficiente ad ottenere il perfetto accostamento dei lembi dei pannelli.

- ***Traverse di rinforzo***

Il rinforzo sul retro del cartello deve essere costituito da traverse orizzontali o verticali in alluminio, saldate elettricamente, per punti, al cartello.

Dette traverse devono essere dello spessore di 3 mm, piegate a C con le dimensioni di 56x30x15 mm se la misura del cartello, presa normalmente alle traverse, è \geq di 500 mm. Se la

misura del cartello è < di 500 mm le traverse a C devono essere di 45x17x12 mm e su queste non è previsto l'uso delle traverse di irrigidimento in ferro di cui all'art. 35.2.2.7.

La distanza in asse fra due traverse e quella dal bordo del cartello, non deve superare rispettivamente 500 mm e 250 mm.

I cartelli devono avere non meno di due traverse.

La lunghezza della traversa deve essere pari a quella del cartello meno 70 mm per lato. Per i segnali di direzione la lunghezza delle traverse deve essere determinata posizionandole ad una distanza dal lato verticale uguale o minore di 70 mm fino a lambire i lati obliqui della punta della freccia.

- ***Saldatura elettrica per punti***

La saldatura deve essere effettuata con puntatrice elettrica (la distanza massima fra due punti deve essere di 150 mm) su profilati ad omega in modo da non creare sbavature o altra disuguaglianza sulla superficie del cartello.

Utilizzando la traversa a C la distanza massima fra due punti di saldatura deve essere di 100 mm.

- ***Traverse di irrigidimento***

Le traverse di irrigidimento devono essere in ferro qualità UNI EN 10025 - S235JR, dello spessore minimo di 4 mm, piegate a C □ con le dimensioni di 50x25x18 mm,

Dette traverse, della lunghezza prescritta come art. 35.2.2.5, devono essere complete di staffe con attacco a morsetto per il collegamento alle traverse di rinforzo nella qualità necessaria.

Sia le traverse che i vari attacchi devono essere zincati a caldo per immersione come da art. 35.2.3.10.

- ***Attacchi***

Le traverse di rinforzo e le traverse di irrigidimento, in caso di loro utilizzo, poste sul retro del cartello devono portare i relativi attacchi speciali completi di morsetti, staffe o cravatte, bulloni con relative piastrine di ferro, rondelle e quanto necessita per l'adattamento ed il fissaggio ai sostegni ed alle intelaiature di sostegno, tali da non richiedere alcuna foratura del cartello e degli accessori.

Nel caso di installazione di due cartelli a facce contrapposte ad una stessa altezza sugli stessi sostegni, devono essere adottate staffe doppie.

Tutti i materiali ferrosi devono essere zincati a caldo per immersione, come da art. 35.2.3.10 delle presenti Norme.

- ***Verniciatura del cartello***

La verniciatura deve essere ottenuta mediante l'applicazione di una vernice a polvere a base di resine cotte al forno a temperatura di cottura 140 °C, spessore 25-35 mm, di colore grigio opaco, nella gradazione precisata dalla Direzione Lavori.

- ***Faccia anteriore del cartello***

Fondi, lettere, simboli e bordini di contorno dovranno essere eseguiti secondo quanto prescritto per ogni segnale e secondo le disposizioni progettuali:

- con pellicola non retroriflettente (PNR);
- con pellicola retroriflettente di classe 1 (CL1);
- con pellicola retroriflettente di classe 2 (CL2) o di classe 2 microprismatica (CL2-mp);
- con pellicola retroriflettente di classe 2 speciale microprismatica (CL2S-mp)
- con pellicola retroriflettente di classe 2 speciale microprismatica trattata con materiali atti ad evitare la formazione di condensa (CL2S-mp-a);
- con procedimento serigrafico (SER).

L'applicazione della pellicola al supporto metallico deve essere eseguita con l'adesivo presente nella pellicola stessa.

Possono essere utilizzate pellicole già colorate o pellicole bianche successivamente colorate mediante procedimento serigrafico. Gli elaborati progettuali conterranno la tipologia di pellicola da utilizzare.

Per i dischi ed i triangoli è da applicare pellicola a pezzo unico, intendendo con questa definizione un unico pezzo di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato con processo serigrafico; questo deve mantenere le proprie caratteristiche – colorimetriche e di rifrangenza - inalterate per un periodo uguale a quello previsto per la pellicola retroriflettente.

Nei cartelli di dimensioni superiori a 2 m² ognuna delle pellicole applicate sul cartello deve avere una superficie minima di 0,70 m².

Le caratteristiche colorimetriche, fotometriche e tecnologiche cui devono rispondere le pellicole retroriflettenti e le relative metodologie di prova alle quali devono essere sottoposte per essere utilizzate nella realizzazione della segnaletica stradale, sono stabilite dal Ministero dei Lavori Pubblici con D.M. del 31 Marzo 1995 n. 1584 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 106 del 9 Maggio 1995). Le pellicole microprismatiche devono in più avere caratteristiche prestazionali che soddisfino i requisiti della Norma Nazionale UNI 11122.

La Direzione Lavori può richiedere pellicole, con tecnologia microprismatica, ad altissima risposta luminosa con durata di 10 anni, munite di certificazione per la classe 2 ma aventi caratteristiche prestazionali superiori alle pellicole di classe 2 da utilizzarsi in specifiche situazioni stradali:

- segnaletica che per essere efficiente richiede una maggiore visibilità, rispetto alla classe 2, alle brevi, medie e lunghe distanze (segnaletica di cantiere);
- segnali posizionati in modo tale da renderne difficile la corretta visione e interpretazione da parte del conducente del veicolo;
- strade ad elevata percorrenza di mezzi pesanti;
- strade con forte illuminazione ambientale.

Possono essere utilizzate le pellicole di classe 2S-ms-a , trattate con materiali atti a evitare la formazione di condensa, qualora la Direzione Lavori lo ritenga necessario, in zone soggette a tale evento atmosferico. Dette pellicole debbono essere accompagnate da una relazione tecnica, relativa alla valutazione delle effettive proprietà anticondensa, rilasciata da un istituto di misura come previsto dal D.M. 31.03.1995.

Per la realizzazione dei cartelli contenenti il marchio TELEPASS o per quelli a fondo giallo della cantieristica deve essere utilizzata una pellicola di classe 2S-mp fluoro-rifrangente rispondente alle caratteristiche stabilite dalla norma UNI 11122 nel prospetto 2 (tabella 1) per il colore ed al prospetto A2 (tabella 2) per le caratteristiche fotometriche (coefficiente aerico di intensità luminosa).

Tabella 1 - Coordinate cromatiche e fattore di luminanza in condizioni diurne di pellicole microprismatiche fluoro-rifrangenti

Colore	Coordinate cromatiche				Fattore di luminanza β	
		1	2	3		4
Giallo	X	0,545	0,487	0,427	0,465	> 0,5
	Y	0,454	0,423	0,483	0,534	

Tabella 2 - Coefficiente di retroriflessione R' (cd/lux m²) minimo per pellicole microprismatiche fluoro-rifrangenti nuove

Angolo di osservazione α [°]	Angolo di illuminazione α_1 [°]	Giallo Fluo
0,33	5	180
1,0	5	21
1,5	5	9
0,33	20	144
1,0	20	18
1,5	20	7,8
0,33	30	99
1,0	30	12
1,5	30	5,4
0,33	40	18
1,0	40	2,0
1,5	40	1,0

- **Faccia posteriore del cartello**

Successivamente alla verniciatura come da art. 35.2.2.9, devono essere chiaramente indicati: la dicitura "autostrade//per l'italia S.p.A."; il marchio della Ditta che ha fabbricato il segnale e l'anno di fabbricazione nonché il marchio dell'Organismo di certificazione e il relativo numero del certificato di conformità di prodotto rilasciato. L'insieme delle predette annotazioni non deve superare la superficie di 0,02 m².

Per i segnali di prescrizione devono essere riportati inoltre, gli estremi dell'ordinanza di apposizione.

13.2.3 Costruzione delle strutture

- **Norme progettuali di riferimento**

Per la progettazione di tutte le opere in cemento ed in metallo deve assumersi come riferimento l'apposita normativa in materia.

Nella costruzione di profilati di acciaio formati a freddo, si devono rispettare le prescrizioni e tolleranze previste dalle norme UNI relative ai prodotti impegnati.

- **Sostegni per cartelli**

I sostegni devono essere in ferro tubolare qualità UNI EN 10025 - S235JR con le seguenti caratteristiche:

Diametro (mm)	Spessore minimo (mm)	Peso (Kg/ml)
48	2,5	2,79
60	3,2	4,19
90	4,0	8,39

Devono essere zincati a caldo per immersione, come da art. 35.2.3.10 delle presenti Norme; possono essere anche del tipo antirotazione o sagomati per l'ottenimento di uno sbalzo come indicato dai disegni tipo.

Ogni sostegno e controvento deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e recherà al piede un'asola per l'alloggiamento dello spinotto di ancoraggio al basamento di fondazione. Non deve essere eseguita alcuna saldatura su sostegni e controventi già zincati.

Il tipo di sostegno, le dimensioni e la loro eventuale controventatura devono essere indicati nei disegni di Progetto, fermo restando la responsabilità dell'Appaltatore in merito alla resistenza degli impianti.

La bulloneria impiegata deve essere rispondente alla Norma UNI 3740 classe 8.8.

- **Portali e strutture in acciaio**

I portali a cavalletto, a farfalla ed a bandiera devono essere realizzati con profilato tubolare in ferro qualità UNI EN 10025 - S275JR; esenti da difetti come bolle di fusione e scalfitture; tutti i collegamenti tra gli elementi prefabbricati devono essere realizzati mediante flange e devono essere riuniti in opera con bulloni.

Tutte le saldature necessarie per la realizzazione del traliccio devono essere esclusivamente del tipo a penetrazione e devono rispettare quanto previsto dalle norme UNI EN 1011-1.

La base del piedritto deve essere provvista di piastra per l'ancoraggio tra il traliccio metallico ed il basamento di fondazione la cui connessione deve essere effettuata con l'impiego di tirafondi, collegati tra di loro con una piastra, annegati nel plinto e completi di doppi dadi di contrasto.

Le piastre di collegamento tra il montante della struttura e quella di connessione con i tirafondi devono essere unite secondo le indicazioni di volta in volta indicate nel Progetto; il tipo di ferro impiegato deve essere della qualità EN 10025 – S275JR.

I tirafondi da annegare nel basamento in cls e da collegare con l'armatura devono essere in acciaio rispondenti alle prescrizioni della norma UNI EN ISO 3269.

L'acciaio in tondini per l'armatura dei plinti deve essere della qualità Fe B 44K.

L'altezza minima tra il limite inferiore dei cartelli ed il piano stradale deve essere di 5,20 m.

I portali devono essere zincati a caldo come previsto dall'art. 35.2.3.10 delle presenti Norme, così come i tirafondi e la contropiastra.

Le strutture verticali quali portali a cavalletto, a farfalla, a bandiera, ecc., devono essere realizzati secondo i disegni specifici esecutivi di Progetto.

Eventuali altre soluzioni progettuali devono essere approvate dalla Direzione Lavori.

- ***Strutture su pensiline***

I cartelli da posizionare al di sopra delle pensiline di stazione per segnalare le modalità di riscossione del pedaggio devono essere installati su apposite strutture le quali devono essere realizzate con ferro di qualità UNI EN 10025 - S235JR.

La bulloneria impiegata deve essere rispondente alla Norma UNI EN ISO 898-1.

Devono essere prodotti alla Direzione Lavori i calcoli statici e i disegni costruttivi di ogni singola struttura.

- ***Strutture per segnali su New Jersey***

I manufatti necessari per posizionare i segnali, fino ad una superficie di 0,810 m², sulle barriere di sicurezza New Jersey devono essere realizzati con una sella in ferro, qualità UNI EN 10025 - S235JR, di 5 mm che si adatti alla conformazione della barriera.

Nella testa della sella deve essere praticato un foro nel quale deve essere collocato un tubolare di 200 mm, di 76 mm di diametro, di 4 mm di spessore, alla cui estremità inferiore deve essere saldata una piastra in ferro di 100x100 mm, spessore 3 mm.

Dopo aver inserito il bicchiere nel foro realizzato nella sella, devono essere eseguite due saldature perimetrali interna ed esterna. Tale bicchiere deve essere predisposto, inoltre, con due fori passanti che consentano l'inserimento di due bulloni M12, per il bloccaggio del sostegno col cartello, classe 8.8 tesati a 2.000 kg.

In ogni faccia laterale della sella deve essere eseguita un'asola di 40x24 mm per l'alloggiamento della barra filettata e due fori diametro 15 mm per l'eventuale posa di bulloni e relativi prigionieri metallici.

- ***New Jersey con foro verticale***

Alla piastra in ferro, di 100x100 mm saldata con la sella, deve essere saldato, nella parte inferiore un tubolare di 300 mm con diametro di 48 mm.

Il bicchiere di cui sopra e la sella, devono essere uniti tra di loro saldando due fazzoletti in acciaio triangolari, di 100x150 mm spessore 5 mm, applicati nel senso del massimo sforzo.

- ***New Jersey con foro orizzontale***

Il bloccaggio del manufatto alla barriera deve avvenire con una barra filettata M20 e due dadi autobloccanti, classe 8.8 tesata a 5.000 kg usufruendo del foro passante esistente.

- ***New Jersey senza fori***

Il bloccaggio del manufatto deve essere realizzato effettuando un foro passante al fine di poter inserire una barra filettata M20 e due dadi autobloccanti, classe 8.8 tesata a 5.000 kg.

- ***Supporto per sostegni su barriera metallica***

Il supporto per il bloccaggio del sostegno alla barriera metallica deve essere realizzato utilizzando una staffa in ferro, qualità UNI EN 10025-S235JR, composta da un collare normale o antirotazione che avvolge il palo, una piastra sagomata a C, spessore 5 mm, sulla quale devono essere saldate due barre filettate diametro 14 mm e bulloneria necessaria.

Per quei casi particolari e puntuali, dove i manufatti previsti nel presente Capitolato Speciale non sono applicabili, La Direzione Lavori deve determinare la tipologia di attacco più idonea.

L'installazione di segnali in galleria, consentita solo su sostegni a parete o in volta, deve utilizzare staffe in ferro, qualità UNI EN 10025-S235JR, idonee alla parte di manufatto sulla quale devono essere fissate.

- ***Zincatura a caldo per immersione***

Tutti gli elementi di materiale ferroso impiegati per i lavori previsti nel presente Capitolato Speciale devono essere zincati mediante immersione in zinco fuso (zincatura detta a caldo ed anche a fuoco) a scopo protettivo contro la corrosione.

Questa operazione deve essere eseguita con le modalità e le prescrizioni previste dalla norma C.N.R. - CEI n. 7-6 del Luglio 1968.

Lo zinco da impiegare nel bagno deve essere di qualità Zn 99,95 EN 1179/05.

I valori di zincatura prescritti dalla succitata norma sono riassunti nella tabella seguente; gli elementi ferrosi non riportati nella stessa devono essere zincati in base al rispettivo spessore.

Tipologia oggetto	Massa dello strato di zinco g/m ²		Spessore dello strato di zinco μm	
	media sui campioni esaminati	minima su campione singolo	medio sui campioni esaminati	minimo su campione esaminato
A Traverse e morsetti Tubolari e staffe ø 60 e ø 90 Portali Profilato per delineatori in gallerie con marciapiede Tutti gli oggetti in acciaio aventi 3 mm o più di spessore, esclusi gli oggetti assimilabili alle classi C e D	600	550	86	78
B Tubolari ø 48 Delineatori su guardavia Paletti scambio carreggiata Tutti gli oggetti in acciaio aventi spessore minore a 3 mm, esclusi gli oggetti assimilabili alle classi C e D	400	350	57	50
C Ganci, perni, viti, dadi ed altri oggetti assimilabili, di diametro uguale o maggiore a 10 mm	400	350	57	50
D Ganci, perni, viti, dadi ed altri oggetti assimilabili, di diametro minore di 10 mm	300	250	43	36

I campioni prelevati dalla Direzione Lavori devono essere sottoposti alle prove previste dalla succitata norma CEI e più precisamente:

- determinazione della massa dello strato di zinco;
- qualità dello zinco;
- spessore dello strato di zinco;
- uniformità di spessore del rivestimento di zinco;
- aderenza dello strato di zinco.

13.2.4 Posa in opera

- **Caratteristiche generali**

Visibilità dei segnali

Al fine di garantire la perfetta visibilità, di giorno come di notte, in qualsiasi condizione, per ciascun segnale deve essere garantito uno spazio di avvistamento, tra il conducente ed il segnale stesso, libero da ostacoli.

Le misure minime del suddetto spazio di avvistamento sono indicate dettagliatamente dall' art. 39 del D. Lgs 30 aprile 1992, n° 285 (Nuovo Codice della Strada) nonché dall'art. 79 del

D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada) così come modificato dal D.P.R. 16 settembre 1996 n° 610.

Per i segnali di indicazione tale distanza è di 250 m

Distanza dalla carreggiata

La distanza tra l'estremità del cartello, lato carreggiata, ed il margine della carreggiata stessa deve essere minima 0,50 m e massima 1,00 m; fanno eccezione tutti i cartelli dello spartitraffico, quelli a sbalzo, quelli in prossimità delle gallerie, quelli in galleria, ecc., che devono essere di volta in volta esaminati dalla Direzione Lavori.

Altezza dalla pavimentazione

L'altezza tra il bordo inferiore del cartello e la pavimentazione deve essere minimo 1,20 m e massimo 1,50 m secondo un criterio di proporzione inversa rispetto alle dimensioni del cartello; fanno eccezione le targhe chilometriche, i cartelli per la numerazione dei cavalcavia, la cui altezza deve essere di 1,70 - 1,80 m e tutti gli altri cartelli in posizioni particolari la cui altezza sarà stabilita di volta in volta dalla Direzione Lavori.

L'altezza minima tra la pavimentazione ed il bordo inferiore del o dei cartelli, collocati al di sopra della carreggiata deve essere di 5,20 m.

In ogni caso sullo stesso itinerario deve essere rispettata un'altezza uniforme.

Installazione della segnaletica

L'installazione della segnaletica al lato della carreggiata deve essere eseguita in modo tale che il segnale abbia un'inclinazione rispetto al flusso del traffico di 93°.

I segnali, collocati al di sopra della carreggiata, devono essere installati in modo tale da avere un'inclinazione rispetto al piano perpendicolare di circa 3° verso il lato da cui proviene il traffico. Il giudizio dell'esattezza di tale posizione è riservato in modo insindacabile alla Direzione Lavori.

• *Posa in opera degli impianti su terra*

Nella posa in opera di tubolari in ferro di sostegno su terra si deve realizzare un blocco di ancoraggio in calcestruzzo di cemento non inferiore alla classe Rck 20 MPa delle dimensioni minime di 0,50x0,50x0,70 m.

Nei casi in cui non si ritenga idonea, per la stabilità dell'impianto, la fondazione sopradescritta, l'Appaltatore deve opportunamente dimensionarla. Detti basamenti devono essere sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori con l'avvertenza che tale approvazione non esonera in alcun modo l'Appaltatore stesso dalle sue responsabilità in ordine alla resistenza degli impianti.

L'approvazione preliminare da parte della Direzione Lavori deve essere condizione determinante per la corresponsione di eventuali compensi.

Il controvento deve essere ancorato al sostegno secondo quanto indicato negli elaborati progettuali.

Ogni sostegno tubolare deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e recherà un'asola per l'alloggiamento dello spinotto di ancoraggio al basamento di fondazione.

Il controvento deve essere ancorato al sostegno con una particolare staffa ad una distanza dal bordo superiore del cartello pari a un terzo dell'altezza complessiva del cartello stesso.

Il controvento deve avere un'inclinazione, rispetto al sostegno, di 30°.

Deve essere inoltre ripristinato, sia sullo spartitraffico che sulle scarpate o in qualunque altra situazione di continuità, il preesistente piano di posa.

- ***Posa in opera di portali, monopali e strutture in acciaio***

I portali devono essere posti in opera su basamenti di calcestruzzo armato, delle dimensioni come da Progetto, di classe non inferiore a Rck 25 MPa.

Le dimensioni e l'armatura in ferro di detti basamenti devono essere in linea con quanto disposto negli elaborati progettuali.

Le dimensioni e l'armatura in ferro di detti basamenti devono essere determinate dall'Appaltatore, tenendo presente che l'alloggiamento della struttura ai basamenti deve avvenire mediante flange e relativi tirafondi; devono essere prodotti alla Direzione dei Lavori i relativi calcoli.

Le parti costituenti il traliccio dovranno essere unite impiegando bulloneria rispondente alla norma UNI 3740-1 classe 8.8.

Tutte le unioni bullonate dovranno essere testate ai valori prescritti negli elaborati progettuali.

Nel caso di portali e monopali a bandiera si deve realizzare il basamento sulla scarpata laterale, cercando di evitare il posizionamento sulla cuspide.

La determinazione del peso delle strutture deve essere effettuata in pese pubbliche ed i certificati di pesa devono essere allegati al verbale di pesatura.

Non deve essere eseguita alcuna saldatura su strutture già zincate.

La piastra e i tirafondi con relativi dadi devono essere protetti dagli agenti atmosferici e corrosivi mediante l'applicazione di silicone.

Il tutto deve essere sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori; tale approvazione non esonera in alcun modo l'Appaltatore stesso dalle responsabilità in ordine alla resistenza degli impianti.

- ***Posa in opera di strutture per pensiline***

La struttura deve essere ancorata alla pensilina mediante staffe in acciaio opportunamente dimensionate, barre filettate o bulloni; le dimensioni e il numero per garantire il suddetto ancoraggio devono essere determinate dal progettista a seconda dei diversi tipi di pensilina utilizzati, producendo alla Direzione Lavori i relativi calcoli e disegni.

La determinazione del peso delle strutture deve essere effettuata in pese pubbliche ed i certificati di pesa devono essere allegati al verbale di pesatura.

Il tutto deve essere sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori; tale approvazione non esonera in alcun modo l'Appaltatore stesso dalle responsabilità in ordine alla resistenza degli impianti.

Sulle pensiline di vecchia costruzione si dovrà prestare particolare attenzione nell'installazione delle strutture, evitando di causare danni (infiltrazioni d'acqua, sfondamento

delle coperture ecc.). Gli stessi, una volta accertata la responsabilità, verranno addebitati all'Appaltatore dei lavori.

- ***Posa in opera degli impianti al new Jersey con foro verticale***

Per tale installazione si deve adottare uno speciale manufatto in ferro calzante la testa del new jersey inserendo lo spezzone tubolare, di 0,30 m e diametro 48 mm, nel foro verticale esistente.

Il sostegno, diametro 60 mm, deve essere in ferro, deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e deve avere nella parte inferiore due fori passanti.

Il sostegno deve essere inserito nel bicchiere, un tubolare in ferro diametro 76 mm preforato, e deve essere unito al manufatto mediante 2 bulloni M12 passanti. La testa del bicchiere deve essere sigillata con silicone o materiali simili, al fine di proteggere il manufatto da infiltrazioni d'acqua.

Il manufatto deve essere bloccato al New Jersey, usufruendo dei fori esistenti sulle facce laterali del manufatto stesso, mediante 2 bulloni con relativi prigionieri metallici ad espansione M12 x 100 che devono essere posizionati uno per faccia laterale.

- ***Posa in opera degli impianti al new Jersey con foro orizzontale***

Si deve adottare uno speciale manufatto in ferro calzante la testa del new jersey in corrispondenza del foro orizzontale esistente. Il bloccaggio del manufatto alla barriera deve avvenire con una barra filettata M20 tesata a 5.000 kg e due dadi autobloccanti, classe 8.8, ***usufruendo del foro passante.***

La tipologia del sostegno, la posa in opera ed il serraggio tra il manufatto ed il sostegno deve essere effettuato come descritto nell'art 35.2.4.5.

Qualora per motivi particolari la Direzione Lavori lo ritenga opportuno, la stessa potrà ordinare la messa in opera di due o più bulloni con relativi prigionieri metallici ad espansione M12.

- ***Posa in opera degli impianti al new Jersey senza fori***

Si deve adottare uno speciale manufatto in ferro calzante la testa del new jersey in corrispondenza del foro orizzontale che deve essere realizzato perpendicolarmente all'asse del new jersey stesso così da consentire la collocazione della barra filettata M20 tesata a 5.000 kg per il bloccaggio del manufatto alla barriera con due dadi autobloccanti, classe 8.8.

La tipologia del sostegno, la posa in opera ed il serraggio tra il manufatto ed il sostegno deve essere effettuato come descritto nell'art. 35.2.4.5.

Qualora per motivi particolari la Direzione Lavori lo ritenga opportuno, la stessa potrà ordinare la messa in opera di due o più bulloni con relativi prigionieri metallici ad espansione M12.

- ***Posa in opera degli impianti su paletti M100 o di sostegno del guardrail***

Il tubolare di sostegno in ferro, chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico, deve essere fissato al paletto M100 o a quello di sostegno del guardrail mediante due staffe in acciaio realizzate come da art. 35.2.3.9.

- ***Posa in opera degli impianti su punti particolari***

Nel caso in cui l'impianto deve essere installato in punti non previsti agli articoli precedenti, il manufatto di ancoraggio predisposto deve essere posizionato secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

- ***Segnaletica antinebbia***

Nei tratti autostradali classificati ad alta frequenza di nebbia può essere installata una specifica segnaletica verticale didattica che ha il compito di fornire alla clientela in viaggio indicazioni sulla condotta di guida più consona all'intensità di nebbia presente.

Tale segnaletica deve essere composta da cinque tipologie di cartelli:

- Tipo A: indica l'inizio del tratto antinebbia;
- Tipo B: indica gli elementi caratterizzanti il tratto antinebbia;
- Tipo C: indica la velocità consigliata in caso sia visibile al cliente un unico delineatore o semiellisse;
- Tipo D: indica la velocità consigliata in caso siano visibili al cliente due delineatori o semiellissi;
- Tipo E: indica il termine del tratto antinebbia.

I suddetti cartelli devono essere installati lungo il tratto seguente le seguenti disposizioni:

- all'inizio del tratto devono essere installati i segnali di tipo A,B,C e D;
- ogni 5 km e dopo l'ingresso dalle stazioni autostradali devono essere installati i segnali B,C e D;
- la distanza tra i segnali deve essere di circa 200 m
- il termine del tratto deve essere identificato con il cartello di tipo E.

La grafica dei segnali di tipo B, C e D varia a seconda della tipologia della carreggiata, pertanto questa unitamente alle misure e al tipo di pellicola deve essere conforme a quanto previsto nel presente Capitolato Speciale.

- ***Numerazione delle opere soprapassanti***

Per ogni opera soprapassante devono essere posizionati due impianti.

Questi devono essere collocati ad una distanza di circa 40/60 m prima e dopo l'asse del cavalcavia stesso.

Ogni impianto deve essere costituito da un sostegno o struttura al quale devono essere montati due cartelli (900x900 o 600x600 mm) con l'indicazione dell'autostrada e del numero progressivo dell'opera soprapassante.

La posa in opera degli impianti deve essere eseguita nello spartitraffico ed i segnali devono essere posizionati in modo tale che abbiano un'inclinazione rispetto al flusso del traffico di 93°.

Solamente dove non sia possibile l'installazione dei segnali, anche di formato ridotto, sul lato sinistro della carreggiata (es. muro a retta), questi devono essere collocati sul lato destro

garantendo comunque una perfetta visibilità dei cartelli sia sulla sede autostradale che dal cavalcavia.

In presenza di autostrade con carreggiate a sedi separate o con larghezze di banchina centrale tali da non consentire una corretta visibilità e leggibilità del messaggio riportato sui segnali, si devono posizionare due impianti per ogni carreggiata.

In vicinanza di cavalcavia a ridosso di gallerie, gli impianti devono essere posizionati comunque all'esterno dei tunnel.

Quando due o più cavalcavia sono ad una distanza ridotta tra di loro (es. 40 m) gli impianti devono essere installati a distanze inferiori a quelle prescritte e comunque a non meno di 5 m dalla proiezione del cavalcavia stesso sulla carreggiata autostradale, al fine di garantire la leggibilità dei segnali dal cavalcavia.

L'altezza tra il bordo inferiore del cartello e la pavimentazione deve essere minimo 1,70 m e massimo 1,80 m. Fanno eccezione le targhe in posizioni particolari la cui altezza sarà stabilita di volta in volta dalla Direzione Lavori. In nessun caso il segnale deve essere posizionato in modo tale da superare in larghezza la sagoma della barriera di sicurezza.

Qualora nello spartitraffico sia presente la rete per impedire l'attraversamento della carreggiata, i segnali devono essere collocati al di sopra della rete stessa.

La numerazione delle opere soprapassanti deve avere origine dal primo caposaldo e deve essere progressiva.

L'Appaltatore è responsabile della resistenza degli impianti.

Le opere soprapassanti sono numerate sequenzialmente secondo la Direttiva del Ministero dei Lavori Pubblici n°1156 del 28 febbraio 1997.

- ***Segnali di limite massimo di velocità in caso di nebbia***

I cartelli compositi di limite massimo di velocità in caso di nebbia devono essere installati sulle tratte soggette a tale fenomeno atmosferico e contenute nel Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici n. 335 del 16 febbraio 1993.

La composizione grafica di tali cartelli è contenuta nel citato D.M.

Le caratteristiche costruttive dovranno essere comunque conformi a quanto contenuto nel presente Capitolato Speciale.

- ***Segnaletica di indicazione delle modalità di pagamento***

Le specifiche costruttive devono essere conformi a quanto contenuto nel presente Capitolato Speciale.

Le composizioni grafiche e le tipologie dei materiali da utilizzare sono contenute nell'elaborato tecnico VTP2005.

13.2.5 Rettifiche e rimozione

- ***Rettifiche alla segnaletica***

L'Appaltatore si deve assumere la responsabilità della perfetta conservazione della segnaletica in opera accollandosi l'incarico di eseguire le eventuali correzioni, modifiche o

aggiunte sui cartelli già in opera che possono essere ordinate dalla Direzione Lavori fino al giorno del collaudo.

Nel caso di piccole correzioni, l'Appaltatore deve provvedere sul posto alla modifica impiegando pellicole autoadesive.

Quando sia necessario operare in laboratorio dette correzioni, queste devono essere eseguite nel modo descritto all'art. 35.2.2.10.

Le sopraccitate modifiche devono essere compensate come da Elenco Prezzi.

Il giudizio sull'esattezza del posizionamento dei segnali deve essere riservato in modo insindacabile alla Direzione Lavori e rimane ad esclusivo carico e spesa dell'Appaltatore ogni operazione e fornitura relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

- ***Rimozione della segnaletica***

Gli impianti segnaletici devono essere completamente rimossi dalla sede di posa. I materiali di risulta devono essere trasportati dall'Appaltatore nelle seguenti destinazioni di ricovero:

- Magazzini Autostrade per L'Italia S.p.A., per i profilati in ferro di qualsiasi forma e dimensione e per l'alluminio;
- Discarica autorizzata, per i basamenti di fondazione.

Deve essere, inoltre, ripristinato sullo spartitraffico, sulle scarpate o in qualunque altra situazione di continuità il preesistente piano di posa.

13.2.6 Indicazioni progettuali specifiche

- ***Segnali Ponte e Galleria***

Le targhe indicanti i viadotti sono previste solo se la lunghezza del manufatto è \geq a 50 m. (fig. II 317 art. 135 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495).

Le targhe indicanti le gallerie sono sempre previste indipendentemente dalla lunghezza del manufatto. (fig. II 316 art. 135 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495).

- ***Itinerari internazionali***

Gli itinerari internazionali (fig. II 256 art. 129 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495) devono essere indicati con le modalità di seguito indicate:

Lungo il tratto autostradale

- 1) sul preavviso di bivio, alla sinistra del capostrada o caposaldo. Qualora la lunghezza del toponimo sia tale da rendere problematico l'inserimento della fig. II art. 129 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495, quest'ultima deve essere impaginata sotto il toponimo, allineata a sinistra sul pannello di sinistra del portale alla sinistra del capostrada o caposaldo;
- 2) nel caso che un tratto autostradale faccia parte di due o più "itinerari internazionali" le indicazioni di prosecuzione sui preavvisi di bivio e sui portali devono essere integrate con le due o più sigle fino al loro punto di divergenza;
- 3) quando due autostrade si intersecano direttamente o tramite un'altra autostrada, sulla autostrada A deve essere data l'indicazione dell'autostrada B e si deve indicare l'itinerario di inizio dell'autostrada B.

In corrispondenza delle uscite autostradali

- 1) se l'itinerario internazionale esce dall'autostrada e prosegue sulla strada di intersezione:
 - sul preavviso di bivio, inserito nel tratto orizzontale della freccia a destra, prima del nome della stazione o dello svincolo;
 - sul pannello di destra del portale, alla sinistra del nome della stazione o dello svincolo;
 - sul preavviso di bivio e sulle frecce di cuspidi relativi all'intersezione esterna;
- 2) se l'itinerario è indicato solamente sui cartelli degli itinerari esterni, il segnale di indicazione degli itinerari internazionali deve essere riportato solo sulle frecce di cuspidi relative all'intersezione esterna.

In corrispondenza delle entrate autostradali

- 1) nel preavviso di bivio, sulla viabilità esterna, a sinistra dell'indicazione del tratto autostradale che si andrà a percorrere;
- 2) sulle frecce di indicazione in cuspidi;
- 3) sul preavviso di bivio posto subito dopo le stazioni autostradali, in entrata. Nel caso in cui non sia possibile installare tale cartello:
 - se l'itinerario internazionale è unico, per le due direzioni, non deve essere indicato su nessun cartello;
 - se l'itinerario internazionale è più di uno, questi saranno indicati nei segnali di direzione posti in cuspidi in entrata subito dopo la stazione.

• ***Segnali retro-illuminati in galleria***

A discrezione della Direzione Lavori all'interno delle gallerie possono essere installati, in alternativa alla normale segnaletica rifrangente, dei segnali retroilluminati (illuminati per trasparenza) sia per le eventuali prescrizioni/indicazioni di codice che per segnalare dotazioni di emergenza, colonnine SOS, vie di fuga o localizzazione luoghi sicuri.

Tutta la segnaletica utilizzata dovrà essere conforme alle caratteristiche costruttive e prestazionali previste dalla norma UNI 12899-1 del gennaio 2003 e a quanto contenuto negli articoli 156 e 157 del Regolamento di Esecuzione e Attuazione del Codice della Strada.

Qualora il segnale illuminato per trasparenza sia in avaria, lo stesso deve mantenere le sue caratteristiche colorimetriche e di rifrangenza.

• ***Segnali per vie di fuga e luoghi sicuri in galleria***

I segnali all'interno delle gallerie utilizzati per segnalare le vie di fuga o i luoghi sicuri dovranno essere conformi a quanto contenuto nel D.Leg. n°264 del 5 ottobre 2006 di attuazione della Direttiva Europea 2004/54/CE del 29 aprile 2004.

13.2.7 Certificazioni e prove

I materiali da impiegare nelle lavorazioni devono essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione, in conformità della Circolare del LL.PP. n. 2357 del 16/05/1996 e successive modificazioni.

La qualità dei materiali deve essere comunque verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà necessario ed in qualsiasi fase della produzione e/o realizzazione dei lavori.

Le unioni bullonate, compresi i tirafondi di fondazione, devono essere sottoposte all'atto della posa in opera, dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore, a verifica con chiave dinamometrica, tarata e dotata di bussole intercambiabili, dei valori della coppia di serraggio previsti in Progetto, sulla base delle indicazioni riportate nella norma CNR UNI 10011/88.

Per ogni giunto devono essere verificati da quattro a sei bulloni e deve essere redatto il relativo verbale di constatazione.

Per le unioni saldate si dovrà produrre le certificazioni, rilasciate da Istituti o Laboratori di certificazione riconosciuti legalmente, le quali attestino che tutte le saldature relative a tutte le unioni di forza ed il 20% delle saldature di dettaglio di ogni singola struttura o portale, sono state sottoposte a controllo manuale mediante ultrasuoni nel rispetto della norma UNI EN 1714/05.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina o nei laboratori e di prelevare in qualsiasi momento, senza preavviso ed anche dopo la fornitura in opera, campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli alle analisi e prove che riterrà opportuno eseguire presso noti Istituti specializzati, autorizzati e competenti, allo scopo di rendere soddisfatte tutte le prescrizioni richiamate nel presente Capitolato Speciale.

I prelievi di materiale devono avvenire in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore e deve essere redatto il relativo verbale di prelievo.

Le campionature relative alla zincatura possono essere inviate dalla Direzione Lavori ad un laboratorio di fiducia per essere sottoposte alle analisi di controllo.

Le relative spese per sottoporre ad analisi e prove i vari campioni, comprese quelle di prelievo e di spedizione prima e dopo la verifica verranno addebitate al fornitore.

13.2.8 Penali

Qualora i risultati delle certificazioni, relativi alla qualità dei materiali ed alla realizzazione dei manufatti e/o i risultati delle prove predisposte dalla Direzione Lavori, non fossero rispondenti al presente Capitolato Speciale, dovranno essere applicati i seguenti provvedimenti.

- ***Forme e dimensioni dei segnali***

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Appaltatore tutti i segnali realizzati con forme e dimensioni diverse da quelle previste dalle norme citate in Premessa ed a quanto esposto dettagliatamente nei disegni di Progetto.

- ***Qualità dell'acciaio***

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Appaltatore tutti i materiali e/o strutture sia forniti che posti in opera, realizzati con qualità di acciaio diverse da quelle richieste.

- **Bulloneria**

Dovrà essere sostituita a cura e spese dell'Appaltatore tutta la bulloneria sia fornite che posta in opera, se non rispondente alla norma UNI EN 20898 classe 8.8.

- **Unioni saldate**

Dovranno essere sostituite a cura e spese dell'Appaltatore tutte le strutture, sia fornite che poste in opera, realizzate con saldature non conformi a quanto previsto nel presente Capitolato Speciale.

- **Zincatura**

Dovranno essere applicate le penali sotto elencate sull'importo totale relativo alla fornitura della tipologia dei materiali ferrosi, presi in esame, se gli stessi presenteranno uno spessore di zinco inferiore a quanto previsto al precedente specifico punto.

Tipo	Variazione percentuale di quantità o qualità di protezione anticorrosiva in meno, rispetto al richiesto	Sanzione percentuale da applicarsi sul prezzo/i relativo all'opera non a norma
A	Fino al 10%	5%
B	Dal 10% al 20%	10%
C	Oltre il 20%	Sostituzione completa dei materiali

- **Alluminio**

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Appaltatore tutti i segnali realizzati con lamiere di alluminio non rispondenti a quanto previsto nel presente Capitolato Speciale.

- **Pellicole retro-riflettenti**

Tutti i segnali realizzati con pellicole risultate non rispondenti a quanto previsto dalle Norme in vigore dovranno essere sostituite a cura e spese dell'Appaltatore.

- **Posa in opera**

Tutti i basamenti realizzati con dimensioni inferiori rispetto a quelli riportati negli elaborati progettuali dovranno essere rimossi e nuovamente realizzati a cura e spese dell'Appaltatore; potranno anche essere adeguati secondo le direttive indicate dalla Direzione Lavori.

Dovranno essere ad esclusivo carico e spesa dell'Appaltatore ogni operazione e fornitura relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

13.2.9 Garanzie di durata

L'Appaltatore deve comunque garantire quanto segue:

- le pellicole, applicate secondo le tecniche prescritte dal fabbricante e dalle presenti Norme, non dovranno presentare, per almeno 7 anni, per quelle non retro-riflettenti e retro-riflettenti di classe 1, 10 anni per quelle retro-riflettenti di classe 2, 2-mp, 2s-mp e 2s-mp-a, di esposizione all'esterno, alcuna decolorazione, (restando nelle coordinate dei limiti cromatici di cui alla tabella I del Decreto Ministeriale del 31 marzo 1995 n. 1584) nessuna

fessurazione, corrugamento, formazione di scaglie o bolle, cambio di dimensioni, segni di corrosione, distacco dal supporto o diminuzione dell'adesione;

- b) i supporti, le traverse, le staffe, i sostegni e tutti i materiali metallici che compongono l'impianto segnaletico, per almeno 10 anni di esposizione all'esterno, non dovranno presentare alcuna forma di ossidazione, nemmeno in piccole quantità;
- c) la posa in opera deve essere eseguita a perfetta regola d'arte e l'impianto segnaletico dovrà resistere al vento spirante a 150 km/h e non presentare per almeno 10 anni alcuna anomalia (distacco anche parziale di traverse, bulloni tranciati, staffe lente, ecc.).

13.2.10 Norme per la misurazione e valutazione dei lavori

Le quantità dei lavori devono essere determinate con metodi geometrici in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

In nessun caso devono essere tollerate dimensioni minori di quelle ordinate e l'Appaltatore deve essere chiamato ad eseguire il rifacimento a sua cura e spese.

Le misure devono essere prese in contraddittorio, via via che si procede all'esecuzione delle opere, e devono essere riportate su apposito libretto che deve essere firmato dagli incaricati della Direzione Lavori e dell'Appaltatore. Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di liquidazione finale dei lavori.

Le norme da seguire nella misurazione e valutazione dei lavori devono essere:

- 1) l'area dei pannelli di qualsiasi forma e consistenza deve essere misurata rilevando la superficie netta della faccia anteriore dei pannelli stessi, non tenendo conto dei risvolti costituenti l'eventuale scollatura;
- 2) qualora lo spessore della lamiera fosse inferiore a quello stabilito nel Capitolato Speciale, la Direzione Lavori deve valutare caso per caso se deve provvedere alla contabilizzazione del pannello applicando il prezzo di elenco relativo allo spessore immediatamente inferiore oppure applicare le disposizioni dell'art. 35.2.8.1. Resta inteso che l'accertamento dello spessore del pannello deve essere eseguito al netto di pellicole;
- 3) i metalli lavorati e sagomati per l'intelaiatura dei pannelli devono essere valutati a peso e dati in opera completi di ogni onere per il fissaggio e l'irrigidimento;
- 4) i pali devono essere valutati a peso, dati a piè d'opera;
- 5) qualora per esigenze particolari si rende necessario effettuare aggiunte o modifiche di fondi, scritte o simboli su cartelli già realizzati, la misurazione dell'area dei fondi deve essere effettuata per la superficie effettiva. La misurazione dell'area delle pellicole per lettere, simboli, marchi ecc. deve essere effettuata misurando la superficie del parallelogramma ortogonale che circonda ogni singola lettera o figura valutandola ai singoli prezzi di elenco.

13.3 Capo II – Delineatori

13.3.1 Delineatori stradali

I delineatori stradali fanno parte del gruppo dei "Segnali Complementari".

Per delineatori complementari si intendono, ai sensi dell'articolo 42, comma 1 del Codice della Strada, quei dispositivi e mezzi segnaletici destinati ad evidenziare o rendere noto:

- il tracciato stradale;
- particolari curve e punti critici;
- ostacoli posti sulla carreggiata o ad essa adiacenti.

I segnali complementari si suddividono in:

- 1) delineatori normali di margine;
- 2) delineatori speciali;
- 3) mezzi e dispositivi per segnalare gli ostacoli;
- 4) isole di traffico.

- ***Delineatori normali di margine***

Le caratteristiche dei delineatori normali di margine sono prescritte dall'art. 173 del Regolamento di Esecuzione e di Attuazione del Nuovo Codice della Strada.

Impiegati lungo le autostrade, ne indicano i margini visualizzando a distanza le carreggiate.

Lungo le carreggiate autostradali e sui rami di svincolo monodirezionali i delineatori in sinistra dovranno avere due elementi rifrangenti di colore giallo della superficie minima rifrangente di 30 cm² e quelli in destra uno della superficie minima rifrangente di 60 cm².

Sui rami di svincolo bidirezionali i delineatori in sinistra, rispetto alla corrente di traffico dovranno avere un elemento rifrangente di colore bianco e in destra un elemento rifrangente di colore rosso; entrambi dovranno avere una superficie minima rifrangente di 30 cm².

Le caratteristiche fisiche e chimiche dei materiali da usare per la costruzione dei delineatori normali, le dimensioni e le forme degli stessi, nonché i requisiti fotometrici e colorimetrici degli elementi rifrangenti sono stabiliti con apposito disciplinare tecnico approvato con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica.

I delineatori sono costituiti da paletti di colore bianco con fascia nera alta 25 cm, posta nella parte superiore, nella quale devono essere inseriti elementi rifrangenti volti verso le correnti di traffico interessate.

Il paletto del delineatore deve essere a sezione trapezoidale con spigoli arrotondati che devono potersi iscrivere in un rettangolo di 10x12 cm, con lato minore parallelo all'asse stradale.

Devono essere costruiti mediante soffiaggio, in appositi stampi, di una candela continua di polietilene ad alta densità e della migliore qualità, arricchito di aditivi antinvecchiamento. La parte superiore di colore nero dovrà essere incorporata nel segnalimite in fase di stampaggio, escludendosi operazioni di verniciatura o incastro a pressione.

Il materiale utilizzato deve essere sufficientemente elastico ed avere un'elevata resistenza strutturale.

I paletti dei delineatori devono portare impresso l'anno di fabbricazione ed il marchio della ditta produttrice. La stabilità alle escursioni termiche deve essere garantita per una temperatura minima di -15 °C ed una massima di +80 °C.

Il polimero deve presentare valori compresi nei seguenti limiti:

- 5) purezza del polietilene ad alta densità (trattamento all'ebollizione con tricloroetilene) – il polietilene è puro se assorbe meno del 35% di tricloroetilene e cede al tricloroetilene meno del 4% del suo peso;
- 6) indice di fluidità(meltindex): 0,2 – 0,4;
- 7) densità: 0,95;
- 8) carico di rottura: prima dell'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti in un apparecchio "Weather o meter", deve essere di 220 kg/cm²; dopo l'esposizione deve essere almeno 85% del valore iniziale;
- 9) resistenza all'urto: prima dell'esposizione ai raggi ultravioletti, la resistenza all'urto deve raggiungere un minimo di 9 kg/cm²; dopo l'irradiazione la resistenza deve raggiungere almeno l'80% del valore ottenuto prima dell'esposizione;
- 10) la resistenza agli agenti chimici è testata con i sotto elencati agenti aggressivi:
 - cloruro di sodio al 20%;
 - cloruro di calcio al 20%
 - idrossido di ammonio al 10%
 - acido cloridrico al 10%
 - acido solforico al 10%
 - olio minerale
 - benzina

L'accertamento di eventuali modificazioni occorse al paletto segnalimite in esame dovrà essere effettuata mediante pesatura dello stesso prima e dopo l'immersione nelle soluzioni di cui sopra.

Nel delineatore di destra, l'elemento rifrangente deve essere di colore giallo, di forma rettangolare e della superficie rifrangente minima di 60 cm²; nel delineatore di sinistra i due elementi rifrangenti, posti verticalmente l'uno rispetto all'altro, devono essere di colore giallo, di forma rettangolare e ciascuno, con una superficie rifrangente minima di 30 cm², ad una distanza fra loro pari al doppio dell'altezza di ciascun dispositivo, con una tolleranza in più del 10%.

Sia i catadiottri di destra che quelli di sinistra, corrispondenti, devono avere le stesse dimensioni e caratteristiche, con la base maggiore parallela alla pavimentazione stradale.

Gli elementi rifrangenti devono essere realizzati in metacrilato di metile di colore giallo.

I catadiottri, per essere regolari, devono seguire le seguenti norme:

- Devono essere omologati dal Ministero dei Trasporti Dipartimento dei Trasporti Terrestri e devono riportare impresso il numero dell'omologazione e il nome del fabbricante;
- devono essere rettangolari con superficie minima rifrangente di 60 cm² e il valore minimo di intensità luminosa dovrà essere di 20 m.c.d./lux cm², rilevato a 20° di incidenza e 20° di divergenza;
- devono presentarsi inalterati dopo la prova di resistenza all'esposizione per invecchiamento ai raggi ultravioletti e infrarossi (durata della prova 72 h, lampada OSRAM ULTRA LIGHT da 1000 W, temperatura massima 65°C ± 1);

- devono presentare una perfetta tenuta stagna nella prova di immersione in acqua (durata della prova 24 h, temperatura $20^{\circ}\text{C} \pm 1$).

Devono inoltre essere collocati come stabilito dall'art. 173 del Regolamento di Esecuzione e Attuazione del Nuovo Codice della Strada: al limite esterno della banchina e comunque a non meno di 50 cm dal bordo esterno della carreggiata.

I delineatori devono essere infissi nel terreno per una profondità di 30 cm, curando sia la verticalità e l'allineamento del paletto stesso che l'angolarità del o dei catadiottri.

Il terreno intorno al paletto va compattato.

I delineatori posizionati su cordoli o cunette in calcestruzzo devono essere infissi in un foro sagomato praticato nel calcestruzzo stesso.

L'altezza fuori terra deve essere compresa fra 70 e 110 cm e comunque omogenea con gli altri delineatori adiacenti.

L'altezza tra il bordo inferiore del catadiottri e la pavimentazione stradale deve essere quella figurante nei disegni, curando scrupolosamente che tali altezze restino costanti lungo la medesima tratta anche quando si passa da un tipo all'altro di delineatore.

Su tratte omogenee l'installazione dei delineatori deve essere continuativa, evitando installazioni saltuarie e usando lo stesso tipo di delineatore. Deve essere adottata la spaziatura minima prevista all'art. 173 comma 4 del suddetto Regolamento. In curva i delineatori vanno infittiti con criterio differenziale in relazione al raggio di curvatura.

Nel caso della sostituzione di delineatori in quelle autostrade ove vigono norme diverse dalle presenti, occorrerà effettuare l'installazione per tratte significative, conformi alle prescrizioni del suddetto art. 173 comma 4.

Qualora si presenti la necessità di installare delineatori su manufatti diversi da quelli di seguito elencati dovranno essere studiati i nuovi tipi di supporti e di attacchi, fermo restando i principi basilari prescritti dalle presenti norme.

L'Appaltatore dovrà presentare campioni di ogni tipo di delineatore i quali saranno esaminati dalla Direzione Lavori.

Eventuali proposte di nuove soluzioni presentate saranno prese in considerazione, esaminate e se idonee accettate; comunque, gli elementi rifrangenti devono essere fissati al supporto metallico mediante attacchi a baionetta o simili e comunque mai incollati.

Nel caso di delineatori su barriere di sicurezza tipo New Jersey, questi devono avere le seguenti caratteristiche:

- i supporti devono essere realizzati in alluminio di spessore 20/10 mm;
- i catadiottri, sia quelli di sinistra che quelli di destra, devono aver dimensioni che garantiscano una superficie minima rifrangente di 10x6 cm.

Nel caso di posizionamento su New Jersey monofilari, i delineatori devono essere installati utilizzando i fori esistenti nel manufatto, con tassello ad espansione:

- Detto tassello, sotto l'azione di una vite a brucola di 6 mm, dilatandosi deve esercitare sulla parete del foro una pressione tale da ostacolarne la fuoriuscita.

Nel caso di New Jersey bifilari e laterali, i delineatori devono essere installati mediante l'impiego di n. 2 tasselli con vite a chiodo:

- Dette viti devono essere zincate galvanicamente e passivate e devono avere una lunghezza minima di 35 mm con il foro di diametro 6 mm.

Nel caso di barriere metalliche, i delineatori devono avere le seguenti caratteristiche:

- I supporti devono essere realizzati in lamiera di ferro nello spessore rappresentato nei disegni tipo e zincato a caldo secondo quanto previsto nelle norme CEI 7.6 del luglio 1968.
- Nella realizzazione dei supporti si deve tenere conto della diversa inclinazione delle lame nei vari tipi di guard-rail esistenti sulla rete autostradale da cui scaturisce una diversa angolazione dell'asta di supporto dei catadiottri rispetto all'onda stessa; questa per mantenere costante la verticalità del dispositivo.
- i catadiottri, sia quelli di sinistra che quelli di destra, devono aver dimensioni che garantiscano una superficie minima di 10x6 cm
- Devono essere posizionati sulla parte superiore del nastro con sistemi di attacco tali da non interessare in alcun modo la bulloneria necessaria per l'unione tra le barriere e quella tra le barriere e i montanti.
- Il metodo di attacco deve essere del tipo indicato negli elaborati progettuali, formato da piastra di acciaio sagomata e collegata al supporto tramite una vite a brucola del diametro di 6 mm, anche essi zincati come sopra.

Nel caso di muri di controripa, i delineatori devono avere le seguenti caratteristiche:

- I supporti devono essere realizzati in alluminio spessore 20/10 mm.
- I catadiottri devono avere una superficie riflettente di 15x10 cm.
- Per mantenere il lato maggiore del catadiottro orizzontale occorre determinare l'inclinazione del muro stesso e conseguentemente la piegatura da dare al supporto.

Nel caso di cordoli, muretti ed elementi prefabbricati di varie altezze devono essere realizzati delineatori con supporti tali da mantenere orizzontalità e altezza costante:

- Il fissaggio di detti delineatori deve esser eseguito come quello indicato per i New Jersey.

• *Delineatori speciali*

Per delineatori speciali si intendono, secondo l'art. 174 del Regolamento di Esecuzione e Attuazione del Nuovo Codice della Strada, quei delineatori utilizzati come dispositivi permanenti tra cui:

- delineatori in galleria
- delineatori modulari di curva

I delineatori in galleria devono avere le caratteristiche previste dalle presenti norme e di seguito elencate.

I catadiottri, sia quello di destra che quelli di sinistra, devono avere le dimensioni della superficie rifrangente di 15x10 cm.

In sinistra oltre ai due catadiottri posti nel senso di marcia, il delineatore ne deve avere un terzo sul retro, con uguali caratteristiche e dimensioni, ma di colore rosso.

In destra oltre al catadiottro posto nel senso di marcia, il delineatore deve avere sul retro un altro catadiottro con uguali caratteristiche e dimensioni ma di colore bianco.

In relazione alle diverse situazioni devono essere adottate le seguenti tipologie di delineatori:

a) Gallerie con guard-rail

- i delineatori devono avere caratteristiche uguali a quelli previsti per i guard-rail a cielo aperto, ma di dimensioni maggiorate, sia nel supporto che nell'attacco e devono essere installati sulla parte superiore della lama;

b) Gallerie senza marciapiede e senza guard-rail

- i delineatori devono avere i supporti in alluminio 30/10 mm in sinistra e 25/10 mm in destra e devono essere installati sui piedritti delle gallerie mediante l'impiego di n. 3 tasselli con vite a chiodo. Dette viti devono essere uguali a quelle utilizzate per delineatori su New Jersey. Per rispettare la condizione di parallelismo bisogna sagomare opportunamente i supporti secondo l'inclinazione del piedritto stesso;

c) Gallerie con marciapiede

- i delineatori devono avere il supporto in profilato di ferro, spesso 4 mm, avente alla base una piastra in ferro saldata di 10x15 cm, spessore 3 mm, zincata a caldo con quattro fori;
- in detto supporto deve essere fissato un pannello in alluminio 30/10 mm per quelli in sinistra e 25/10 mm per quelli in destra, sui quali devono essere fissati i catadiottri necessari;
- il montaggio del delineatore al marciapiede deve essere ottenuto mediante n. 2 bulloni e prigionieri metallici ad espansione.

Va tenuto presente che, alla luce di quanto contenuto nell'art. 174 del Regolamento, in galleria la spaziatura longitudinale deve essere di 15 metri salvo il tratto di imbocco, della galleria stessa, in cui il distanziamento sarà di 8 metri, per i primi 10 elementi; per curve con raggio inferiore a 500 metri ad una distanza di 7,5 metri.

I delineatori modulari di curva sono regolamentati dall'art. 174 comma e) del Regolamento.

Devono essere impiegati nei casi in cui la percezione dello sviluppo della curva risulti poco agevole; la stessa deve essere quindi segnalata con una serie variabile di pannelli, denominati pannelli modulari di curva Fig. II 468 del Regolamento di Esecuzione e Attuazione del Nuovo Codice della Strada, delle dimensioni di 90x90 cm. In condizioni particolari - svincoli, rampe, ecc., qualora gli spazi non siano sufficienti per l'installazione del formato normale, sarà possibile utilizzare il formato ridotto 60x60 cm.

Tali pannelli devono essere realizzati in alluminio 25/10 mm, la faccia anteriore ricoperta da pellicola nera non retro-riflettente e il disegno a punta di freccia realizzato con pellicola bianca retro-riflettente di classe 2 superiore.

I pannelli devono essere distanziati di circa 15 metri ed essere installati nello spartitraffico, o sul bordo laterale della carreggiata, lungo tutto lo sviluppo della curva tra i due punti di tangenza con i rettifili collegati alla curva stessa.

Il punto di inizio e quello di fine dei pannelli potrà essere anticipato o prolungato qualora se ne ravveda la necessità.

Infine, nelle autostrade con tracciato per clotoide e curve circolari, il punto di inizio e fine deve corrispondere con l'inizio e la fine delle clotoidi.

- **Penali**

La Direzione Lavori ha la facoltà di prelevare, in qualunque momento, dei campioni per sottoporli alle prove tecniche previste dalle presenti Norme.

I delineatori dovranno essere tutti sostituiti, a cure e spese dell'Appaltatore, qualora i catadiottri non dovessero rispondere alle prescrizioni delle caratteristiche richieste al punto 11.1.4, riguardo ai delineatori normali di margine, a quanto indicato per i delineatori speciali, e alle installazioni su manufatti diversi.

Dovrà invece essere applicata una penale pari al 5% dell'importo totale relativo alla fornitura se i catadiottri dovessero presentare alterazioni dopo la prova indicata al punto 3 del suddetto articolo mentre, dovranno essere sostituiti tutti quei catadiottri che dovessero presentare opacità per effetto della scarsa tenuta stagna.

Dovranno essere sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore tutti i paletti che non dovessero rispondere alle caratteristiche indicate dall'art. 35.3.1.2 delle presenti Norme.

Per i supporti dei delineatori realizzati in acciaio zincato, dovranno essere applicate le penali indicate nell'art. 35.2.8.

13.4 Capo III – Segnaletica orizzontale

13.4.1 Segnaletica orizzontale

- **Premessa**

La segnaletica orizzontale da utilizzare come guida ottica presente sul tracciato autostradale ed impiegante materiali con formulazioni e tipologie applicative diverse, deve rispondere a precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione del suo posizionamento.

La classificazione per livelli applicativi indirizza all'uso preciso di materiali da utilizzare per segnaletica orizzontale le cui proprietà rispondono a differenti standard di sicurezza.

Pertanto l'impiego di un materiale viene individuato in base a determinate condizioni: nebbia, pioggia, neve, galleria, andamento planoaltimetrico del tracciato presenti nella zona in cui si deve operare.

L'Appaltatore, prima e durante i lavori, deve essere in grado di operare conoscendo i supporti su cui intervenire, i materiali da utilizzare e i macchinari con cui effettuare la messa in opera secondo quanto riportato nella Norma UNI 11154:2006.

Qualsiasi tipo di segnaletica orizzontale da realizzare deve essere conforme a quanto stabilito dal nuovo Codice della Strada Direzione Lavori n° 285 del 30/04/1992, dal Regolamento d'esecuzione e d'attuazione del nuovo codice della strada D.P.R. n° 495 del 16/12/92, così come modificato dal D.P.R. 16 Settembre 1996 n° 610 e dai disegni esecutivi di Progetto.

- **Classificazione dei materiali per segnaletica orizzontale**

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati nel seguente modo:

Pitture:

Possono essere di due tipi:

1) idropitture con microsfere di vetro postspruzzate(*);

La idropittura è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.

2) pitture a freddo con microsfere di vetro postspruzzate(*);

La pittura a freddo è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi; il tutto disperso in diluenti e solventi idonei.

Termoplastico con microsfere di vetro premiscelate e postspruzzate(*):

Il materiale termoplastico è un prodotto verniciante costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro premiscelate, privo di solvente e fornito in uno o più componenti applicati con attrezzature appropriate.

Laminati elastoplastici (nastro stradale elastoplastico preformato)

I nastri stradali elastoplastici preformati:

- 3) per applicazioni provvisorie;
- 4) per applicazioni poco sollecitate;
- 5) per applicazioni altamente sollecitate

(*)Le microsfere di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate “CE” come definito dalla norma UNI EN1423:2004.

- ***Tratti antinebbia***

Sui tratti autostradali individuati come “antinebbia” la linea di margine destro può avere le seguenti caratteristiche:

- lo spessore della striscia con elementi a rilievo non deve essere maggiore di 6 mm, così come descritto all’art. 141 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada D.P.R. 16.12.1992 n.495.
- la forma, dimensioni e frequenza del rilievo deve essere come indicato nei disegni di Progetto.

- ***Caratteristiche dei materiali***

Vengono di seguito definiti i requisiti, in base a quanto previsto dalla normativa UNI EN 1436:2004, ai quali tutti i prodotti, impiegati nei lavori di segnaletica orizzontale, devono ottemperare per tutta la loro vita utile.

Valori prestazionali minori a quelli richiesti sono da considerare insufficienti a garantire il mantenimento degli standard di sicurezza previsti.

La segnaletica orizzontale deve essere efficiente subito dopo la posa in opera.

Gli standard prestazionali richiesti sono:

- Colore
- Retroriflessione (Visibilità notturna)
- Resistenza allo slittamento SRT Skid Resistance Tester (resistenza al derapaggio)

– Tempo di essiccazione

Il colore dei prodotti di segnaletica orizzontale è la sensazione cromatica percepita dall'osservatore; viene definito mediante le coordinate di cromaticità riferite al diagramma colorimetrico standard CIE (ISO/CIE 10526 – 1991).

I colori dei prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c devono rientrare, per tutta la loro vita funzionale, all'interno delle zone determinate dalle coordinate cromatiche, rilevate secondo le metodologie di cui ai successivi articoli e riportate nella tabella seguente:

Punti d'angolo delle regioni cromatiche per i colori bianco e giallo misurati con illuminante standard D65 (ISO/CIE 10526).

Colore	Vertici				
		1	2	3	4
Bianco (materiali tipo a,b,c)	x	0.355	0,305	0.285	0.335
	y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo (classe Y2) (materiali tipo a,b,c)	x	0.494	0.545	0.465	0.427
	y	0.427	0.455	0.535	0.483
Blù ^(c)	x	0.078	.0,150	.0,210	0.137
	y	0.171	.0,220	.0,160	0.038
Geometria di lettura: 45°/0°, illuminazione a (45°□5°) e misura a (0°±1°)					
Nota: per il giallo la classe Y2 è intesa per segnaletica provvisoria (cantieri di lunga durata)					
^(c) valori definiti secondo il diagramma colorimetrico standard CIE (ISO/CIE 10526 – 1991)					

La retroriflessione della segnaletica orizzontale è determinata dall'illuminazione artificiale della segnaletica stessa e viene definita dal valore del coefficiente di luminosità retroriflessa.

Il valore minimo del coefficiente di luminosità retroriflessa (RL) in condizioni di superficie stradale asciutta, rilevato secondo la metodologia di cui ai successivi articoli, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c e per tutta la loro vita utile di:

Tipo di materiale e colore		Valore minimo R _L (mcd·m ⁻² ·lx ⁻¹)
a,b	Bianco	150
a,b(classe Y2)	Giallo	150
c	Bianco	300
c (classe Y2)	Giallo	150
Nota: per il giallo la classe Y2 è intesa per segnaletica provvisoria (cantieri di lunga durata)		

La segnaletica orizzontale deve possedere nelle sue caratteristiche una resistenza al derapaggio creato dalla interazione tra il pneumatico ed il prodotto segnaletico in condizioni sfavorevoli.

Il valore minimo, rilevato secondo le metodologie di cui ai successivi articoli, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c e per tutta la loro vita funzionale di:

<i>Classe</i>	<i>Valore SRT minimo</i>
S1	SRT ≥ 45

Nota: SRT (British portable Skid Resistance Tester).

Il tempo di essiccazione rilevato secondo le metodologie di cui al successivo articolo, deve rientrare nei tempi di seguito indicati.

Per le pitture il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale applicato sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e +40°C ed umidità relativa non superiore al 70% deve asciugarsi entro 15 minuti dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale non deve sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Le idropitture devono essere impiegate con una temperatura dell'aria superiore a 10° e con un umidità relativa inferiore a 80%.

Il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale applicato sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e +40°C ed umidità relativa non superiore al 70% deve solidificarsi entro 30 secondi per lo spruzzato ed entro 180/240 secondi per l'estruso dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale non deve sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

In presenza di superfici umide e/o con umidità relativa superiore al 70%, a discrezione della Direzione Lavori e/o per motivi di sicurezza del traffico, l'applicazione della segnaletica deve essere preceduta da una fase d'asciugatura della pavimentazione (termoriscaldatura) al fine di garantire una perfetta adesione del prodotto.

Prefabbricato conformabile (laminato elastoplastico)

La completa essiccazione del primer, al fine di facilitare l'adesione del prodotto alla pavimentazione, deve avvenire entro 15 minuti dall'applicazione.

Dopo la rullatura i laminati devono essere trafficabili.

Prefabbricati conformabili (laminato elastoplastico)

La striscia laminata deve essere costituita da laminati elastoplastici, autoadesivi costituiti da polimeri d'alta qualità, contenenti microgranuli di materiale speciale ad alto potere antisdrucchiolo, di pigmenti stabili nel tempo e con microsferi di vetro o di ceramica con ottime caratteristiche di rifrazione ed ad elevata resistenza all'usura.

Devono essere inoltre impermeabili, idrorepellenti, antiderapanti, resistenti alle soluzioni saline, alle escursioni termiche, all'abrasione e non deve scolorire al sole.

I laminati devono essere facilmente applicabili su qualunque tipo di superficie: manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio

La scelta del laminato, tipo C2 o C3, incassato su pavimentazione nuova o applicato su pavimentazioni esistenti, deve essere effettuata in base alla vita funzionale prevista del manto bituminoso. Potranno essere posti in opera mediante i procedimenti seguenti:

- incassandoli in pavimentazioni nuove ad addensamento non ancora completamente ultimato e con temperatura compresa tra i 50° e i 70°.
- potrà essere effettuato, se ordinato dalla Direzione Lavori, anche su pavimentazioni realizzate già da tempo, riscaldando la superficie d'incasso con idonea attrezzatura munita di lampade a raggi infrarossi in grado di riscaldare il supporto alle temperature sopra indicate.

(L'incasso in entrambi i modi deve essere realizzato con l'impiego di un rullo costipatore, a ruote metalliche, d'adeguato peso e dimensioni accettato dalla Direzione Lavori).

- su pavimentazioni esistenti, preventivamente pulite, utilizzando del primer per facilitarne l'adesione. Prima di applicare il laminato il primer deve essere completamente essiccato. Dopo l'applicazione deve essere pressato con l'impiego di un rullo costipatore, a ruote metalliche, d'adeguato peso e dimensioni accettato dalla Direzione Lavori.

L'applicazione dei laminati deve avvenire con l'impiego d'idonea attrezzatura, approvata dalla Direzione Lavori, automatica e semovente dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento del laminato e lame da taglio comandate automaticamente.

Le frecce, le lettere e le zebraure saranno posate manualmente e successivamente sottoposte a rullatura.

- ***Controlli standard prestazionali dei materiali***

I controlli previsti degli standard prestazionali dei materiali, devono essere effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti per tutta la vita funzionale.

Tali verifiche saranno effettuate tutte le volte che la Committente lo riterrà opportuno.

Queste devono avvenire in contraddittorio con l'Appaltatore, qualora questo non si presenti, l'avvenuto prelievo o verifica sarà comunicata dal Direttore dei Lavori all'Appaltatore stesso successivamente con espressa scrittura che indichi i termini di riferimento del luogo in cui è stata effettuata la prova.

Le prove a cui saranno sottoposti i prodotti saranno eseguite in cantiere con strumentazioni portatili in sito ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori e riguarderanno:

- Colore
- Retroriflessione
- Resistenza al derapaggio

I controlli delle coordinate cromatiche verranno eseguiti, come previsto dall'allegato C della UNI EN1436:2004, con uno strumento dotato di una sorgente luminosa avente una distribuzione spettrale del tipo D65, come definito dalla norma ISO/CIE 10526.

La configurazione geometrica di misura da impiegare deve essere la 45/0, con un angolo di illuminazione di $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$ e un angolo di osservazione di $0^{\circ} \pm 10^{\circ}$.

Gli angoli si intendono misurati rispetto alla normale alla superficie della segnaletica.

La superficie minima misurata deve essere di 5 cm².

Per delle superfici molto rugose, la superficie di misurazione deve essere superiore a 5 cm², ad esempio 25 cm².

Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:

a) linee longitudinali

deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo; in ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche.

b) simboli

per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di cinque letture.

c) lettere

per ogni lettera, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di tre letture.

d) linee trasversali

per ogni striscia trasversale, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di cinque letture.

I controlli dei valori di retroriflessione verranno eseguiti con apparecchi che utilizzino la geometria stabilita dalla UNI EN1436:2004 allegato B, con le seguenti principali caratteristiche:

- angolo di osservazione $\alpha = 2.29^\circ$
- altezza osservatore rispetto al piano stradale 1,2 m
- altezza proiettori rispetto dal piano stradale 0,65 m
- superficie minima di misurazione 50 cm²;
- angolo di illuminazione $\varepsilon = 1.24^\circ$
- distanza visiva simulata 30 m;
- illuminante A analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526;

Il valore di retroriflessione deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e delle condizioni della superficie stradale come previsto nella UNI EN 1436 allegato B e più precisamente:

a) linee longitudinali

deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapportini giornalieri e/o ordinativi di lavoro).

In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo dieci letture dei valori di retroriflessione.

b) simboli

per ogni simbolo, il valore di retroriflessione, sarà dato dalla media di dieci letture.

c) lettere

per ogni lettera, il valore di retroriflessione, sarà dato dalla media di tre letture.

d) strisce trasversali

per ogni striscia trasversale, il valore di retroriflessione, sarà dato dalla media di dieci letture.

I controlli dei valori di resistenza al derapaggio verranno eseguiti con l'apparecchio "Skid Resistance Tester ", come previsto nella UNI EN 1436:2004 allegato D, consistente in un pendolo oscillante accoppiato ad un cursore di gomma nella sua estremità libera.

Lo strumento in oggetto rileva la perdita di energia del pendolo, causata dalla frizione del cursore in gomma su una data area del segnale orizzontale, con risultato espresso in unità SRT.

Il valore di resistenza al derapaggio sarà dato dalla media di cinque letture eseguite in ogni singolo punto scelto, nel tratto riferito ai rapportini giornalieri, se i valori rilevati non differiscono di più di tre unità; altrimenti devono essere effettuate misure successive finché si otterranno cinque valori che non differiscono di più di tre unità.

- ***Esecuzione dei lavori***

La posa del materiale dipende dal tipo di prodotto da applicare al quale è associato una specifica attrezzatura. Per il controllo qualità dell'applicazione dei prodotti si deve fare riferimento alla UNI 11154:2006.

Le superfici interessate dalla segnaletica orizzontale devono essere accuratamente pulite in modo da essere liberate da ogni impurità in grado di nuocere all'adesione dei materiali impiegati. E' vietata l'eliminazione di tracce di olio o grasso a mezzo di solventi.

L'applicazione dei materiali deve avvenire su superfici asciutte e deve essere effettuata, con mezzi meccanici idonei cercando inoltre di ridurre al minimo l'ingombro della carreggiata e quindi le limitazioni da imporre alla circolazione.

La posa in opera dei materiali per segnaletica orizzontale deve essere eseguita secondo i tracciati, le figure e le scritte preesistenti o stabiliti negli elaborati progettuali.

Comunque l'Appaltatore è tenuto a propria cura e spese, ad effettuare la rimozione ed il rifacimento della segnaletica giudicata non regolarmente eseguita anche per quanto concerne la sua geometria (dimensioni, intervalli, allineamenti ecc.).

I materiali dovranno avere un potere coprente uniforme e tale da non far trasparire, in nessun caso, il colore della sottostante pavimentazione.

- ***Penali***

Qualora i risultati delle certificazioni relativi sia alla qualità che alla posa in opera dei materiali, ottenuti dalle prove predisposte, non fossero rispondenti a quanto prescritto dal presente Capitolato Speciale dovranno essere applicati i seguenti provvedimenti:

a) certificazione di qualità

I materiali non conformi a quanto richiesto nelle presenti Norme, non saranno accettati.

b) prodotti non approvati

l'uso di prodotti non approvati dalla Committente comporterà il non pagamento dei lavori eseguiti.

c) vita utile della segnaletica orizzontale

durante il periodo della vita utile della segnaletica orizzontale, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, a tutti i ripristini e rifacimenti che si dovessero rendere necessari a causa della carenza, anche di una sola, delle caratteristiche prestazionali richieste, come indicato nelle presenti Norme.

14.BARRIERE DI SICUREZZA

14.1 Premessa

14.1.1 Generalità

Le normative da rispettare per le barriere di sicurezza sono le seguenti:

- D.M. 28 giugno 2011 (G.U. n. 233 del 06.10.11), "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale";
- D.M. 21 giugno 2004 n° 2367 (G.U. n. 182 del 05.08.04), "Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale";
- UNI EN 1317-1, "Sistemi di ritenuta stradali parte 1: terminologia e criteri generali per i metodi di prova";
- UNI EN 1317-2, "Sistemi di ritenuta stradali parte 2: classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari";
- UNI EN 1317-3, "Sistemi di ritenuta stradali parte 3: classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto";
- UNI ENV 1317-4, "Barriere di sicurezza stradali: classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza";
- UNI EN 1317-5, "Barriere di sicurezza stradali parte 5: requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli";
- Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti, prot. 62032 del 21.07.2010, "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali";
- D.M. 18 febbraio 1992, n. 223. (G.U. n. 63 del 16.03.92). "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i.. "Nuovo codice della Strada";
- D.P.R. n. 495/92 e s.m.i.. "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada";
- D.M. 5 novembre 2001, n. 6792. "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- ETAG 001: Guideline for European Technical Approvals of Metal Anchors for use in Concrete, Annex C: Design Methods for Anchorages. Redatto dall'Istituto Europeo per le omologazioni "E.O.T.A." (European Organisation for Technical Approvals);
- D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni";

- UNI EN 12767, "Sicurezza passiva di strutture di sostegno per attrezzature stradali. Requisiti e metodi di prova".

Si fa notare come le versioni 2010 delle norme 1317-1, -2, -3, con i relativi "errata-corrige", in vigore dal 05.08.2010, siano diventate cogenti, in quanto norme europee armonizzate, a partire dal 01.01.2013.

Ai sensi delle vigenti ed in parte già citate norme (D.M. 18/02/1992 n. 223, D.P.R. 21/04/1993 n. 246 in attuazione della direttiva 89/106/CEE, D.M. 21/06/2004, Regolamento UE n. 305/2011 del 09/03/2011, D.M. 28/06/2011), considerato che risulta da tempo recepito l'utilizzo delle norme europee UNI EN 1317, parti 1, 2, 3 e 4 concernenti le barriere di sicurezza stradali e che risulta scaduto in data 01/01/2011 il periodo di coesistenza relativo alla norma europea armonizzata UNI EN 1317-5:2008 "Barriere di sicurezza stradali - Parte 5: requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli", possono essere installati:

- 1) dispositivi di ritenuta stradali dotati di "marcatatura CE" in conformità alla norma UNI EN 1317-5:2008 e successivi aggiornamenti ed alle norme di supporto in essa riportate.

Tali sistemi dovranno essere dotati di:

- "Certificato CE di conformità", rilasciato da un Organismo Notificato;
 - "Dichiarazione CE di conformità", rilasciata dal fabbricante o produttore, ovvero dal suo mandatario stabilito nell'Unione Europea;
 - "Manuale di utilizzo e di installazione", redatto ai sensi del D.M. 28/06/2011;
- 2) soltanto entro il termine massimo del 21/10/2012, dispositivi di ritenuta stradali sprovvisti di "marcatatura CE", purché sussista una delle due seguenti condizioni:
 - siano stati omologati ai sensi del D.M. 21/06/2004 ed immessi sul mercato entro il 31/12/2010;
 - siano stati sottoposti, con esito positivo, alle prove d'urto di cui alle norme UNI EN 1317. In questo caso i rapporti di prova devono essere preventivamente sottoposti al Direttore dei Lavori, che ne accerterà l'esito positivo.

Le barriere ed i dispositivi, a seconda della loro destinazione ed ubicazione, devono corrispondere a quanto prescritto nelle "Istruzioni Tecniche" allegate al D.M. sopracitato.

Le protezioni dovranno essere realizzate secondo quanto previsto dal Progetto e con dispositivi che abbiano conseguito il "Certificato d'omologazione" rilasciato dal Ministero dei Lavori Pubblici-Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale.

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.

A seconda della loro destinazione ed ubicazione, le barriere e gli altri dispositivi si dividono nei seguenti tipi:

- barriere centrali da spartitraffico;
- barriere laterali;
- barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.;

- barriere o dispositivi per punti singolari, quali barriere per chiusura varchi, attenuatori d'urto per ostacoli fissi, letti di arresto o simili, terminali speciali, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, dispositivi per zone di transizione e simili.

14.1.2 Finalita' dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali

Le barriere di sicurezza stradale e gli altri dispositivi di ritenuta sono posti in opera essenzialmente al fine di realizzare per gli utenti della strada e per gli esterni eventualmente presenti, accettabili condizioni di sicurezza in rapporto alla configurazione della strada, garantendo, entro certi limiti, il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale. Le barriere di sicurezza stradale e gli altri dispositivi di ritenuta devono quindi essere idonei ad assorbire parte dell'energia di cui e' dotato il veicolo in movimento, limitando contemporaneamente gli effetti d'urto sui passeggeri.

14.1.3 Individuazione delle zone da proteggere

Le zone da proteggere per le finalita' previste, definite, come previsto dal decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, e successivi aggiornamenti e modifiche, dal progettista della sistemazione dei dispositivi di ritenuta, devono riguardare almeno: i margini di tutte le opere d'arte all'aperto quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna; la protezione dovra' estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente ritenuto che il comportamento delle barriere in opera sia paragonabile a quello delle barriere sottoposte a prova d'urto e comunque fino a dove cessi la sussistenza delle condizioni che richiedono la protezione; lo spartitraffico ove presente; il margine laterale stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna e' maggiore o uguale a 1 m; la protezione e' necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessita' di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosita' a valle della scarpata (presenza di edifici, strade, ferrovie, depositi di materiale pericoloso o simili): gli ostacoli fissi (frontali o laterali) che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc, ed i manufatti, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc, che in caso di fuoriuscita o urto dei veicoli potrebbero subire danni comportando quindi pericolo anche per i non utenti della strada. Occorre proteggere i suddetti ostacoli e manufatti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione e si trovino ad una distanza dal ciglio esterno della carreggiata, inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza; tale distanza varia in funzione dei seguenti parametri: velocita' di Progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza della scarpata, pericolosita' dell'ostacolo. Le protezioni dovranno in ogni caso essere effettuate per una estensione almeno pari a quella indicata nel certificato di omologazione, ponendone circa due terzi prima dell'ostacolo, integrando lo stesso dispositivo con eventuali ancoraggi e con i terminali semplici indicati nel certificato di omologazione, salvo diversa prescrizione del progettista.

Le barriere di sicurezza dovranno avere la lunghezza minima di cui sopra, escludendo dal computo della stessa i terminali semplici o speciali, sia in ingresso che in uscita. Laddove non

sia possibile installare un dispositivo con una lunghezza minima pari a quella effettivamente testata (per esempio ponti o ponticelli aventi lunghezze in alcuni casi sensibilmente inferiori all'estensione minima del dispositivo), sarà possibile installare una estensione di dispositivo inferiore a quella effettivamente testata, provvedendo però a raggiungere la estensione minima attraverso un dispositivo diverso (per esempio testato con pali infissi nel terreno), ma di pari classe di contenimento (o di classe ridotta - H3 nel caso di affiancamento a barriere bordo ponte di classe H4) garantendo inoltre la continuità strutturale. L'estensione minima che il tratto di dispositivo «misto» dovrà raggiungere sarà costituita dalla maggiore delle lunghezze prescritte nelle omologazioni dei due tipi di dispositivo da impiegare.

In particolare, ove possibile, per le protezioni isolate di ostacoli fissi, all'inizio dei tratti del dispositivo di sicurezza, potranno essere utilizzate integrazioni di terminali speciali appositamente testati. Per la protezione degli ostacoli frontali dovranno essere usati attenuatori d'urto, salvo diversa prescrizione del progettista.

14.1.4 Conformità dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali e loro installazione

Tutti i componenti di un dispositivo di ritenuta devono avere adeguata durabilità mantenendo i loro requisiti prestazionali nel tempo sotto l'influenza di tutte le azioni prevedibili. Per la produzione di serie delle barriere di sicurezza e degli altri dispositivi di ritenuta, i materiali ed i componenti dovranno avere le caratteristiche costruttive descritte nel Progetto del prototipo allegato ai certificati di omologazione, nei limiti delle tolleranze previste dalle norme vigenti o dal progettista del dispositivo all'atto della richiesta di omologazione. All'atto dell'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali, le caratteristiche costitutive dei materiali impiegati dovranno essere certificate mediante prove di laboratorio. Dovranno inoltre essere allegate le corrispondenti dichiarazioni di conformità dei produttori alle relative specifiche tecniche di prodotto. Le barriere e gli altri dispositivi di ritenuta omologati ed installati su strada dovranno essere identificati attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 metri di installazione) o sul dispositivo, e riportante la denominazione della barriera o del dispositivo omologato, il numero di omologazione ed il nome del produttore. Una volta conseguita l'armonizzazione della norma EN 1317 e divenuta obbligatoria la marcatura CE, le informazioni da apporre sul contrassegno saranno quelle previste nella stessa norma EN 1317, parte 5. Nell'installazione sono tollerate piccole variazioni, rispetto a quanto indicato nei certificati di omologazione, conseguenti alla natura del terreno di supporto o alla morfologia della strada (ad esempio: infissione ridotta di qualche paletto o tirafondo; inserimento di parte dei paletti in conglomerati cementizi di canalette; eliminazione di supporti localizzati conseguente alla coincidente presenza di caditoie per l'acqua o simili). Altre variazioni di maggior entità e comunque limitate esclusivamente alle modalità di ancoraggio del dispositivo di supporto sono possibili solo se previste in Progetto, come riportato nell'art. 6. Alla fine della posa in opera dei dispositivi, dovrà essere effettuata una verifica in contraddittorio da parte della ditta installatrice, nella persona del suo Responsabile Tecnico, e da parte del committente, nella persona del direttore lavori anche in riferimento ai materiali costituenti il dispositivo. Tale verifica dovrà risultare da un certificato di corretta posa in opera sottoscritto.

14.1.5 Documentazione "as built" da presentare al termine dei lavori

Con nota prot. 5079 del 22.11.2006, l'Anas ha definito la documentazione da presentare a fine lavori per l'ottenimento dell'agibilità della strada (vedere tabella che segue):

Poiché è evidente che l'inviluppo della documentazione prevista dalla norma e richiesta dall'Anas nella nota citata non può essere prodotto nella vera e propria fase progettuale ma, almeno in parte (curare con specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo l'adattamento dei singoli dispositivi, progettare le transizioni, ..., produrre elaborati "as built", ...) dovrà essere elaborato dopo la scelta dei dispositivi di cui si prevede l'impiego e dopo la fase esecutiva dei lavori (fasi entrambe a cura dell'Appaltatore), l'Appaltatore si impegna a produrre tutta la documentazione di propria competenza come definita nella tabella sopra riportata, fornendo gli elaborati firmati da Tecnico abilitato.

14.2 Barriere metalliche

14.2.1 Accettazione dei materiali

I produttori dei dispositivi omologati devono essere specializzati e certificati in qualità aziendale secondo le norme UNI EN ISO 9001.

I materiali componenti, i suddetti dispositivi omologati dovranno avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione e dovranno essere realizzati con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichiarazione di conformità di produzione che nel caso di barriere con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dall'Appaltatore e controfirmata dal Direttore Tecnico della Ditta Produttrice a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al "Certificato d'omologazione".

**DOCUMENTAZIONE DA PRESENTARE A FINE LAVORI (nota ANAS n. 5079 del
22.11.2006)**

Item	Descrizione	Tipologia elaborati	Tipologia della strada	
			Vp < 70 km/h	Vp >=70 km/h
A	Relazione motivata sulle scelte DM 223/92, art. 2, comma 1	- Relazione Generale barriere	Non prevista	A cura di: Progettista
B	Tipi delle barriere di sicurezza da adottare, la loro ubicazione e le opere complementari connesse (fondazione, supporti, dispositivi di smaltimento delle acque, ecc.), nell'ambito della sicurezza stradale DM 223/92, art. 2, comma 1	- Planimetria - Tipologici e particolari	A cura di: Progettista	A cura di: Progettista
C	Caratteristiche prestazionali dei dispositivi e in particolare la tipologia, la classe, il livello di contenimento, l'indice di severità, i materiali, le dimensioni, il peso massimo, i vincoli, la larghezza di lavoro, ecc., tenendo conto della loro congruenza con il tipo di supporto, il tipo di strada, le manovre ed il traffico prevedibile su di essa e le condizioni geometriche esistenti DM 2367, art.6	- Tipologici e particolari	A cura di: Progettista	A cura di: Progettista
D	Specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo per l'adattamento dei singoli dispositivi omologati o per i quali siano stati redatti rapporti di prova, alla sede stradale, con riferimento ai terreni di supporto, ai sistemi di fondazione, allo smaltimento delle acque, alle zone di approccio e di transizione DM 2367, art. 6	- Relazione di calcolo - Disegni esecutivi	A cura di: Appaltatore Approvato da: Direttore Lavori	A cura di: Appaltatore Approvato da: Direttore Lavori
E	Planimetrie as built con indicazione delle tipologie ed estesa delle medesime Nota ANAS prot. 5079	- Planimetria	A cura di: Appaltatore Sottoscritto da: Direttore Lavori	A cura di: Appaltatore Sottoscritto da: Direttore Lavori
F	Elaborato redatto in caso siano intervenute variazioni rispetto al progetto/perizia nel quale vengono giustificate le tipologie di barriere adottate e si riporti il calcolo delle stesse in special modo per quelle ubicate nei punti singolari (zone di transizione tra barriere di tipo diverso, barriere in corrispondenza di ostacoli fissi, ecc). Nota ANAS prot. 5079	Elaborati previsti agli Item A, B, C, D e E	A cura di: Progettista (Item A, B e C) A cura di: Appaltatore (Item D e E)	A cura di: Progettista (Item A, B e C) A cura di: Appaltatore (Item D e E)

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.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dalla qualità dei materiali stessi.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati alle attestazioni nonché la regolarità delle lavorazioni.

La qualità dei materiali sarà verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

14.2.2 *Qualità dei materiali*

- ***Caratteristiche dell'acciaio.***

L'acciaio impiegato per le barriere dovrà essere esente da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra, per qualità, spessori e finiture. La qualità deve essere di tipo UNI EN 10025 - S275 JR, o di qualità UNI EN 10025 - S235.

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.

Le barriere stradali di sicurezza in acciaio a profilo squadrato CORTEN B saranno di tipo S355J2W complete di Certificazione nel rispetto della norma armonizzata EN1317-5, rispondente ai requisiti della marcatura CE nella classe H1 (certificante una larghezza di funzionamento minima di W4) effettuati in un centro autorizzato dal Ministero dei Lavori Pubblici.

Per ogni partita di materiale impiegato, l'Appaltatore dovrà presentare un attestato di qualità dell'acciaio rilasciato dalla ferriera di provenienza e sottoscritto dal legale rappresentante del fornitore.

- ***Tolleranze dimensionali.***

Nella costruzione dei profilati d'acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI 7344. Per le tolleranze di spessore, si riterranno validi i valori riportati di seguito:

- Lamiere o nastri fino a 3,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa $\pm 0,05$ mm;
- Lamiere o nastri da 3,50 mm a 7,00 mm - Tolleranza di spessore ammessa $\pm 0,10$ mm;
- Lamiere o nastri oltre 7,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa $\pm 0,15$ mm.

- ***Unioni bullonate.***

La bulloneria impiegata dovrà essere della classe 8.8 UNI EN 20898.

- ***Unioni saldate.***

I collegamenti tra elementi metallici da effettuarsi mediante saldatura dovranno essere del tipo a penetrazione ed effettuati nel rispetto dell'articolo 2.5 delle norme CNR UNI 10011. In particolare l'Appaltatore, qualora non espressamente descritto nei disegni di Progetto, dovrà rispettare le Norme sopra richiamate, tenendo presente di volta in volta, le caratteristiche generali e particolari delle saldature stesse, ivi compresi, qualità e spessori dei materiali, procedimenti, tipi di giunto e classi di saldatura.

- ***Zincatura.***

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

Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono riportate nel prospetto D.1 della suddetta Norma.

Lo zinco impiegato per i rivestimenti dovrà essere di qualità Zn 99,95.

- ***Caratteristiche della rete e dei fili metallici.***

La rete, utilizzata a complemento dei parapetti metallici, sarà realizzata con fili d'acciaio crudo, con resistenza minima unitaria di rottura di 55 kg/mm², mentre i fili di legatura saranno in acciaio dolce.

La rete e i fili saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante). In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 g/m².

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

14.2.3 Modalità d'esecuzione

- ***Barriere infisse a bordo laterale e spartitraffico***

La barriera sarà posizionata sul margine esterno* o in spartitraffico* in modo che il filo dell'onda superiore del nastro cada in corrispondenza del ciglio della piattaforma stradale*7.

I nastri saranno collegati fra di loro ed ai sostegni mediante bulloni con esclusione di saldature; il collegamento tra i nastri sarà fatto tenendo conto del senso di marcia in maniera che ogni elemento sia sovrapposto al successivo per evitare risalti contro la direzione del traffico.

Il serraggio dei bulloni potrà avvenire anche con chiave pneumatica purché sia assicurata una coppia finale di almeno 10 kg•m da verificare con chiave dinamometrica su un proporzionato numero di bulloni.

Sul bordo superiore dei nastri saranno applicati dei delineatori con elementi rifrangenti segnalimite, i quali dovranno essere preventivamente omologati secondo le norme vigenti ed accettati dalla Direzione Lavori.

Saranno costituiti da un supporto in lamiera e da catadiottri in metacrilato di colore arancione, composti da un 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.

Per la viabilità ordinaria saranno invece utilizzati quelli di tipo bifacciale bianco/rosso con caratteristiche simili ai precedenti.

I sostegni saranno infissi con idonea attrezzatura vibrante o a percussione fino alla profondità necessaria per il rispetto della quota stabilita, avendo cura di non deformare la testa del sostegno ed ottenere l'assoluta verticalità finale, facendo in modo che le alette del sostegno siano posizionate in senso contrario a quello del traffico.

* Come definiti dal DM 05.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"

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'Appaltatore alcun compenso.

Qualora il rifiuto interessi più sostegni contigui, l'Appaltatore è tenuto a sospendere l'infissione e avvertire tempestivamente la Direzione Lavori perché questa possa assumere le decisioni circa i criteri d'ancoraggio da adottare.

Le cavità eventualmente formatisi alla base dei sostegni dopo l'infissione, a seconda della natura della sede, dovranno essere intasate con materiale inerte costipato o chiuse con malte di cemento.

In caso di carenza di vincolo od altre particolari situazioni, la Direzione Lavori potrà richiedere l'adozione d'adeguate opere di rinforzo.

Lungo il tracciato della barriera possono esistere cavi elettrici, telefonici e altri, per cui l'Appaltatore è tenuto a chiedere agli Enti interessati, in accordo con la Direzione Lavori, le necessarie indicazioni per la loro individuazione ed operare con le dovute cautele.

In ogni caso eventuali danni arrecati agli impianti predetti ed eventuali oneri per l'individuazione dei cavi stessi sono totalmente a carico dell'Appaltatore restando la Committente sollevata da ogni responsabilità ed onere conseguente.

Sono a carico dell'Appaltatore le eventuali riprese d'allineamento e rimessa in quota delle barriere per il periodo sino al collaudo ancorché ciò dipenda da limitati cedimenti della sede stradale e la ripresa possa essere eseguita operando sulle tolleranze dei fori di collegamento.

Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità d'installazione da parte dell'Appaltatore, controfirmata dal Direttore Tecnico dell'eventuale Appaltatore Installatrice che garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato d'omologazione".

Questa dichiarazione dovrà essere associata alle altre attestazioni previste dalla normativa vigente in termini di controllo qualità ed altro.

Nel caso di sostituzione di barriera esistente, l'eventuale smontaggio dovrà essere effettuato con cura senza causare rotture o danni. Eventuali danni o perdite saranno imputate all'Appaltatore.

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'Appaltatore.

Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Committente e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi o portato a discarica, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori, sempre a cura e spese dell'Appaltatore.

Alla rimozione dovrà seguire prontamente il montaggio delle nuove barriere in modo da non lasciare tratti d'autostrada senza protezione.

- ***Barriere per opere d'arte***

La posa in opera delle barriere sulle opere d'arte sarà effettuata mediante montanti con piastra, fissati con tasselli o per mezzo di tirafondi nel cordolo di calcestruzzo.

La barriera sarà posizionata sul cordolo in calcestruzzo in modo che il filo dell'onda superiore del nastro cada a filo cordolo, in corrispondenza del ciglio della piattaforma stradale*8.

In caso di presenza di traffico l'Appaltatore dovrà adottare tutti i sistemi e le precauzioni per evitare sia interruzioni nel transito dei veicoli che la caduta d'oggetti e materiali.

Nel caso di sostituzione di barriera esistente, ai lavori di smontaggio dovranno seguire, nel tempo strettamente necessario, i lavori d'installazione in modo da non lasciare parti di parapetto prive di protezione.

Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Committente e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi o portati a discarica, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori, sempre a cura e spese dell'Appaltatore.

- ***Barriere mobili per chiusura varchi dello spartitraffico centrale***

I varchi presenti nello spartitraffico - nei casi in cui debbano essere dotati di barriera di sicurezza – possono prevedere due tipi di dispositivo:

- barriere amovibili con attrezzature di sollevamento (tipo NJ in calcestruzzo), per varchi di tipo operativo, che vanno aperti per lavori o altre esigenze operative legate a programmazioni precise, in adiacenza di opere d'arte, uscite autostradali e simili;
- barriere mobili ad apertura rapida, apribili senza l'ausilio di attrezzature, anche da personale non esperto, per esigenze di gestione incidenti.

La barriera mobile, salvo indicazioni particolari, sarà posizionata sull'asse dello spartitraffico centrale e sarà appoggiata su una pavimentazione in asfalto priva di gradini e quant'altro possa impedire il movimento degli elementi costituenti la suddetta barriera.

14.2.4 Prove - penali

Di norma le campionature saranno eseguite con la cadenza descritta di seguito tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti la barriera di protezione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore.

- ***Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e bulloneria.***

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme UNI EN 10025.

Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI EN 20898, mentre la Direzione Lavori provvederà a verificare in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore il serraggio dei dadi con chiave dinamometrica tarata a 10 kg•m.

Le caratteristiche delle unioni saldate saranno controllate in conformità alle Norme previste dal Decreto M.LL.PP. del 14/02/1992.

* Come definiti dal DM 05.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"

In particolare sarà effettuato preventivamente un controllo visivo in cantiere da parte dei responsabili della Direzione Lavori, mirato ad individuare eventuali presenze d'anomalie sui cordoni, come porosità, inclusioni o cricche.

In questo caso il materiale dovrà essere sostituito con altro rispondente a quanto richiesto.

Inoltre sarà effettuata una verifica in sito o in laboratorio che prevede il controllo mediante ultrasuoni, oppure un controllo mediante liquidi penetranti.

Sarà eseguito, per le barriere di sicurezza, un prelievo ogni 3.000 m d'impianto.

Per le opere d'arte invece un prelievo pari al 5% sul numero totale delle opere da proteggere. In ogni caso, per ogni tipologia dovrà essere effettuato almeno un prelievo.

Per i varchi amovibili, sarà eseguito un prelievo ogni dieci varchi, con un minimo di uno.

Le campionature relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria saranno inviate presso un laboratorio indicato dalla Direzione Lavori.

Per irregolarità relative alla qualità, spessori e dimensioni dei materiali e quanto altro possa concorrere anche in modo parziale a compromettere la resistenza strutturale degli impianti, l'Appaltatore sarà tenuto a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.

- ***Prove relative alle caratteristiche dei rivestimenti anticorrosivi.***

Le caratteristiche del rivestimento di zinco dei profilati a freddo saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR - CEI n. 7-6/VII 1968 descritte di seguito:

- Determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica.
- Determinazione della massa dello strato di zinco.
- Determinazione dello spessore dello strato di zinco.
- Determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco.
- Determinazione della aderenza dello strato di zinco.

Per quanto concerne la rete relativa alle barriere per opere d'arte, essa sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva di 28 cicli in clima variabile d'acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa, secondo le Norme DIN 50018 SFW 1.0S. I relativi provini saranno depositi nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima di 28 cicli.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 h, suddiviso in due parti: nella prima parte, della durata di 8 h, i campioni saranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo; nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo e sottoposti ad aerazione.

Il materiale sarà ritenuto accettabile qualora al termine della prova della durata di 28 cicli i campioni non abbiano subito alcuna entità d'ossidazione aderente e/o permanente.

Sarà eseguito, per le barriere di sicurezza, un prelievo ogni 3.000 m d'impianto; per le opere d'arte invece un prelievo pari al 5% sul numero totale delle opere da proteggere.

In ogni caso, per ogni tipologia dovrà essere effettuato almeno un prelievo.

Le campionature relative alla zincatura dovranno essere inviate al "Laboratorio Autostrade".

Per irregolarità relative alla qualità e spessori della zincatura, l'Appaltatore sarà tenuto 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'Appaltatore.

- ***Penali per irregolarità d'esecuzione***

Per quanto concerne il montaggio, l'Appaltatore sarà tenuto 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 nel "Certificato d'omologazione".

14.3 Barriere prefabbricate a profilo New Jersey

La posa e rimozione di barriere prefabbricate a profilo "New Jersey" del tipo monofilare "provvisorie", occorrenti per deviazioni del traffico e/o delimitazione del cantiere, comprende il carico, trasporto e scarico degli elementi dal deposito al cantiere e viceversa, il montaggio e lo smontaggio delle piastre di collegamento e quant'altro occorre.

Gli elementi prefabbricati "definitivi" in conglomerato cementizio armato a profilo "New Jersey" saranno installati nello spartitraffico centrale e sui cordoli laterali del viadotto.

14.3.1 NJ in spartitraffico

Nello spartitraffico saranno installati elementi di tipo "monofilare" rinforzati in testa con barra dywidag: altezza 1 m, larghezza alla base 62 cm, larghezza in testa 13,6 cm, lunghezza standard 6,20 m; che saranno poggiati direttamente sul piano stradale collegandoli tra loro con una piastra d'acciaio zincato al piede ed in testa con un manicotto per le barre.

Eventuali elementi di chiusura avranno lunghezze diverse, così come saranno installati di forma diversa in corrispondenza dei varchi di scambio-carreggiata.

14.3.2 NJ bordo opera

Nei cordoli laterali del viadotto saranno posizionati elementi "bordo opera" predisposti d'ancoraggi per il corrimano di tipo strutturale: altezza 1 m, larghezza alla base 50 cm, larghezza in testa 24 cm, lunghezza nominale 3 e 6 m (lunghezza effettiva 2,98 e 5,98 m); che saranno ancorati ai cordoli con tiranti ed in testa muniti di una barra dywidag con manicotto.

Nelle zone di approccio all'opera d'arte stessa saranno posti elementi NJ ancorati su cordoli in conglomerato cementizio, di tipo II con $R_{ck} > 35$ MPa ed armati con acciaio Fe B 44k, allineati ai cordoli del viadotto.

14.3.3 Caratteristiche tecniche

Le caratteristiche di resistenza e comportamento previste, sono riferite a manufatti prefabbricati e quindi, per la loro accettazione così come per i controlli di qualità da eseguire, vale quanto precisato dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5.11.1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

Indipendentemente dall'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

14.3.4 Materiali

- **Conglomerato cementizio**

Dovrà rispondere alle specifiche tecniche riportate nell'art. 20 del presente Capitolato Speciale. La resistenza caratteristica specifica del conglomerato cementizio (Rck), sarà > 45 MPa ed il copriferro non inferiore a 2 cm.

Qualora sia richiesta la fornitura di barriere New Jersey realizzate in conglomerato cementizio leggero strutturale si dovranno seguire, per il confezionamento del suddetto conglomerato, i medesimi principi di quello ordinario, utilizzando argilla espansa strutturale tipo T6, con resistenza del granulo allo schiacciamento non inferiore a 70 kg/cm² (UNI 7549-7); il conglomerato cementizio leggero dovrà avere una resistenza caratteristica Rck > 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.

- **Acciaio**

L'armatura del conglomerato cementizio sarà in acciaio tipo Fe B 44k e barre a filettatura continua tipo "dywidag". Le piastre d'ancoraggio saranno in lamiera d'acciaio, zincata a caldo dopo lavorazione a norma ASTM A 123, protetta su ciascuna faccia da uno strato di zincatura non inferiore a 43 µm pari a 300 g/m².

Sarà zincata anche la bulloneria di collegamento e serraggio. Il manicotto di collegamento delle barre dywidag sarà realizzato in acciaio PR8035MnPb10; 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).

14.3.5 Posa in opera

Le modalità di posa in opera saranno concordate con la Direzione Lavori, alla quale l'Appaltatore sottoporrà il Progetto operativo.

- **Barriera spartitraffico "monofilare"**

Gli elementi costituenti, la barriera "monofilare" situata nello spartitraffico saranno posti direttamente sul piano viabile curando l'allineamento planimetrico ed altimetrico, utilizzando per questo dei compensatori di quota con zeppe o quadrotti in policloroprene a durezza elevata. Successivamente si procederà al collegamento degli elementi con le piastre zincate, alla base, ed in testa con manicotto in acciaio per dare continuità alle barre dywidag.

Il manicotto sarà protetto con lubrificante ad alta stabilità termica (perdita di peso < 3% con riscaldamento a 473 K per 4 h) e ricoperto con guaina elastica di polipropilene trattato UV/CP (contro i raggi ultravioletti e gli agenti atmosferici) di colore grigio (RAL n. 7032) arrotolato sulla zona per proteggere il tutto, dotato d'idoneo sistema di chiusura, e tale da sembrare un tubo. All'interno del manicotto si dovrà porre un bloccante anaerobico costituito da una resina di poliaccrilidiesteri.

- **Barriera laterale parapetto**

La posa degli elementi "da viadotto" costituenti la barriera laterale parapetto sarà indicativamente la seguente, iniziando i lavori dalla fine del viadotto rispetto alla direzione del traffico:

- predisposizione nel cordolo dei fori, avendo cura che il loro centro sia, dal bordo interno del cordolo (camera d'espansione), alle distanze prefissate;
- posizionamento longitudinale sul cordolo di due strisce di gomma espansa EPDM (Etilene Propilene Diene) a cellule chiuse tipo E75-2 di colore nero, come guarnizioni di tenuta all'acqua; lungo il lato interno, la striscia dovrà avere fori predisposti in corrispondenza delle camere d'espansione;
- posizionamento della barriera New Jersey con opportuni spessoramenti compensatori di quota con zeppe o quadrotti: in policloroprene a durezza elevata, al fine di aver un buon allineamento dei parapetti;
- collegamento degli elementi New Jersey tra di loro serrando il manicotto con le barre dywidag longitudinali. A tal fine l'Appaltatore dovrà colorare gli ultimi 7 cm della barra dywidag lato femmina con vernice rossa per consentire, in qualsiasi momento, il controllo del montaggio. Le misure potranno avere una tolleranza di ± 1 cm.
- perforazione, attraverso le scatole al piede della barriera, di un foro con corona diamantata delle caratteristiche come da Progetto;
- realizzazione del sottosquadro (camera conica che consente l'espansione delle alette del tirante) con lo strumento alesatore applicato alla carotatrice; l'esecuzione corretta della alesatura terminerà quando la boccola andrà a contatto con la rondella del fermo. L'ampiezza del sottosquadro, misurabile con idoneo strumento a "compasso", dovrà rispettare le indicazioni progettuali;
- posizionamento della guarnizione di tenuta all'acqua, in materiale di gomma espansa EPDM E75-2 a cellule chiuse di colore nero, tonda e con foro per il passaggio del tirante, attaccandola in corrispondenza del foro d'ancoraggio dei tiranti; detta guarnizione sarà pressata dalla rondella del tirante;
- l'introduzione del tirante, verificando che i segmenti per l'ancoraggio siano appoggiati al sottosquadro;
- spruzzo sulla testa del tirante di uno spray lubrificante a base di Bisolfuro Molibdeno per ridurre gli attriti del bullone;
- serraggio del dado con chiave dinamometrica, applicando un momento torcente pari a 180 Nm per garantire l'espansione; oppure, tramite apposito martinetto, procedere all'espansione del tirante quindi serrare il dado;
- bloccaggio del dado con un ulteriore dado autobloccante zincato a caldo di classe 8 provvisto internamente d'anello in plastica;
- chiusura della tasca, situata alla base della barriera New Jersey, con apposito tappo in polipropilene con copolimeri di colore grigio (RAL n.7032) resistente ai raggi ultravioletti e incollato con idoneo adesivo;
- installazione del montante e del corrimano strutturale, posizionando i manicotti di collegamento dopo il montante, rispetto al senso di marcia;
- protezione del manicotto realizzata con lubrificante ad alta stabilità termica (perdita di peso $< 3\%$ con riscaldamento a 473 K per 4 h) e ricopertura con guaina elastica di polipropilene trattato UV/CP (contro i raggi ultravioletti e gli agenti atmosferici) di colore grigio (RAL

n. 7032) arrotolato sulla zona per proteggere il tutto, dotato d'idoneo sistema di chiusura in modo da sembrare un tubo. All'interno del manicotto si dovrà porre un bloccante anaerobico costituito da una resina di poliacrildiesteri.

- ***Posa in corrispondenza dei giunti di dilatazione***

In corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'impalcato, gli elementi di barriera prossimi al giunto non dovranno essere accostati ma distanziati di 8 cm per consentire le dilatazioni dell'impalcato.

Di conseguenza i collegamenti tra i due elementi saranno realizzati con pezzi speciali che, pur mantenendo le stesse resistenze di quelli correnti, permetteranno spostamenti relativi tra le due barriere collegate:

- le due barre dywidag saranno collegate tramite un manicotto speciale e con due dadi di serraggio;
- alla base degli elementi N.J. si porranno due piastrine di collegamento, di cui una asolata e l'altra provvista di bullone, libera di scorrere relativamente all'altra.

Questi accorgimenti saranno applicati anche nella barriera con elementi monofilari sullo spartitraffico dell'opera d'arte.

Nelle barriere parapetto, inoltre, sarà ammessa la sovrapposizione di parte dell'elemento prefabbricato sul cordolo della campata successiva, con la sola aggiunta dei particolari elementi di collegamento, come appresso specificato.

Nel caso di semplice accostamento dei parapetti (per lunghezze d'impalcato fino a 80 m) la parte del prefabbricato "a sbalzo" sulla campata successiva, dovrà essere appoggiata su un doppio strato di neoprene da 3 mm con interposta una lamina di Teflon di spessore 0,5 mm avente funzione di strato lubrificante anti attrito.

L'alternanza d'elementi da 3 e 6 m nel posizionamento dovrà tener conto quindi della presenza dei giunti di dilatazione sul cordolo, in corrispondenza dei quali non sarà possibile effettuare il foro per l'ancoraggio.

Indicativamente i fori dovranno essere effettuati ad una distanza tra giunto e asse foro non inferiore a 25 cm.

A tal fine dovranno essere combinati insieme gli elementi da 6 e 3 m con la possibilità, nella zona di giunto, di avere un elemento a sbalzo sulla campata contigua, rinunciando al massimo ad un ancoraggio di base.

Per lunghezze d'impalcato superiori agli 80 m, si dovrà prevedere un dispositivo, in acciaio zincato, di copertura del vuoto della zona di giunto, sovrapposto ai parapetti in calcestruzzo e con il loro stesso profilo New Jersey.

Detti coprigiunti metallici, opportunamente dimensionati, potranno anche essere usati per chiudere "vuoti" fino ad un massimo di 1,0 m.

- ***Verifiche***

La Direzione dei Lavori dovrà:

- prima del montaggio delle barriere, verificare che la lunghezza degli spezzoni dywidag per il serraggio dei montanti del mancorrente sia di almeno 9 cm, in modo da consentire il

completo serraggio dai dadi dywidag da 7 cm. In caso di non rispondenza, l'elemento di barriera non sarà installato e dovrà essere allontanato immediatamente dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore;

- al termine del montaggio delle barriere, verificare il serraggio dei tiranti con chiave dinamometrica a 180 Nm, per accertare che l'esecuzione del sottosquadro sia stata fatta correttamente.

Se al momento del serraggio sarà riscontrato un cedimento dell'ancoraggio con eventuale fuoriuscita dello stesso, l'Appaltatore procederà al suo ripristino.

14.3.6 Corrimano metallico strutturale

Il corrimano strutturale posto sui parapetti laterali del ponte avrà funzioni di barriera al ribaltamento dei mezzi pesanti.

Sarà realizzato in acciaio Fe 510B (calmato all'alluminio con almeno lo 0,02%) avente una percentuale di silicio compresa tra lo 0,15% e lo 0,25%, per essere idoneo alla successiva zincatura a caldo.

Il corrimano è costituito essenzialmente da:

- montante a doppio T di caratteristiche come da indicazioni progettuali, opportunamente sagomato, munito di piastra di base ed in testa d'anello, il montante sarà collegato alla barriera N.J. tramite dadi;
- elementi di tubo in acciaio senza saldatura per costruzioni meccaniche, con fori alle estremità; collegati con manicotto ricavato da tubo senza saldatura per costruzioni meccaniche, completo di due bulloni, con doppia foratura (4 fori);
- elemento terminale curvo, sia destro che sinistro, costituito da un tubo in acciaio senza saldature per costruzioni meccaniche, opportunamente sagomato, con piastra saldata per ancoraggio.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione saranno installati manicotti speciali costituiti da tubo in acciaio senza saldatura per costruzioni meccaniche; completo di due fori, d'asole e di due bulloni con dadi.

Nei giunti di dilatazione per grandi escursioni, per i quali è prevista l'installazione di coprigiunti metallici, potrà essere necessario un montante aggiuntivo con tubi corrimano d'idonea lunghezza.

Il materiale dovrà provenire dalla produzione di Ditte di primaria importanza. Pertanto l'Appaltatore consegnerà alla Direzione dei Lavori una certificazione, rilasciata dal produttore dell'acciaio, attestante l'analisi chimica dell'acciaio e i risultati delle prove meccaniche per lotto di campioni; inoltre su ogni tubo di corrimano dovrà essere presente la marcatura a punzone del fabbricante.

- ***Resistenze strutturali e protezione dei materiali***

Il corrimano strutturale dovrà rispondere alle resistenze da verificarsi con le seguenti prove e modalità:

Montante:

Il montante metallico incastrato alla base dovrà resistere ad una forza di 12 t applicata, su una striscia lunga 35 cm in corrispondenza dell'asse del montante (a 45 cm dal piano superiore del parapetto in calcestruzzo). Interasse dei montanti 3 m.

Corrimano:

Il tubo corrimano metallico appoggiato agli estremi con un interasse di 3 m dovrà resistere ad una forza 11,5 t applicata nella mezzeria su una striscia larga 35 cm (considerando il collegamento con il successivo elemento di corrente). Freccia massima ammissibile al centro di 3 cm.

Zincatura a caldo:

Tutti gli elementi costituenti il corrimano e suoi accessori dovranno essere zincati a caldo, a lavorazione ultimata, secondo le norme ASTM A 123.

Lo zinco per il bagno dovrà essere di qualità Zn 99,95.

La quantità minima di zinco su ogni superficie di 300 g/m², pari cioè ad uno spessore di 43 µm.

• ***Posa in opera***

Il corrimano strutturale andrà fissato alla barriera tipo New Jersey mediante bloccaggio alla piastra già predisposta, secondo gli schemi riportati nei disegni di Progetto.

In particolare si dovrà aver cura che i manicotti di collegamento del corrimano siano posti dopo il montante, rispetto al senso di marcia.

I montanti e le piastre degli elementi terminali curvi saranno collegati ai ferri fuoriuscenti dagli elementi N. J. con bulloni, resistenza HV 10.9.

• ***Prove sui materiali***

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove analitiche previste dalla norma UNI EN 10210-1, fatta eccezione per la percentuale di alluminio che deve essere almeno pari allo 0,02% e del silicio che deve essere compresa tra lo 0,15% e lo 0,25%.

Per le verifiche di esecuzione e il controllo di spessori, la tolleranza massima sugli spessori deve essere del $\pm 5\%$; le verifiche saranno fatte misurando i materiali in più punti e saranno ritenute positive se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI EN 20898.

Le caratteristiche del rivestimento a caldo di zinco dei tubi in acciaio sarà verificata secondo le seguenti prove:

- determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica;
- determinazione della massa dello strato di zinco;
- determinazione dello spessore dello strato di zinco;
- determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco.

Indipendentemente dalla certificazione rilasciata dal Produttore, la Direzione Lavori potrà prelevare in qualsiasi momento campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli ad analisi

e prove, tutte le volte che lo riterrà opportuno, presso Laboratori Ufficiali allo scopo di rendere soddisfatte tutte le prescrizioni richiamate nelle presenti Norme.

I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle parti ed esclusivamente ad essi si farà riferimento a tutti gli effetti dell'appalto.

Le prove saranno eseguite su una serie di campioni prelevati dal materiale fornito, in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore.

Qualora le prove eseguite su questa prima serie di campioni dessero risultati negativi, esse saranno ripetute su altre due serie e soltanto se tutte e due queste ultime avranno dato esito positivo il materiale sarà ritenuto idoneo, in caso contrario la partita dovrà essere sostituita a cura e spese dell'Appaltatore.

14.4 Barriere in acciaio a profilo *New Jersey*

14.4.1 *Materiali*

Le lamiere componenti la barriera saranno in acciaio del tipo Fe 430B.

I bulloni per i mutui collegamenti tra barriere dovranno essere in acciaio 8.8 a Norma UNI EN 20898; i tubi del corrimano saranno collegati tra loro con manicotti tramite 2 bulloni M24 classe HV 10.9 a Norme UNI 5712.

Il corrimano sarà realizzato con un tubo di acciaio Fe 510D, elettrosaldato ERW scordonato, di lunghezza 2940 o 5940 mm, diametro esterno 139.7 mm e spessore 12,5 mm.

14.4.2 *Zincatura*

Sulle lamiere componenti la barriera e sul tubo corrimano si dovrà eseguire un processo di zincatura a caldo, per ottenere uno spessore di zinco di almeno 60 μm e un tasso superficiale di 450 g/m².

14.4.3 *Verniciatura protettiva*

La verniciatura protettiva delle superfici metalliche della barriera dovrà essere eseguita in stabilimento di produzione, previa pulizia della superficie con acqua e detergente esente da lanolina, con vernice monocomponente ad alto spessore tipo ICOSIT 5530 SIKA, contenente cariche inerti, pigmenti ed a base di una combinazione di PVC e resine acriliche con solventi, tale da essere una vernice tixotropica che mantiene lo spessore anche in corrispondenza degli spigoli; dovrà avere un'ottima resistenza all'aggressività chimica, in atmosfere industriali con piogge acide o basiche ed agli effetti dei raggi UV.

Tale prodotto dovrà essere applicato in due mani ad airless sulle superfici a vista della barriera (con esclusione del tubo corrimano e relativo manicotto di collegamento) per una quantità di 400-420 g/m² per avere a secco uno spessore di almeno 100 μm . Il colore da ottenere è il grigio RAL n. 7032.

Relativamente a detta verniciatura protettiva, è essenziale per il buon esito della fornitura che la protezione della lamiera abbia comunque una resistenza alla corrosione in nebbia salina, misurata secondo la Norma ASTM 8117, di almeno 1000 h (dopo 1000 h l'arrugginimento o la bollatura lungo l'incisione prevista non devono penetrare per più di 2 mm, con esclusione di qualsiasi altra alterazione visiva o di aderenza).

Tale requisito dovrà essere comprovato con la certificazione di prove, eseguite da un Laboratorio Ufficiale, su tre provini di lamiera di spessore 4 mm zincati a caldo e quindi protetti come sopra descritto; sulla certificazione dovrà comparire, oltre all'esito della prova, anche lo spessore dello strato protettivo.

La certificazione dovrà essere pronta e presentata (insieme ai tre campioni oggetto degli esami) in occasione del successivo collaudo dove si controllerà la conformità degli spessori della verniciatura sulle barriere collaudate con quelli certificati.

Resta salva la facoltà da parte della Direzione Lavori di prelevare altri provini da sottoporre ad eventuali ulteriori prove.

14.4.4 Collaudo delle barriere

All'approntamento delle barriere presso lo stabilimento di produzione e per quantitativi minimi non inferiori ad un terzo dell'intera fornitura o pari alla fornitura richiesta in cantiere di posa, sarà cura della Direzione Lavori richiedere il collaudo degli elementi approntati prima della posa in opera.

Il collaudo sarà effettuato a campione scegliendo a caso tre elementi di barriera ogni 200 approntati (per lotti inferiori si collauderanno comunque tre elementi) e sugli stessi sarà verificata l'osservanza delle prescrizioni tecniche previste ed in particolare il rispetto dei sei standard di qualità sotto riportati, per i quali si convengono due livelli di tolleranza come da tabella:

Tabella "STANDARD" E RELATIVE TOLLERANZE		
	"STANDARD" SPESSORE RICHIESTO	LIVELLO DI TOLLERANZA ACCETTABILE
Spessore lamiera (≤ 4 mm)	valore nominale	0.10 mm
Spessore lamiera (da 6 a 8 mm)	valore nominale	0.15 mm
Spessore lamiera (> 8 mm)	valore nominale	0.25 mm
Spessore zinco su barriera	min. 60 μm	0 μm
Spess. zinco su tubo mancorrente	min. 60 μm	0 μm
Spessore verniciatura su superfici a vista (mantello)	min. 100 μm	0 μm

Nel caso in cui anche uno solo dei tre elementi di barriera superi alla verifica il livello di tolleranza (per uno o più Standards), il lotto sarà rifiutato.

In ogni caso sia il riscontro di difettosità superficiali della verniciatura, che la presenza di ondulazioni o irregolarità della superficie a vista della barriera, renderanno inaccettabile il lotto.

A collaudo positivo sarà rilasciato dalla Direzione Lavori un "Verbale di approntamento e collaudo" con la certificazione delle quantità di barriere approntate e le risultanze delle verifiche effettuate. Le barriere collaudate con esito positivo saranno quindi consegnate in cantiere per la posa in opera, che avverrà in analogia a quanto descritto, nel presente Capitolato Speciale, per le barriere in conglomerato cementizio.

14.5 Attenuatori frontali

Gli attenuatori dovranno essere testati secondo la norma EN 1317-3. Gli attenuatori si dividono in redirettivi e non-redirettivi, nel caso in cui sia probabile l'urto angolato, frontale o laterale, sarà preferibile l'uso di attenuatori redirettivi. Particolare attenzione dovrà essere fatta alle zone di inizio barriera, in corrispondenza di una cuspide; esse andranno eseguite solo se necessarie in relazione alla morfologia del sito o degli ostacoli in esso presenti e protette in questo caso da specifici attenuatori d'urto. (salvo nelle cuspidi di rampe che vanno percorse a velocità 40 km/h).

Si useranno assorbitori a bags multiple in polietilene lineare rotostampato assemblati con funi di collegamento in acciaio e riempiti con sacche di appesantimento in acqua salata.

15.RECINZIONI METALLICHE

15.1 Caratteristiche delle opere

Le recinzioni si distinguono in funzione della loro destinazione e posizione, nelle tipologie seguenti:

15.1.1 Recinzione laterale tipo R.1.A alta 1,22 m con rete a maglie elettrosaldate

È la recinzione normalmente usata per i bordi laterali del corpo autostradale ed è costituita da una rete metallica in filo di acciaio, a maglie differenziate dell'altezza di 119,4 cm, sorretta da montanti costituiti da paletti di acciaio di sezione ad U, dell'altezza di 122 cm dal piano di campagna, posti mediamente ad interasse di 2,00 m.

Detta rete dovrà essere elettrosaldata, zincata e quando previsto, rivestita con una pellicola in PVC di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).

Ogni 30 m circa ed in corrispondenza di piccole deviazioni del tracciato, sarà posto un montante di controvento dotato di una saetta di sezione ad U, unita ad esso a mezzo di bulloncini zincati del tipo TDE M 8x25, completi di dado e rondella.

Ogni 100 m circa e nel caso di rilevanti variazioni angolari del tracciato, saranno posizionati montanti di caposaldo, uguali ai precedenti ma dotati di due saette, collegate al sostegno come sopra.

Ai suddetti montanti saranno fissati tre ordini di filo di irrigidimento in acciaio zincato e, se previsto, plasticato di color verde; a questi sarà fermata la rete mediante legature ogni 50 cm in modo che questa aderisca perfettamente e si presenti uniformemente tesa, senza ondulazioni o bombature.

I fili di tensione saranno legati ad ogni montante e tesi da tenditori ad occhiello in acciaio zincato o quando previsto, del tipo a molla e sfera di acciaio in monoblocco di zinco pressofuso, applicati ad ogni caposaldo. Ogni 100 m di recinzione saranno apposte targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso".

15.1.2 Recinzione laterale tipo R.1.B. alta 2,12 m con rete a maglie elettrosaldate

È la recinzione normalmente usata per le stazioni - posti di manutenzione - parcheggi - depositi della Società - aree di servizio - sullo spartitraffico adiacente le aree di servizio, nella

zona compresa tra gli scambi di carreggiata nei casi in cui il corpo stradale si trovi in prossimità di insediamenti residenziali, industriali o di viabilità ordinaria.

Sarà costituita da una rete delle medesime caratteristiche della precedente, a maglie differenziate, rivestita quando previsto, con una pellicola in PVC di color verde R.A.L. 6005, ma di altezza di 180,3 cm e sormontata da due ordini di corda spinosa, sovrapposti di 14,5 cm; la corda sarà composta da due fili di acciaio zincato con triboli a quattro punte distanziati fra loro di 10 cm e, quando previsto, plasticata di colore verde.

I montanti intermedi, di controvento e di caposaldo avranno altezza di 212 cm dal piano di campagna e saranno disposti come descritto per la rete del tipo R.1.A., uno o due saette completeranno il sistema di sostegno della recinzione.

La rete sarà fissata a quattro ordini di filo di irrigidimento e montata con le stesse modalità della precedente avendo cura di darla in opera perfettamente fissata e tesata.

Tutti gli altri componenti la recinzione: legatura, targhette, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno caratteristiche uguali a quelle descritte per la recinzione di tipo R.1.A.

15.1.3 Recinzione laterale tipo R.1.B. "FAUNISTICA" alta m 2,12

La recinzione "Faunistica" sarà uguale alla recinzione di tipo R.1.B. ad eccezione degli ordini di corda spinosa posti alla sommità della recinzione stessa, che saranno sostituiti da due ordini di filo liscio del tipo usato per i tenditori.

La recinzione "Faunistica" sarà installata nei bordi perimetrali della proprietà autostradale qualora il tracciato autostradale attraversi zone con presenza di ungulati o animali selvatici particolari: foreste, parchi Nazionali, aziende faunistiche e venatorie, enti produttori di selvaggina, zone adibite a ripopolamenti, ecc.

L'installazione di detta recinzione sarà eseguita prevalentemente nei tratti in trincea posti a monte della carreggiata dove il dislivello della scarpata favorisce il salto degli animali all'interno della carreggiata autostradale.

15.1.4 Recinzione laterale tipo R.2.A. alta 1,25 m con rete a maglie annodate

Sarà posta sui bordi laterali dei tratti autostradali montani o su terreni che presentano delle notevoli variazioni di pendenza.

Sarà composta da una rete a maglie annodate e differenziate, dell'altezza di 120,1 cm, con sostegni e saette delle stesse dimensioni della recinzione di tipo R.1.A.

La rete sarà realizzata con fili orizzontali continui, distanziati fra di loro e ad essi saranno fissati sulla stessa linea verticale n. 15 segmenti di filo aventi lunghezza uguale a quella delle maglie. I segmenti di filo verticali saranno avvolti con due spirali ai fili orizzontali continui.

I montanti di controvento, di caposaldo e gli accessori saranno disposti come quelli per la recinzione R.1.A., ma con diversa posizione dei fori per il fissaggio dei fili tenditori, delle saette e dei tenditori ad occhio.

Ai montanti saranno fissati tre ordini di filo di irrigidimento ed a questi sarà fermata la rete mediante legature ogni 46 cm, in modo che si adatti perfettamente al profilo dei terreni di posa evitando così la presenza di ondulazioni o bombature di qualsiasi genere.

Tutti gli altri componenti la recinzione: legatura, targhette, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno caratteristiche uguali a quelle descritte per la recinzione di tipo R.1.A.

15.1.5 Recinzione laterale tipo R.3.A. alta 1,25 m con rete a maglie elettrosaldate

È la recinzione normalmente usata per i bordi laterali del corpo autostradale.

Sarà costituita da una rete metallica in filo di acciaio a maglie differenziate di altezza di 119,4 cm, sorretta da montanti costituiti da paletti di acciaio dell'altezza di 125 cm dal piano di campagna, posti mediamente ad interasse di 2,50 m. Detta rete sarà elettrosaldata, zincata e quando previsto, rivestita con una pellicola in PVC di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).

Ogni 30 m circa ed in corrispondenza di piccole deviazioni del tracciato, sarà posto un montante di controvento dotato di una saetta, unita al sostegno a mezzo di un gancio zincato, oppure mediante staffe, collari e cappellotti. Le saette dovranno essere installate sulla stessa linea della rete.

Ogni 100 m circa e nel caso di rilevanti variazioni angolari del tracciato saranno posizionati montanti di caposaldo, uguali ai precedenti, ma dotati di due saette, anch'esse collegate al sostegno come descritto precedentemente.

I sostegni suddetti saranno costituiti da montanti tubolari in acciaio a sezione circolare con nervatura longitudinale sagomata per permettere il fissaggio della rete; saranno zincati a caldo, sia esternamente che internamente, con una massa minima di zinco pari a 140 g/m² e successivamente rivestiti con una pellicola in poliestere (PE) dello spessore minimo di 60 µm, di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR), oppure di colore grigio R.A.L. 7030 (in abbinamento alla rete di tipo zincata).

Dovranno avere inoltre un modulo di resistenza minimo di $W_x = W_y = 2,30 \text{ cm}^3$ per i sostegni intermedi e di 1,30 cm³ per i sostegni di controvento e di caposaldo.

I sostegni saranno dotati di cappucci in alluminio o in plastica del colore previsto.

Il collegamento della rete ai sostegni avverrà mediante graffette a Clips-inox, poste in opera a mezzo di una speciale pinza sagomata, ogni 30 cm, in modo che la rete aderisca perfettamente e si presenti uniformemente tesa, senza ondulazioni o bombature.

I collegamenti tra montanti e saette saranno realizzati con bulloni in acciaio del tipo M 8X30 con un gancio opposto alla parte filettata, completi di bullone in acciaio, guarnizione e rondella in plastica, oppure mediante staffe o collari con i relativi cappellotti del colore previsto.

Ogni 100 m di recinzione saranno apposte targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso - I trasgressori saranno puniti a norma di legge".

15.1.6 Recinzione laterale tipo R.3.B. alta 3 m con rete a maglie elettrosaldate

L'area di cantiere dovrà essere delimitata in via definitiva con una idonea recinzione antintrusione lungo tutto il perimetro, realizzata con "new jersey" in calcestruzzo e pannelli grigliati tipo "Betafence" per un'altezza complessiva di 3 mt sormontati da concertina militare; tale recinzione pertanto avrà un'altezza totale di circa h=3,50m (cfr. fig.1).

Lungo la barriera sarà realizzata la pista della viabilità di cantiere che sarà ad uso promiscuo dei mezzi di cantiere, del personale direttivo ed eventualmente delle forze dell'ordine e dovrà avere una larghezza di almeno 5 m (ove tecnicamente possibile).

15.1.7 Recinzione di protezione sulle opere d'arte tipo R.9.A. alta 1,98 m

Questo tipo di protezione sarà montato sui cordoli delle opere d'arte a luce limitata con parapetto metallico nella cui area sottostante siano presenti centri abitati, viabilità ordinaria o insediamenti industriali ed il cui scopo è quello di impedire la caduta di oggetti.

Sarà composta da una rete fissata a dei montanti in acciaio, di sezione ad U, posti dietro i sostegni del parapetto, normalmente ad interasse di 1,33 m, ai quali saranno uniti mediante due fasce di nastro metallico e graffettate.

La rete, alta 193 cm, sarà fissata con legature a quattro ordini sovrapposti di fili di tensione ogni 50 cm, legati ad ogni montante e tesi con tenditori applicati ai montanti terminali e di controvento, come già descritto per la normale recinzione laterale.

Dovrà essere elettrosaldata, zincata, a maglie quadrate e dovrà essere posizionata alla distanza di 2,5 cm dal cordolo del manufatto. All'inizio ed al termine di ogni tratta saranno montate delle saette, di sezione ad U, ancorate con malta di cemento reoplastico in fori da predisporre nel coronamento dell'opera.

Tutti gli altri componenti la protezione: fili di tensione e legature, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno le stesse caratteristiche previste per le recinzioni laterali tipo R.1.A e R.1.B.

15.2 Qualità dei materiali - Prove

15.2.1 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/mm², 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/mm².

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/m².

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/m². 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/m². 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/m² per i pannelli e di 130 g/m² 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.

15.2.2 Prove sui materiali

1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e della bulloneria.

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme UNI EN 10025.

Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

2) Prove di corrosione.

La rete, i fili e la corda spinosa saranno sottoposti alla prova di sollecitazione corrosiva, di 28 cicli per la rete tradizionale o di 20 cicli per la rete relativa alla recinzione di tipo R.4.B, in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa, secondo le Norme DIN 50018 SFW 1.0S (un litro di SO₂ per un volume totale della camera di 300 l). I relativi provini saranno depositi nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima dei 28 o 20 cicli previsti.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 h, suddiviso in due parti: nella prima parte, della durata di 8 h, i campioni saranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo composto da H₂O + SO₂; nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo mediante aerazione degli stessi.

Il materiale sarà ritenuto accettabile qualora al termine della prova della durata dei cicli richiesti, i campioni non abbiano subito alcuna entità di ossidazione aderente e/o permanente.

La rete zincata rivestita con film in PVC sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva, precedentemente descritta, dopo aver asportato chimicamente la pellicola di PVC.

Gli eventuali films di PVC di rivestimento della rete dovranno rispondere inoltre ai seguenti requisiti senza che al termine delle prove subiscano alcuna alterazione:

- Resistenza all'invecchiamento ponendo i campioni in forno a ventilazione forzata, alla temperatura di 80 ± 2 °C per 6 h secondo le Norme DIN 16938.
- Stabilità dei colori esponendo i campioni ad una sorgente luminosa UV di 2000 W per 24 h.
- Ciclaggio termico, ponendo i campioni a sbalzi di temperatura di ± 20 °C alternati in maniera rapida ogni ora.

Relativamente ai sostegni e alle saette tradizionali zincati con sezione ad U, le caratteristiche del rivestimento di zinco saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR - CEI n. 7-6/VII 1968 descritte di seguito:

- Determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica.
- Determinazione della massa dello strato di zinco.
- Determinazione dello spessore dello strato di zinco.
- Determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco.
- Determinazione della aderenza dello strato di zinco.

Relativamente ai montanti e alle saette tubolari a sezione circolare zincate e rivestite in poliestere, dovranno essere sottoposti alla prova di sollecitazione corrosiva di 20 cicli in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa secondo le norme DIN 50018 SFW 1,0 S.

I relativi provini saranno depositi nell'apparecchio di "Kesternich" dopo l'esecuzione di un intaglio sulla pellicola di poliestere parallelo all'asse del sostegno per la durata massima di 20 cicli e testati come previsto per la rete.

La pellicola di poliestere di rivestimento dovrà rispondere ai seguenti requisiti, senza che al termine dei quali subisca alcuna alterazione:

- Prova alla nebbia salina secondo le Norme ASTM-B 117 resistenza fino a 1000 h.
- Prova di aderenza della pellicola di poliestere (PE) secondo le Norme DIN 53151 (GT=G).
- Prova di resistenza alla luce con lampade XE-NON 6000 W, nessuna alterazione dopo 2000 h.

Relativamente a tutti gli altri accessori, dovranno essere verificati con le norme e i criteri dei relativi settori di appartenenza e comunque nel rispetto delle norme già descritte.

15.3 Accettazione dei materiali

I materiali da impiegare nelle lavorazioni dovranno essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione. I materiali dovranno essere forniti da Produttori certificati secondo la UNI EN ISO 9001 in conformità a quanto previsto dalla Circolare del Ministero dei lavori Pubblici del 30/05/96 n.125 e successive modificazioni.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dalla qualità dei materiali stessi.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati circa le attestazioni e la regolarità delle lavorazioni. La qualità dei materiali sarà verificata tutte le volte che questa lo riterrà opportuno. Di norma le campionature saranno eseguite con la cadenza descritta di seguito, tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti della recinzione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore:

1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio:

- un prelievo per ogni 5.000 m di impianto e comunque una prova per ogni partita pervenuta in cantiere.

2) Prove relative alle caratteristiche anticorrosive:

- un prelievo per ogni 3.000 m di impianto e comunque una prova per ogni partita pervenuta in cantiere.

Le campionature relative alla zincatura dovranno essere inviate dalla Direzione dei Lavori al "Laboratorio Autostrade" (Centro rilevamento dati e prove sui materiali), per essere sottoposte alle analisi di controllo.

Le campionature relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria saranno invece inviate dalla Direzione dei Lavori presso un laboratorio qualificato a scelta della stessa Direzione Lavori. I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle parti e ad essi si farà riferimento a tutti gli effetti.

Qualora le prove eseguite su una serie di campioni risultasse fuori norma, esse saranno ripetute su ulteriori due serie e soltanto se i risultati di queste ultime avranno dato esito positivo il materiale sarà ritenuto idoneo; in caso contrario saranno applicate le penali di seguito elencate.

Per quanto concerne il montaggio, la corretta e regolare esecuzione dei lavori sarà accertata dalla stessa Direzione Lavori che potrà richiedere anche la demolizione dell'opera in caso di grave negligenza.

15.4 Modalità d'esecuzione

I lavori di posa in opera della recinzione si svolgeranno ai lati del corpo autostradale e delle sue pertinenze, lungo un tracciato che di norma seguirà il limite della proprietà autostradale, salvo disposizioni diverse.

L'Appaltatore dovrà predisporre per una fascia larga 1,00 m circa e per le tratte previste dal Progetto, il taglio della vegetazione sia erbacea che arbustiva di qualsiasi specie e forma, comprese le piante di alto fusto, lo spianamento e la sistemazione del piano di posa della recinzione.

I materiali rimossi dovranno essere di volta in volta allontanati dalle pertinenze autostradali a meno che la Direzione Lavori non disponga il loro reimpiego in sito.

I montanti, come le saette, dovranno essere ancorati al terreno con blocchetti di calcestruzzo o con cordoli di cemento armato, dimensionati fino a resistere senza visibile cedimento ad una spinta orizzontale di 60 kg, applicata sul paletto all'altezza di 1,00 m da terra mentre in caso di terreni rocciosi, strutture in calcestruzzo o pavimentazioni, saranno ancorati in fori di dimensioni adeguate, eseguiti preventivamente e successivamente riempiti di conglomerato cementizio reoplastico.

Al piede della rete e fino a coprire la prima maglia in basso, sarà eseguito un ricalzo con terra o altro materiale analogo.

In corrispondenza di fossi o tombini saranno riportati pezzi di rete verticali od orizzontali sistemati e fissati a chiusura del cavo del fosso o dell'imbocco del tombino; nel caso che la recinzione termini o inizi contro o sopra un muro di sostegno, la rete dovrà essere prolungata e fissata al muro mediante chiodi sparati in modo da impedire il passaggio o lo scavalco dello stesso.

Nel caso di sostituzione di tratti di recinzione obsoleta, è fatto obbligo che i lavori di posa in opera della nuova recinzione seguano immediatamente quelli di rimozione affinché non rimangano tratti non protetti o comunque varchi o passaggi aperti.

L'eventuale rimozione dei sostegni potrà avvenire ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori, sia mediante il taglio alla base degli stessi, sia mediante la rottura in sito o l'asportazione dei blocchetti o dei cordoli di fondazione.

La misurazione della fornitura in opera o della rimozione delle varie tipologie di recinzione sarà eseguita per tratte continue comprese fra le due estremità e sarà valutata per il suo sviluppo in opera senza tener conto di eventuali sovrapposizioni.

15.5 Penali

Qualora le caratteristiche e la qualità dei materiali, non dovessero corrispondere ai limiti in precedenza indicati, la partita sarà ritenuta in penale e la Direzione Lavori procederà alla loro applicazione nel modo di seguito descritto:

1) Per irregolarità relative alla qualità dell'acciaio, spessori e dimensioni dei materiali e quanto altro possa concorrere anche in modo parziale a compromettere la resistenza strutturale degli impianti:

- in questo caso l'Appaltatore sarà tenuto a sostituire a sue spese i materiali in difetto con altri che rispondano alle caratteristiche richieste. I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

2) Per irregolarità relative alle caratteristiche delle protezioni anticorrosive dei materiali metallici od altro, che comunque non concorrano a compromettere la resistenza degli impianti:

- in questo caso si procederà all'applicazione di una sanzione pari a quelle indicate nella tabella seguente:

PENALI RELATIVE ALLE ZINCATURE	
Variazione percentuale di quantità o qualità anticorrosiva in meno, rispetto al richiesto	Sanzione percentuale da applicarsi sul prezzo/i relativo all'opera non a norma
Fino al 10% in meno	10%
Dal 10% al 20% in meno	15%
Oltre il 20% in meno	Sostituzione dei materiali in difetto

3) Per irregolarità relative alle modalità di esecuzione:

in questo caso l'Appaltatore è tenuto a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o a parte di essi se questi non fossero stati eseguiti secondo le indicazioni progettuali o della Direzione Lavori.

16.PARAPETTI

16.1 Caratteristiche delle opere

Il progetto prevede l'utilizzo di parapetti di protezione realizzati in acciaio Cortten con un carico distribuito di 1.5 KN/m costituiti da:

- montanti verticali in acciaio del diametro di 114 mm, sp. 2 mm, altezza 1150 mm, da porre in opera alla distanza di circa 2100 mm, provvisti di fori passanti a circa 40 mm dalla sommità, per permettere l'inserimento del corrimano. I montanti saranno provvisti di linguette pieghevoli con foro per il fissaggio dei correnti orizzontali e coperchi in acciaio corten per la protezione dall'acqua atmosferica;
- n° 1 corrimano orizzontale in acciaio del diametro di 76 mm, sp. 2 mm, passante entro i tubolari verticali e fissato agli stessi con viti autoforanti da mm 6,3 x 19, avvitate attraverso le due linguette pieghevoli predisposte su ogni foro del montante verticale.
- pannelli in grigliato elettrofuso costituito da pannelli modulari, monolitici, altezza mm 930 mm

Tutti i particolari dovranno essere realizzati in modo da limitare parti contudenti o sbavature da residuo di lavorazione. Montanti, coperchi e cravatte dovranno essere provvisti ciascuno di due fori e due rivetti di connessione. Nei casi di infissione al suolo dovrà essere impedito il ristagno dell'acqua, all'interno dei montanti, tramite una serie di feritoie alternate su due lati, per un tratto di 25 cm ripartito in asse del piano campagna. Per favorire la passivazione interna tutti i tubolari dovranno essere dotati di una coppia di feritoie ai vertici, disposte in modo da permettere l'areazione dal basso verso l'alto. Tutte le feritoie avranno un lato non superiore a 2 mm per impedire il passaggio di insetti (api, vespe, calabroni).

Le metodologie di produzione dovranno essere documentate ed eseguite in conformità alla norma UNI EN ISO 9001:2008. Si presume conforme alla richiesta tecnica una azienda con certificazione di conformità alla norma EN 1090-1:2009 per il controllo della produzione di fabbrica. La staccionata sarà costruita con l'impiego di piastre, coperchi e profilati in acciaio corten S355JOWP secondo normativa EN 10025-5.

Nella lavorazione sarà compreso l'inserimento dei tubolari verticali nei fori predisposti o alle staffe predisposte, la loro piombatura, l'allineamento dei correnti, la foratura, la rivettatura, la posa dei cappucci e ogni altro onere per dare il lavoro eseguito a regola d'arte, come indicato nei disegni esecutivi e nelle istruzioni di montaggio del produttore.

16.2 Fissaggio su opera

Per fissaggio su opera d'arte (muri, cordolo berlinese) occorrerà la posa di piastre saldate ai montanti verticali e fissate con 4 tasselli HSA diam 10x90 o HUS diam 8x85.

16.3 Posa in rilevato

Per a posa in rilevato si potrà procedere o mediante la realizzazione di foro predisposto di diam 150 mm e conseguente blocco dei montanti con malta o colla premiscelata, o mediante l'utilizzo di un tondo di diam 28 mm collegato all'interno del montante tubolare con appositi morsetti in acciaio e sporgente dalla base di un min. di 20 cm e fissato al terreno consolidato tramite macchina battipalo.

17. OPERE A VERDE

17.1 Caratteristiche dei materiali

17.1.1 Materiale agrario

Per materiale agrario si intende tutto il materiale usato negli specifici lavori agrari e forestali di vivaismo e giardinaggio (es. terreni e substrati di coltivazione, concimi, fitofarmaci, tutori, ecc.), necessari alla messa a dimora, alla cura e alla manutenzione delle piante occorrenti per la sistemazione.

Terra di coltivo

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'Impresa, con un congruo anticipo sull'inizio dei lavori, è tenuta a verificare, sotto la sorveglianza della D.L., se il terreno in sito sia adatto alla piantagione o se, al contrario, risulti necessario (e in che misura) apportare nuova terra vegetale.

La terra di coltivo da utilizzare per il riporto dovrà provenire da aree a destinazione agraria ed essere sottoposta all'approvazione della D.L.L., che potrà richiedere anche le eventuali analisi da parte di un laboratorio di comprovata affidabilità tecnica. La terra di coltivo dovrà essere priva di pietre, tronchi, rami, radici e loro parti che possano ostacolare le lavorazioni agronomiche del terreno dopo la messa in opera. La quantità di sostanza organica dovrà essere compresa tra 1% e 5%, il rapporto C/N dovrà essere compreso tra 7,5 e 13 e il pH (misurato in H₂O) dovrà essere compreso tra 5,5 e 7,5. La quantità di scheletro con diametro maggiore a mm 2 non dovrà eccedere il 10% del peso totale e dovranno essere assenti ciottoli con diametro superiore a cm 4.

Concimi

Per la concimazione dovranno essere utilizzati fertilizzanti minerali e/o organici, secondo le indicazioni di progetto e della Direzione Lavori.

Per concimazioni organiche andranno usati materiali d'origine animale e/o vegetale stabilizzati con titolo dichiarato.

Per concimazioni minerali andrà usato concime minerale composto NPK + Mg e microelementi, contenente azoto nitrico e ammoniacale a pronto effetto e azoto ad azione prolungata, presente in percentuale di almeno il 60% dell'azoto totale, prodotto granulare. I concimi minerali devono avere titolo dichiarato ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica.

Letame

Il letame potrà essere bovino, equino o ovino, e dovrà essere ben maturo, decomposto per almeno 9 mesi e risultare esente da sostanze nocive.

La Direzione Lavori potrà ordinare analisi in contraddittorio di questo materiale per verificarne la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Dischi o tessuti pacciamanti per arbusti

Attorno agli arbusti verrà introdotta, alla base del fusto, una lastra in materiale naturale, biodegradabile (diametro cm 30) come elemento di protezione dallo sviluppo di specie infestanti o tessuto in fibra di juta del peso di grammi 600/mq fornito in rotoli.

Pacciamatura

Con pacciamatura si intende una copertura del terreno a scopi diversi (es. controllo infestanti, limitazione dell'evapotraspirazione, sbalzi termici, ecc.).

I materiali per pacciamatura comprendono prodotti di origine naturale o di sintesi, quali, rispettivamente: ciottoli e altri materiali lapidei frantumati, corteccia di conifere, cippatura di ramaglia, scaglie di pigna, etc.; argilla espanza film in materiale plastico (PE, ecc), teli in materiale tessuto non tessuto, etc..

Questi dovranno essere forniti (quando si tratti di prodotti confezionabili) in accordo con la Direzione Lavori, nei contenitori originali che riportino la dichiarazione della quantità, del contenuto e dei componenti.

Il paccime di origine vegetale dovrà essere esente da parassiti, patogeni di varia natura, semi di piante estranee, non fermentato e proveniente da piante sane.

Per i prodotti da pacciamatura forniti sfusi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di valutare di volta in volta.

Elementi di protezione per arbusti (shelter)

Verrà introdotto un elemento di protezione del fusto degli arbusti, denominato shelter, in materiale plastico stabilizzato tipo tubolare, di altezza fino a cm 100 da adattare alle varie specie di arbusti.

Esso andrà posizionato attorno al fusto degli arbusti, per proteggerli dai piccoli roditori, e dai possibili danni durante le operazioni di manutenzione, e dovrà garantire protezione nei primi

5 anni. Dovrà permettere, inoltre, con la propria colorazione, una facile individuazione delle piantine durante le operazioni di sfalcio o di qualsiasi altra lavorazione.

L'ancoraggio al terreno sarà garantito dall'utilizzo di un picchetto in legno.

L'Impresa, prima della messa a dimora, dovrà presentare i campioni di tali elementi alla D.LL.. Quest'ultima approverà ed indicherà lo shelter ritenuto più adeguato allo specifico utilizzo.

Al termine del periodo di manutenzione le protezioni dovranno essere rimosse.

Pali di sostegno, ancoraggi, e legature

Per fissare al suolo gli alberi e gli arbusti di rilevanti dimensioni, l'Impresa dovrà fornire pali di sostegno (tutori) adeguati per numero, diametro ed altezza alle dimensioni delle piante, su indicazione della D.L.. I tutori dovranno essere di legno industrialmente preimpregnati di sostanze imputrescibili.

Analoghe caratteristiche di imputrescibilità dovranno avere anche i picchetti di legno per l'eventuale bloccaggio a terra dei tutori.

Qualora si dovessero presentare problemi di natura particolare (mancanza di spazio, esigenze estetiche, ecc.) i pali di sostegno, su autorizzazione della D.L., potranno essere sostituiti con ancoraggi in corda in acciaio muniti di tendifilo. Le legature dovranno render solidali le piante ai pali di sostegno e agli ancoraggi, pur consentendone l'eventuale assestamento; al fine di non provocare strozzature al tronco, dovranno essere realizzate per mezzo di collari speciali o di adatto materiale elastico (es. cinture di gomma, nastri di plastica, ecc.) oppure, in subordine, con corda di canapa (mai filo di ferro o altro materiale inestensibile). Per evitare danni alla corteccia, potrà poi essere necessario interporre, fra tutore e tronco, un cuscinetto antifrizione di adatto materiale.

17.1.2 Materiale vegetale

Per materiale vegetale si intende tutto il materiale vivo (alberi, arbusti, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrente per l'esecuzione del lavoro.

Al momento della fornitura, l'Impresa, nel sottoporre il materiale all'approvazione della DLL e della Committenza, dovrà fornire una certificazione, da parte del produttore riguardante la corrispondenza dei prodotti alle normative vigenti e le prove di controllo qualità a cui sono stati sottoposti.

Tutto il materiale vegetale dovrà rispettare le seguenti norme di Legge e successive modificazioni:

- ✓ D.M. 31/01/1996 e s.m.i. - Misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nel territorio della Repubblica italiana di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali;
- ✓ D.Lgs. 19/05/2000, n. 151 - Attuazione della direttiva 98/56/CE relativa alla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante ornamentali;
- ✓ D.M. 9/08/2000 Recepimento delle direttive della Commissione n. 99/66/CE, n. 99/67/CE, n. 99/68/CE e n. 99/69/CE del 28 giugno 1999, relative alle norme tecniche

sulla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante ornamentali, in applicazione del D.Lgs. 19 maggio 2000, n. 151;

- ✓ D.lgs. 386 del 10/11/2003 - Commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione;
- ✓ D.Lgs 214 del 19/08/2005 - Attuazione della direttiva 2002/89/CE concernente le misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali;

Quindi il materiale vegetale dovrà essere corredato da:

- **certificato principale di identità** ai sensi dell'art. 8 comma 1 del d.lgs. 386/2003 o, in mancanza, cartellino vivaistico di cui all'art. 8 comma 4 del d.lgs. 386/2003;
- **Passaporto delle piante** ai sensi del D.Lgs. 214/2005 ("passaporto verde").

Il materiale vegetale dovrà avere caratteristiche genetiche congruenti con quelle del contesto ambientale di riferimento. La fonte di approvvigionamento del materiale vegetale stesso dovrà pertanto essere valutata preventivamente da parte della D.LL. e della stessa approvata prima della fornitura.

L'Impresa avrà l'obbligo di dichiarare la provenienza degli alberi; questa dovrà essere accertata dalla D.LL., la quale, comunque, si riserverà la facoltà di effettuare visite ai vivai sia per scegliere le piante (di migliore aspetto o comunque idonee per i lavori da realizzare) sia per scartare quelle che presenteranno eventuali difetti o tare di qualsiasi genere.

La D.LL. avrà quindi il diritto, a proprio insindacabile giudizio, sia di respingere piante non adatte sia di accettare la fornitura con riserva evidenziandone gli eventuali difetti.

In ogni caso l'Impresa dovrà fornire le piante esenti da malattie, parassiti e deformazioni, corrispondenti, per specie, caratteristiche e dimensioni (proiezione, densità, forma della chioma ecc.), alle specifiche del computo metrico estimativo e degli elaborati progettuali, scartando quelle con portamento stentato, irregolare o difettoso.

L'Impresa dovrà sostituire a proprie spese le piante morte o sofferenti entro la prima stagione vegetativa successiva all'impianto nonché sostituire, anche successivamente (per un periodo di 5 anni), le piante in relazione a difetti di fornitura o di manutenzione evidenziati per iscritto dalla D.LL.

Esemplari arborei

Gli alberi dovranno presentare portamento e dimensioni rispondenti alle caratteristiche richieste dal progetto e tipici della specie, della varietà e della età al momento della loro messa a dimora. Gli alberi dovranno essere stati specificatamente allevati per il tipo di impiego previsto (es. alberate stradali, filari, esemplari isolati o gruppi, ecc.).

La parte aerea delle piante dovrà avere portamento e forma regolari, presentare uno sviluppo robusto, non "filato", che non dimostri una crescita troppo rapida o stentata.

In particolare il fusto e la branche principali dovranno essere esenti da deformazioni, capitozzature, ferite di qualsiasi origine e tipo, grosse cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scortecciamenti, legature, ustioni da sole, cause meccaniche in genere.

La chioma, salvo quanto diversamente richiesto, dovrà essere ben ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione delle branche principali e secondarie all'interno della stessa.

L'apparato radicale dovrà presentarsi ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane e privo di tagli di diametro maggiore di un centimetro.

Gli alberi dovranno essere normalmente forniti in contenitore o zolla; a seconda delle esigenze tecniche o della richiesta potranno essere eventualmente consegnati a radice nuda soltanto quelli a foglia decidua, purché di giovane età e di limitate dimensioni.

Le zolle ed i contenitori (vasi, mastelli di legno o plastica, ecc.) dovranno essere proporzionati alle dimensioni delle piante.

Per gli alberi forniti con zolla o in contenitore, la terra dovrà essere compatta, ben aderente alle radici, senza crepe evidenti con struttura e tessitura tali da non determinare condizioni di asfissia.

Le piante in contenitore dovranno essere accuratamente rinvasate in modo da non presentare un apparato radicale eccessivamente sviluppato lungo la superficie del contenitore stesso.

Le zolle dovranno essere ben imballate con un apposito involucro degradabile (juta, paglia, teli, reti di ferro non zincato, ecc.), rinforzato, se le piante superano i 5 metri di altezza, con rete metallica degradabile, oppure realizzato con pellicola di plastica porosa o altri materiali equivalenti.

Gli alberi dovranno corrispondere alle richieste del progetto e dell'Elenco Prezzi secondo quanto segue:

- altezza dell'albero: distanza che intercorre fra il colletto e il punto più alto della chioma;
- altezza di impalcatura: distanza intercorrente fra il colletto e il punto di inserzione al fusto della branca principale più vicina;
- circonferenza del fusto: misurata ad un metro dal colletto;
- diametro della chioma: dimensione rilevata in corrispondenza della prima impalcatura per le conifere, a due terzi dell'altezza totale per tutti gli altri alberi.

Qualora le piante siano fornite in contenitore, le radici devono risultare, senza fuoriuscirne, pienamente compenstrate in questo. L'apparato radicale deve comunque presentarsi sempre ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane. Le piante devono aver subito i necessari trapianti in vivaio (l'ultimo da non più di due anni) secondo il seguente prospetto:

specie a foglia caduca

- circonferenza fino a 12-15 cm: almeno 1 trapianto
- circonferenza fino a 20-25 cm: almeno 2 trapianti
- circonferenza fino a 30-35 cm: almeno 3 trapianti

specie sempreverdi

- altezza fino a 2-2,5 m: almeno 1 trapianto
- altezza fino a 3-3,5 m: almeno 2 trapianti
- altezza fino a 5 m: almeno 3 trapianti
- e la circonferenza dovrà avere sufficiente sviluppo.

Nel seguito si riporta l'elenco delle specie da utilizzare per le piantumazioni arboree.

Tabella 1 - Specie arboree autoctone**Specie arboree autoctone**

<i>Acer campestre</i>	Acero campestre
<i>Betula pendula</i>	Betulla bianca
<i>Fraxinus excelsior</i>	Frassino maggiore
<i>Populus tremula</i>	Pioppo tremolo
<i>Prunus avium</i>	Ciliegio selvatico
<i>Sorbus aucuparia</i>	Sorbo degli uccellatori
<i>Tilia cordata</i>	Tiglio nostrano
<i>Ulmus minor</i>	Olmo campestre

Arbusti e cespugli

Gli arbusti devono essere ramificati a partire dal colletto, con non meno di tre ramificazioni ed avere altezza proporzionale al diametro della chioma.

Gli arbusti e i cespugli se di specie autoctona devono provenire da produzioni specializzate derivante da materiale autoctono.

La chioma dovrà essere correttamente ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione.

Gli arbusti e i cespugli dovranno essere forniti in contenitore o in zolla a seconda delle indicazioni dell'elenco prezzi, se richiesto, potranno essere fornite a radice nuda, purché si tratti di piante caducifoglie e di piccole dimensioni in fase di riposo vegetativo.

L'apparato radicale dovrà presentarsi ben accestito, proporzionato alle dimensioni della pianta, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari, fresche, sane e prive di tagli con diametro superiore a 1 cm.

Negli arbusti e cespugli forniti in zolla o in contenitore, il terreno che circonda le radici dovrà essere compatto, ben aderente alle radici, di buona qualità, senza crepe.

Le piante fornite in zolla dovranno essere ben imballate con un involucro degradabile (juta, reti di ferro non zincate, ecc...).

Nel seguito si riporta l'elenco delle specie da utilizzare per e piantumazioni arbustive.

Tabella 2 - Specie arbustive autoctone**Specie arbustive con portamento a cespuglio**

<i>Cornus mas</i>	Corniolo
<i>Cornus sanguinea</i>	Sanguinello
<i>Corylus avellana</i>	Nocciolo
<i>Crataegus monogyna</i>	Biancospino
<i>Cytisus scoparius</i>	Ginestra dei carnonai
<i>Euonimus europaeus</i>	Beretta del prete

<i>Frangula alnus</i>	Frangola, Alno nero
<i>Juniperus communis</i>	Ginepro comune
<i>Ligustrum vulgare</i>	Ligustro comune
<i>Prunus spinosa</i>	Prugnolo spinoso
Talee di <i>Salix</i> spp.	

- ***Piante rampicanti e ricadenti***

Dovranno avere almeno due forti getti, essere dell'altezza richiesta (dal colletto all'apice vegetativo più lungo) ed essere sempre fornite in zolla o in contenitore secondo quanto prescritto nell'Elenco Prezzi.

Tabella 3 – Specie arbustive ricadenti

<i>Cotoneaster dammeri</i>	Cotognastro prostrato
----------------------------	-----------------------

- ***Sementi***

L'Appaltatore dovrà fornire sementi di ottima qualità, selezionate e rispondenti esattamente al genere, specie e varietà richieste, fornite nella confezione originale sigillata, munite di certificato di identità e di autenticità con indicato il grado di purezza (minimo 98%), di germinabilità (minimo 95%) e la data di confezionamento stabilita dalle leggi vigenti, inoltre dovrà essere munito della certificazione CRA-SCS.

Qualora la miscela non fosse disponibile in commercio dovrà essere realizzata in cantiere alla presenza della D.L. e dovrà rispettare accuratamente le percentuali stabilite dal progetto (le percentuali devono essere calcolate sul numero indicativo di semi), sarà cura dell'Appaltatore preparare e mescolare in modo uniforme le diverse qualità di semi.

I miscugli indicati in progetto potranno essere modificati a seconda delle indicazioni della D.L. che verificherà i risultati conseguiti durante lo svolgimento dei lavori.

Per evitare il deterioramento delle sementi non immediatamente utilizzate, queste dovranno essere poste in locali freschi e privi di umidità.

Nel seguito si riporta il miscuglio da utilizzare per gli inerbimenti.

Tabella 4 - Miscuglio di specie autoctone per l'inerbimento

<i>Specie</i>	<i>%</i>
<i>Festuca rubra</i>	25
<i>Festuca ovina</i>	10
<i>Festuca pratensis</i>	10
<i>Lolium perenne</i>	8
<i>Poa pratensis</i>	6
<i>Dactylis glomerata</i>	5

<i>Specie</i>	<i>%</i>
<i>Festuca duriuscula</i>	5
<i>Trifolium repens</i>	5
<i>Lotus corniculatus</i>	4
<i>Phleum pratense</i>	4
<i>Trifolium hybridum</i>	3
<i>Medicago sativa</i>	2
<i>Onobrychis viciaefolia</i>	2
<i>Sanguisorba minor</i>	2
<i>Trifolium pratense</i>	2
<i>Achillea millefolium</i>	1
<i>Agrostis tenuis</i>	1
<i>Lathyrus pratensis</i>	1
<i>Lupinus polyphyllus</i>	1
<i>Medicago lupulina</i>	1
<i>Vicia sativa</i>	1
<i>Vicia villosa</i>	1
Totale	100%

17.2 Tecniche d'intervento

17.2.1 Pulizia generale del terreno

L'area oggetto della sistemazione viene di norma consegnata all'Impresa con il terreno a quota d'impianto.

Qualora il terreno all'atto della consegna non fosse idoneo alla realizzazione dell'opera per la presenza di materiale di risulta o di discarica abusiva, i preliminari lavori di pulitura del terreno saranno eseguiti in base all'Elenco prezzi e in accordo con la Direzione Lavori.

Per quanto attiene le quote relative all'andamento superficiale del terreno, l'impresa è tenuta, visti gli elaborati progettuali a provvedere alle necessarie movimentazioni al fine di ottenere gli andamenti superficiali previsti dal progetto stesso, ciò minimizzando le asportazioni dello strato di coltivo esistente.

17.2.2 Ripristino della fertilità del suolo

Il terreno derivante dalle attività di cantiere si presenta spesso compattato, privo dell'originario orizzonte organico superficiale e, se non adeguatamente e prontamente trattato, viene spesso invaso da specie infestanti.

Il terreno scoticato e compattato dai passaggio di mezzi pesanti, verrà trattato come di seguito esposto.

1) Per quanto riguarda lo scotico asportato, per evitare il degrado della risorsa con relativa perdita di fertilità, si avrà cura di effettuare l'accantonamento del terreno tenendo in conto alcuni accorgimenti:

- Il terreno sarà stoccato in cumuli alti non più di 2 metri. Questi saranno inerbiti (molto indicato a questo scopo è il *Lolium perenne*) per evitare il dilavamento delle sostanze nutritive ad opera delle precipitazioni atmosferiche.
- Il cumulo sarà costituito da strati di terreno di circa 50 cm di spessore (deposti in modo da non sovvertire o alterare la disposizione degli strati precedente lo scotico) alternati a strati di 10 cm costituiti da torba, paglia e concime. Alla base dei cumuli si predisporranno adeguate tubature per la raccolta e l'allontanamento del percolato.

2) Per quanto riguarda il substrato scotico, esso prima di poter accogliere la vegetazione d'impianto verrà pulito da materiali di risulta dei cantieri.

Si provvederà, inoltre, all'estirpazione delle piante infestanti e ruderali insediate. Il ripristino del suolo consisterà, inoltre, nell'aratura profonda da eseguire con scarificatore, fino a 60-80 cm di profondità, al fine di frantumare lo strato superficiale fortemente compattato, nel quale le radici non riuscirebbero a penetrare e l'acqua avrebbe difficoltà di infiltrazione.

Sui terreni oggetto di scotico verrà apportata terra di coltivo a costituire uno strato dello spessore minimo di 30 cm circa. A tal fine verrà utilizzato il citato terreno di scotico precedentemente accantonato. La piena ripresa delle capacità produttive di questo terreno avrà luogo grazie alla posa degli strati di suolo preesistenti in condizioni di tempera del terreno, secondo l'originaria successione, utilizzando attrezzature cingolate leggere o con ruote a sezione larga, avendo cura di frantumare le zolle per evitare la formazione di sacche di aria eccessive e di non creare suole di lavorazione e differenti gradi di compattazione che potrebbero in seguito provocare avvallamenti localizzati.

Per la fertilizzazione dello scotico si utilizzeranno o concimi organo-minerali o letame maturo (500 q/ha). Allo scopo di interrare il concime o il letame si provvederà a una leggera lavorazione superficiale. Ad integrazione del terreno scotico potrà venire utilizzato terriccio ottenuto per decomposizione aerobica controllata di materiali vegetali e/o animali e/o torba. Tale terriccio dovrà presentare un pH neutro.

17.2.3 Sistemazione di terreno vegetale

Tutte le aree destinate a verde dovranno essere rivestite con manto vegetale appena ultimata la loro sistemazione superficiale per uno spessore variabile tra 30 e 40 cm.

Eventuali erosioni, solcature, buche od altre imperfezioni dovranno essere riprese 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.

Tutte le superfici dovranno presentarsi perfettamente regolari, eliminando anche eventuali tracce di pedonamento.

Il terreno vegetale dovrà avere caratteristiche fisiche e chimiche atte a garantire un sicuro attecchimento e sviluppo di colture erbacee, arbustive od arboree.

Il terreno dovrà essere posto in opera in strati uniformi, ben sminuzzato, spianato e configurato in superficie secondo le indicazioni di progetto.

17.3 Opere per la preparazione del terreno

17.3.1 Aratura

La lavorazione del terreno dovrà avere il carattere di una vera e propria aratura, sarà perciò eseguita fino alla profondità di almeno cm. 40 (salvo differenti specifiche in merito da parte della D.L.)

L'aratura dovrà farsi con il mezzo trainante più leggero possibile in relazione alle caratteristiche del terreno stesso per minimizzare la compressione del medesimo.

Le "fette" di lavorazione dovranno essere rovesciate con successione regolare senza lasciare fasce intervallate di terreno sodo.

Ove necessario il lavoro dovrà completarsi a mano: le arature dovranno effettuarsi sempre previa autorizzazione della D.L. e saranno finalizzate a garantire l'esecuzione degli interventi solo a terreno "in tempera".

17.3.2 Erpicatura e fresatura

Tale lavorazione prevede la rottura ed il rimescolamento dello strato superficiale del terreno. Dovrà essere utilizzato un erpice (a denti o a dischi) ed una fresa secondo le indicazioni della D.LL.

La lavorazione dovrà essere effettuata in modo incrociato per permettere un ottimo sminuzzamento dello strato superficiale del terreno (cm 30).

Il periodo per effettuare la lavorazione di erpicatura e fresatura dovrà essere stabilito dall'Impresa in accordo con la D.LL..

17.3.3 Concimazioni

Per la concimazione dovranno essere usati, secondo le indicazioni della D.LL., fertilizzanti minerali e/o organici.

I concimi minerali (semplici, composti, complessi ecc.) dovranno avere il titolo dichiarato ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica.

I concimi organici (letame, residui organici vari, ecc.) dovranno essere raccolti presso luoghi o fornitori autorizzati dalla D.LL.. La torba dovrà essere della miglior qualità, acida, poco decomposta, confezionata in balle compresse e sigillate.

Il concime dovrà essere somministrato immediatamente prima della realizzazione dei prati o della piantagione di essenze arboree o arbustive, sempre che il tipo di concime non richieda un'applicazione anteriore.

Nel caso di utilizzo di concimi minerali complessi (NPK+Mg) essi dovranno contenere azoto in forma nitrica ed ammoniacale a pronta azione ed azoto ad azione prolungata presente in quantità non inferiore al 50% della quantità totale.

Il concime dovrà essere distribuito uniformemente, evitando in particolare le sovrapposizioni di strisce, nel caso di stesa a macchina. Le macchine per lo stesa del concime dovranno essere caricate esternamente alla superficie da concimare. Il concime dovrà essere introdotto uniformemente nello strato di suolo vegetale.

Oltre alla concimazione di fondo (da effettuarsi dopo l'aratura e prima della erpicatura), l'impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi e tenendo comunque presente che lo sviluppo della vegetazione dovrà avvenire in modo uniforme.

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.

17.3.4 Tracciamenti per la messa a dimora delle piante

Prima della messa a dimora di alberi ed arbusti, l'Impresa è tenuta alla predisposizione delle seguenti operazioni, secondo la tempistica prevista dal progetto:

- ✓ sulla base delle indicazioni riportate negli elaborati di progetto picchettazione della posizione di messa a dimora di piantine forestali ed arbusti, con associazione degli esemplari ai picchetti;
- ✓ picchettazione delle aree per la messa a dimora di gruppi di alberi, gruppi di arbusti, fasce arbustive, aree ad erbacee, con la precisione richiesta dalla D.LL., nonché predisporre la picchettazione di un'area di saggio con il sesto di impianto previsto;
- ✓ picchettazione delle aree per la formazione di superfici prative comprendente, oltre ai punti obbligati, anche i punti intermedi.

Ogni picchetto dovrà essere numerato ed essere riferito a punti inamovibili per poterne ricostruire la posizione in caso di danneggiamento o manomissione. I capisaldi, i picchetti o le livellette successive danneggiati o rimossi dovranno essere immediatamente ripristinati a cura e spese dell'Impresa.

I risultati della picchettazione saranno riportati su appositi elaborati che dovranno essere approvati dalla D.LL.; una copia di tali elaborati dovrà essere consegnata alla Committenza, una alla D.LL., ed una terza verrà conservata in cantiere. Durante la verifica da parte della D.LL. o della Committenza dei risultati dei rilievi, l'Impresa è tenuta a mettere a disposizione il personale ed i mezzi necessari.

La tolleranza ammessa per la formazione di filari o per la piantumazione a sesto regolare è di cm 10 rispetto agli allineamenti riportati per il 10% degli elementi controllati, di cm 5 rispetto agli allineamenti riportati per il 30% degli elementi controllati e di cm 0 rispetto agli allineamenti riportati per il 60% degli elementi controllati.

La tolleranza ammessa per la messa a dimora di alberi sviluppati ed arbusti, isolati o a piccoli gruppi, è di cm 20 rispetto alle posizioni riportate per il 10% degli elementi controllati, di cm 10 rispetto alle posizioni riportate per il 40% degli elementi controllati e di cm 5 rispetto alle posizioni riportate per il restante 50% degli elementi controllati.

La tolleranza ammessa per la formazione di aree arbustive o superfici prative, rispetto a quelle indicate negli elaborati progettuali, è di cm 25 rispetto alle quote riportate per il 30% dei punti rilevati, di cm 10 rispetto alle quote riportate per il 30% dei punti rilevati e di cm 5 rispetto alle quote riportate per il restante 40% dei punti rilevati; si prescrive inoltre una tolleranza del 5% sull'estensione di aree fino a 100 metri quadrati, una tolleranza del 3% sull'estensione di

aree comprese fra 100 e 1.000 metri quadrati, e una tolleranza del 2% sull'estensione di aree superiori ai 1.000 metri quadrati

Al momento della verifica delle tolleranze di errore dell'esecuzione dei lavori, l'Impresa può richiedere un ampliamento del numero di campioni utilizzati per il calcolo.

17.4 Messa a dimora di alberi ed arbusti

Messa a dimora di **alberi autoctoni** da vivaio, di specie di **Tab. 1**, con certificazione di origine del materiale da propagazione, nelle quantità indicate nelle varie voci di computo e nelle tavole di progetto, previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni doppie al volume radicale nel caso di piante in fitocella, vaso o pane di terra.

Messa a dimora di **arbusti autoctoni** da vivaio, con certificazione di origine del materiale da propagazione, utilizzando le specie di **Tab. 2**, nelle quantità previste nelle singole voci di computo e nelle tavole grafiche, di età non inferiore a due anni, previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni doppie rispetto al volume radicale nel caso di fitocelle, vasi o pani di terra. Si intendono inclusi:

- l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei;
- il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, ecc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta;
- il rinalzo con terreno vegetale di qualità con eventuale invito per la raccolta d'acqua a seconda delle condizioni pedoclimatiche della stazione;
- apporto di eventuali ammendanti, fertilizzanti, biostimolanti radicali, acidi umici, micorrize, ecc.;
- la pacciamatura con biofeltri o altro materiale ad elevata compattezza per evitare il soffocamento e la concorrenza derivanti dalle specie erbacee;
- un paletto o canna tutore con funzione di sostegno e di segnalazione della presenza pianta (h min. 0,80 m fuori terra);
- protezioni individuali antifauna (shelter).

Il terreno deve riempire la buca fino al colletto della pianta e deve essere compattato in modo che la pianta opponga resistenza all'estrazione. Successivamente, viene formata una piccola concavità intorno all'arbusto per una migliore captazione dell'acqua.

Nei terreni privi di suolo organico sarà necessario preparare delle buche nel substrato minerale e riempirlo con una certa quantità di terreno vegetale, fibra organica e fertilizzanti atti a garantire l'attecchimento delle piante; in tali terreni sarà comunque da preferire la scelta di piante a comportamento pioniero della serie dinamica della vegetazione potenziale del sito.

Per le piante in zolla, contenitore o fitocella il trapianto dovrà essere effettuato in periodo stagionale idoneo (autunno – inverno) tenendo conto delle stagionalità locali e con esclusione dei periodi di estrema aridità estiva o gelo invernale.

Prima del riempimento definitivo delle buche, gli alberi, gli arbusti e i cespugli di rilevanti dimensioni dovranno essere resi stabili per mezzo di pali di sostegno, ancoraggi e legature. Prima di provvedere all'ancoraggio definitivo delle piante sarà necessario accertarsi che il terreno di riempimento delle buche risulti debitamente assestato per evitare che le piante risultino sospese alle armature in legno e si formino cavità al di sotto degli apparati radicali.

L'impresa provvederà poi al riempimento definitivo delle buche con terra di coltivo, costipandola con cura in modo che non rimangano vuoti attorno alle radici o alla zolla.

Il palo tutore dovrà essere infisso saldamente nel terreno a buca aperta e prima dell'immissione nella buca della pianta da sostenere.

Il riempimento delle buche, sia quello parziale prima della piantagione, sia quello definitivo, potrà essere effettuato, a seconda delle necessità, con terra di coltivo semplice oppure miscelata con torba.

Nel caso la Direzione Lavori decida che all'atto dell'impianto venga effettuata una concimazione secondaria localizzata, l'Impresa avrà cura di spargere il fertilizzante evitando che questo venga a contatto diretto con le radici, in modo da evitare danni per disidratazione

A riempimento ultimato, attorno alle piante dovrà essere formata una conca o bacino per la ritenzione dell'acqua necessaria per favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

Dopo l'impianto (in cui è prevista una bagnatura iniziale) nei primi 5 anni è necessaria un'irrigazione di soccorso tramite apporto diretto.

Sono previsti i risarcimenti per fallanze.

Le piante fornite devono essere sane, ben conformate, prive di difetti o di danni di natura parassitaria o meccanica e che abbiano un apparato radicale sano, ben conformato, vitale e ricco di radici assorbenti.

17.4.1 Preparazione di buche per piantagioni

Le buche di piantagione per alberi e arbusti dovranno essere predisposte smuovendo e asportando il terreno sino alla profondità necessaria.

Se le piante verranno messe a dimora in tempi successivi oppure, qualora già scavate le buche, le piantumazioni dovranno essere differite, ad evitare pericoli per l'incolumità di persone e mezzi l'Appaltatore dovrà ricolmare le buche con la stessa terra, avendo cura di invertire gli strati e di non costiparla.

Se avviene una piantagione di alberi di grandi dimensioni, risultanti da trapianti o forniti ex novo in zolla da vivaio, per dimensionare adeguatamente le buche andranno considerati: lo spazio per il loro ingombro, la necessità di agevolare il naturale assestamento della pianta sotto il suo peso, e la possibilità di apportarvi un conveniente strato di ghiaia drenante, terriccio, concime organico, ecc.

Se verranno messe a dimora piante arboree ed arbustive a radice nuda, le dimensioni della buca dovranno permettere un ordinato ed agevole collocamento degli apparati radicali, che non devono essere danneggiati.

Durante l'esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà porre la massima attenzione alla eventuale presenza di cavi e tubazioni sotterranee, interrompendo i lavori e informandone in caso positivo la Direzione Lavori, con la quale si concorderanno la migliore collocazione delle piante e gli altri interventi necessari.

Nel caso fossero riscontrati gravi problemi di ristagno l'Impresa provvederà, su autorizzazione della Direzione Lavori, a predisporre idonei drenaggi secondari che verranno contabilizzati a parte in base all'Elenco prezzi.

I drenaggi secondari dovranno essere eseguiti collocando sul fondo degli scavi uno strato di materiale adatto a favorire lo scolo dell'acqua (pietre di varie dimensioni, pezzame di tufo, argilla espansa, etc.) eventualmente separato dalla terra vegetale sovrastante con un feltro imputrescibile (tessuto non tessuto); al di sotto del drenaggio, dovranno essere realizzate anche canalette di deflusso o posti in opera idonei tubi drenanti, che dovranno essere raccordati al sistema drenante generale.

I danni causati dalla mancata osservazione di queste norme sono a carico dell'Impresa.

L'Impresa dovrà tenere conto degli eventuali manufatti edilizi esistenti in prossimità del sito di piantagione (cordonature, pavimentazioni), evitandone il danneggiamento se devono essere conservati.

17.4.2 Profondità dello strato di terreno per piantumazioni

In linea generale la profondità di scavo per collocare a dimora alberi e arbusti dovrà rispettare, come già specificato, le dimensioni delle piante, relativamente alle dimensioni delle zolle ed alla necessità della loro più agevole collocazione.

A titolo di prescrizione generale la profondità di scavo dovrà consentire una messa a dimora delle piante in modo che il livello uniforme di progetto del terreno e il colletto dei fusti si trovino alla stessa quota.

Qualora lo strato di terreno al fondo della buche si presenti eccessivamente compatto formando una suola impermeabile, l'Impresa dovrà provvedere ad una "rottura" della stessa, e intervenire con tutti gli accorgimenti necessari ad evitare ristagni di acqua sotto alla zolla.

17.4.3 Conguaglio, scarificazione e pulizia delle superfici

Dopo la piantagione, la superficie del suolo deve essere conguagliata e scaricata.

Le pietre ed i rifiuti, le parti vegetali decomponibili e le malerbe devono essere allontanate. Si deve tuttavia avere cura, in queste operazioni, di conservare le conche attorno alle piante.

17.5 Posa in opera di protezioni antifauna "shelter"

Il posizionamento dello shelter per gli arbusti, dovrà avvenire senza danneggiare la pianta e dovrà essere ancorato al terreno tramite un picchetto in legno in modo di stabilizzare la struttura dello shelter.

Il tipo di collegamento tra pianta ed ancoraggio dovrà essere tale da escludere incisioni della corteccia, durante e dopo i lavori di piantagione; il fasciame dovrà essere assicurato agli elementi di sostegno in modo tale da evitare scivolamenti.

A tal fine, le legature dovranno essere realizzate per mezzo di cinture di gomma od altro materiale sintetico.

17.6 Scogliera rinverdita

Lungo il torrente Clarea, in corrispondenza del tratto in cui sarà realizzato il ponte bailey, verrà creata una difesa longitudinale per il consolidamento e contro l'erosione delle sponde,

realizzata con l'impiego di grossi massi disposti lungo la scarpata dal basso verso l'alto e contemporanea messa a dimora di talee di salice inserite nelle fessure tra i massi stessi.

I massi saranno intasati con terreno vegetale.

L'inserimento delle talee dovrà avvenire preferibilmente durante la fase di costruzione, con l'attraversamento dell'intera struttura, fino a toccare il terreno retrostante.

Le talee di salice da utilizzare nel rinverdimento della scogliera in massi esse dovranno avere una lunghezza minima di 80 cm ed un diametro minimo di 3 cm.

I fusti delle talee devono essere esenti da traumi, marciumi e parassiti devono essere immediatamente utilizzati affinché non ci sia eccessiva perdita di acqua. Quando questo non fosse possibile esistono dei metodi di conservazione del materiale, che può essere stoccato in celle frigorifere oppure in pozzi di acqua fredda continuamente cambiato, così che non si creino germogli prima della messa a dimora di tale materiale.

Per quanto riguarda il loro inserimento all'interno dell'opera di Ingegneria Naturalistica è importante ricordare che le talee vanno posizionate con giusta polarità, ovvero con la parte di fusto con diametro minore che guarda l'esterno dell'opera. Inoltre vanno messe preferibilmente orizzontalmente, avendo così una maggiore capacità di emettere radici rispetto alla talee messe in verticale. Risulta evidente quindi che i fusti vanno collocati, preferibilmente, in corso d'opera. Essi vanno inseriti nel terreno per almeno 80% della loro lunghezza, facendo attenzione a non far sporgere comunque la parte aerea per più di 5 cm, ritardando così il fenomeno di disidratazione. La potatura di tale parte della talea deve essere un taglio netto con inclinazione verso il basso. Un ulteriore elemento che incide sul loro attecchimento è la buona qualità del terreno di riempimento che non deve essere eccessivamente pietroso e ben compattato affinché non si creino vuoti tra il fusto e il terreno.

17.7 Inerbimenti

La formazione del cotico erboso dovrà aver luogo dopo la messa a dimora di tutte le piante previste in progetto.

Le aree a prato dovranno presentarsi perfettamente inerbite con le specie previste, con presenza di erbe infestanti e sassi non superiore ai limiti di tolleranza consentiti dal progetto, esenti da malattie, chiarie ed avvallamenti dovuti all'assestamento del terreno o ad altre cause.

17.7.1 Generalità

Il rinverdimento di base consiste nell'inerbimento delle superfici ove si effettueranno sistemazioni a verde, per fornire una prima copertura, per la difesa del terreno dall'erosione e per attivare i processi pedogenetici del suolo. Gli inerbimenti sono previsti su tutte le superfici interessate dagli interventi.

La riuscita dell'inerbimento determina inoltre una notevole funzione di reinserimento paesaggistico, permettendo il recupero di aree altrimenti soggette al degrado.

I miscugli sono improntati in primo luogo a realizzare un manto erboso duraturo, possibilmente permanente, in grado di proteggere il terreno dall'erosione e di garantire un buon processo di humificazione del terreno legato all'apporto di fitomassa; le specie da utilizzare sono state scelte, preferibilmente, tra quelle perenni o più longeve.

L'eccessiva lentezza di colonizzazione di alcune specie erbacee fa però sì che sia necessario comprendere nel miscuglio anche specie a rapido attecchimento per la buona riuscita dell'impianto. In particolare, il *Lolium perenne* è considerato una specie "di avvio" grazie al suo rapido insediamento poiché garantisce una buona copertura fin dal primo anno dalla semina lasciando spazio, negli anni successivi, a specie a più lenta affermazione che assicureranno la fase di "consolidamento" dell'inerbimento.

All'epoca della semina, il suolo non deve essere gelato.

Prima della semina, il suolo deve essere preparato con le apposite lavorazioni del suolo e deve essere ben assestato, livellando e quindi rastrellando il terreno per eliminare ogni ondulazione, protuberanza, buca o avvallamento. Si dovrà procedere anche alla eliminazione dei ciottoli presenti tramite rastrellatura e successivo riporto di terreno vegetale se il substrato è sterile.

La semina di regola dovrà essere intrapresa in primavera o in autunno, comunque con temperature del suolo superiori ad 8 °C e sufficiente umidità, scegliendo il periodo più adatto ad assicurare la prescritta composizione floristica.

La quantità di sementi deve essere determinata, previa considerazione del numero di semi per grammo delle singole specie, in modo tale che di regola vengano seminati da 30.000 a oltre 50.000 semi per ogni mq di superficie, corrispondenti ad un peso da 15 a 30 g/mq.

In condizioni atmosferiche e stagionali sfavorevoli, la quantità di sementi per mq deve essere corrispondentemente aumentata. La D.L. può aumentare tale quantità in ragione delle situazioni specifiche (quando soprattutto si tratti di scarpate erodibili o di inerbimenti protetti) che possono condurre a minore germinazione; in tal caso fa fede la indicazione presente nel computo o negli elaborati progettuali.

La concimazione dovrà essere effettuata in due tempi: all'atto della semina dovranno essere somministrati i concimi fosfatici e potassici; i concimi azotati dovranno essere somministrati a germinazione avvenuta.

Per evitare l'alterazione e il deterioramento, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità.

La semente deve essere distribuita uniformemente.

Le sementi fornite dovranno essere di ottima qualità, in confezioni originali sigillate e munite di certificato di identità, con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza.

Per la realizzazione dei prati mediante semina, si deve di regola utilizzare la miscela di sementi di cui alla **Tabella 4 - Miscuglio di specie autoctone per l'inerbimento**, salvo diverse indicazioni del progetto o della Direzione dei lavori.

La mescolanza delle sementi di diverse specie, qualora non fosse già disponibile in commercio, dovrà essere effettuata alla presenza della Direzione dei lavori.

17.8 Modalità di semina

17.8.1 Semina a spaglio o mediante seminatrice

La semente deve essere introdotta nel suolo uniformemente, tuttavia a profondità non superiore a 0,5-1 cm.

Per la compressione delle superfici di semina devono essere usati cilindri a graticcio o altri apparecchi adatti.

Qualora la morfologia del terreno lo consenta, è preferibile che le operazioni di semina vengano effettuate mediante speciale seminatrice munita di rullo a griglia, al fine di ottenere l'uniforme spargimento del seme e dei concimi minerali complessi. In caso contrario, la semina, eseguita a spaglio, deve effettuarsi sempre in giornate senza vento.

La copertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano e con erpice a sacco o tramite specifiche attrezzature meccaniche. L'operazione dovrà essere eventualmente ripetuta dopo il secondo sfalcio.

Subito dopo, il terreno deve essere bagnato fino a risultare imbevuto d'acqua fino alla profondità di almeno 5 cm.

17.8.2 Idrosemina

Dopo che le superfici da rivestire saranno state preparate, l'impresa procederà al rivestimento mediante idrosemina impiegando una speciale attrezzatura in grado di effettuare la proiezione a pressione di una miscela di seme, fertilizzante, collante ed acqua.

Tale attrezzatura, composta essenzialmente da un gruppo meccanico erogante, da un miscelatore-agitatore, da pompe, raccordi, manichette, lance, ecc., dovrà essere in grado di effettuare l'idrosemina in modo uniforme su tutte le superfici da rivestire, qualunque sia l'altezza delle scarpate.

I materiali da impiegare dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della Direzione Lavori che disporrà le prove ed i controlli ritenuti opportuni.

I miscugli di seme da spandere, aventi le composizioni nei rapporti di cui alla **Tabella 4**, saranno impiegati nei quantitativi di 200, 400 e 600 kg/ha, in relazione alle prescrizioni che la Direzione Lavori impartirà tratto per tratto, riservandosi inoltre di variare la composizione del miscuglio stesso, fermo restando il quantitativo totale di seme.

Dovrà essere impiegato fertilizzante ternario (PKN) a pronta, media e lenta cessione in ragione di 700 kg/ha.

Per il fissaggio della soluzione al terreno e per la protezione del seme, dovranno essere impiegati in alternativa 1200 kg/ha di fibre di cellulosa, oppure 150 kg/ha di collante sintetico, oppure altri materiali variamente composti che proposti dall'Impresa, dovranno essere preventivamente accettati dalla Direzione Lavori.

Nel caso dell'idrosemina potenziata la miscela conterrà anche una significativa percentuale di sostanze miglioratrici del terreno in ragione di ca. 200- 250 gr./m², quali fibra di cellulosa, paglia triturrata, altro materiale organico (fibre di legno etc.).

All'interno della botte per idrosemina, vengono miscelati tutti i materiali necessari per l'inerbimento, al fine di ottenere una poltiglia omogenea. La distribuzione avverrà alla pressione atta a garantire l'irrorazione a distanza dei prodotti, e l'omogeneità su tutta la superficie. Il diametro degli ugelli e il tipo di pompa devono essere idonei a non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei prodotti.

Si effettuerà l'eventuale aggiunta di essenze forestali alle miscele di sementi, quando previsto in progetto.

L'idrosemina deve essere eseguita in condizioni climatiche idonee, cioè in assenza di vento, pioggia, neve.

Per l'idrosemina l'Impresa è libera di effettuare il lavoro in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenga in modo regolare ed uniforme.

- ***Inerbimento terre rinforzate e scarpate***

Ai fini della rivegetazione nel caso delle terre rinforzate utilizzate in alcuni tratti dello svincolo autostradale, il paramento esterno viene ricaricato con terra, rivestito con una rete in fibra naturale (juta) e inerbito con idrosemina.

La rete in fibra naturale di juta verrà anche utilizzata per favorire il consolidamento delle scarpate con maggiore inclinazione e sviluppo in altezza.

17.9 Manutenzione delle opere a verde per il periodo di garanzia

La manutenzione che l'Impresa è tenuta ad effettuare durante il periodo di concordata garanzia dovrà riguardare anche le eventuali piante preesistenti e comprendere le seguenti operazioni:

- 1) irrigazioni di soccorso, fatta salva la presenza di condizioni di surplus idrico per condizioni meteoriche;
- 2) sarchiatura/zappettatura del terreno intorno al colletto delle piante e rincalzatura delle stesse;
- 3) difesa dalla vegetazione infestante tramite
 - a. falciature (10-12 volte) su tutte le superfici a prato e localizzate nelle macchie boscate e arbustive;
 - b. decespugliamento manuale selettivo contro i polloni di robinia nelle aree in cui è stato riscontrato ingresso della specie infestante;
- 4) sostituzione delle fallanze cioè di tutte le piante non "vitali", ovvero morte, malate, parzialmente secche, scarsamente vigorose, malformate o comunque non idonee per conformazione, o altre caratteristiche vivaistiche o forestali allo scopo dell'impianto. La sostituzione va effettuata sempre rispettando la percentuale tra essenze arboree e arbustive;
- 5) controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere;
- 6) controllo, risistemazione e riparazione dei presidi antifauna e dei dischi pacciamanti o corteccia di resinose e dei tubi dreno per irrigazione;
- 7) rilievi botanici/naturalistici per determinare lo stato di ripresa della vegetazione spontanea.
- 8) eliminazione degli shelter quando abbiano assolto appieno al loro compito.

La manutenzione delle opere dovrà avere inizio immediatamente dopo la messa a dimora (o la semina) di ogni singola pianta e dovrà continuare per tutto il periodo concordato in anni 5.

Ogni nuova piantagione dovrà essere curata con particolare attenzione fino a quando non sarà dichiarato dalla D.L. che le piante, superato il trauma del trapianto (o il periodo di germinazione per le semine), siano ben attecchite e siano in buone condizioni vegetative.

Verrà nominato un responsabile del programma di manutenzione che avrà i seguenti compiti:

- effettuare i monitoraggi botanici e naturalistici per determinare lo stato di ripresa della vegetazione;
- in base alle risultanze delle verifiche e delle necessità di interventi di manutenzione, redigere un elenco di attività da svolgere;
- controllare la corretta esecuzione di tali interventi, identificare eventuali misure correttive non previste;
- redigere in tal senso rapporti periodici da sottoporre al committente.

17.9.1 Irrigazioni di soccorso

L'Impresa è tenuta ad irrigare tutte le piante messe a dimora e le superfici inerbite per il periodo di garanzia concordato in caso di stagione particolarmente siccitose.

Le irrigazioni dovranno essere ripetute e tempestive nonché variare in quantità e frequenza, in relazione alla natura del terreno, alle caratteristiche specifiche delle piante, al clima e all'andamento stagionale: il programma di irrigazione (a breve e a lungo termine) e i metodi da usare dovranno essere determinati dall'Impresa e successivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Le irrigazioni di soccorso verranno eseguite secondo il seguente schema: 5 volte il primo anno, 4 volte il secondo anno, 2 volte gli anni successivi. Viene fatta salva la presenza di condizioni di surplus idrico per condizioni meteoriche.

Ogni intervento dovrà garantire l'apporto di adeguato volume d'acqua in funzione della tipologia del terreno presente nell'area di intervento e, indicativamente, non inferiore a 30 litri/mq per arbusti e non inferiore a 60 litri/mq per alberi.

17.9.2 Sarchiatura/zappettatura del terreno e rincalzo

Le conche di irrigazione eseguite durante i lavori di impianto devono essere, se necessario, ripristinate, ed a seconda dell'andamento stagionale, delle zone climatiche e delle caratteristiche di specie, l'Impresa provvederà alla chiusura delle conche e al rincalzo delle piante, oppure alla riapertura delle conche per l'innaffiamento.

Le superfici di impianto interessate da alberi e arbusti e le conche degli alberi devono essere oggetto di sarchiature una volta l'anno.

17.9.3 Decespugliamento

Decespugliamento manuale selettivo (soprattutto contro i polloni di robinia) nelle aree in cui è stato riscontrato ingresso della specie infestante, con salvaguardia di eventuale rinnovazione arborea/ arbustiva di specie in sintonia con la scelta progettuale, ed allontanamento manuale e meccanico del materiale prodotto.

Le operazioni di taglio e rimozione di rovi, arbusti e vegetazione arborea infestante dovranno essere eseguite nei tratti indicati in progetto o dall'Ufficio di Direzione Lavori.

I lavori andranno prevalentemente eseguiti con decespugliatore; l'intervento sarà completato a mano.

La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e bruciata o portata a rifiuto. L'Impresa dovrà anche raccogliere e trasportare a discarica eventuali rifiuti solidi rinvenuti nell'area di intervento.

Se previsto in progetto o prescritto dall'Ufficio di Direzione Lavori, terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

Il decespugliamento va attuato anche al fine di permettere successivi interventi di sfalcio/triturazione dell'erba.

In questa fase l'Impresa dovrà porre particolare cura e attenzione nelle lavorazioni per evitare qualunque danno e/o asportazione della vegetazione arborea/arbustiva/erbacea autoctona eventualmente da preservare.

17.9.4 Falcature

Oltre alle cure colturali normalmente richieste, l'Impresa dovrà provvedere quando necessario alle varie falcature del tappeto erboso.

L'erba tagliata dovrà essere immediatamente rimossa salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori. Tale operazione dovrà essere eseguita con la massima tempestività e cura, evitando la dispersione sul terreno dei residui rimossi.

La difesa dalla vegetazione infestante tramite falcature verrà eseguita 10-12 volte l'anno.

Lo sfalcio sarà eseguito a mano come finitura intorno alle piante.

17.9.5 Sostituzione fallanze

Le eventuali piante morte e/o deperienti dovranno essere sostituite con altre identiche a quelle fornite in origine; la sostituzione deve, in rapporto all'andamento stagionale, essere inderogabilmente effettuata nel più breve tempo possibile dall'accertamento del mancato attecchimento.

17.9.6 Controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere

È competenza dell'Impresa controllare le manifestazioni patologiche sulla vegetazione delle superfici sistemate provvedendo alla tempestiva eliminazione del fenomeno patogeno onde evitarne la diffusione e rimediare ai danni accertati.

17.9.7 Controllo, risistemazione e riparazione dei presidi antifauna e dei dischi pacciamanti

L'Impresa è tenuta a ripristinare gli ancoraggi, i presidi antifauna, i dischi pacciamanti delle piante.

E' inoltre competenza dell'Impresa controllare periodicamente le legature per prevenire ferite al fusto, e rimuoverle almeno una volta, all'anno, rifacendo la legatura in posizione diversa dal precedente punto di contatto con la pianta.

Al termine del periodo di manutenzione allontanamento a scarica delle protezioni individuali antifauna.

18.PALI DI FONDAZIONE

18.1 Generalità

I pali nel seguito considerati sono:

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

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

18.1.1 Prove tecnologiche preliminari

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

I pali prova, a cura e spese dell'Impresa, saranno eseguiti in ragione dello 0,5% del numero totale dei pali con un minimo di un palo prova e comunque secondo le prescrizioni della Direzione Lavori. I pali di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata di progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.

I pali di prova dovranno essere eseguiti, o posti in opera, alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali di progetto.

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo che saranno richieste dalla Direzione Lavori quali: prove di carico eseguite come da D.M. dell'11/03/1988, spinte fino a portare a rottura il complesso palo-terreno per poter determinare il carico limite del palo e costruire significativi diagrammi dei cedimenti della testa del palo in funzione dei carichi e dei tempi; a prove di controllo non distruttive ed ad ogni altra prova o controllo tali da dirimere ogni dubbio sulla accettabilità delle modalità esecutive.

Nel caso l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso sempre a sua cura e spese alle prove tecnologiche sopra descritte.

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

18.1.2 Preparazione del piano di lavoro

L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'infissione, possano recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

Per pali in alveo in presenza di battente d'acqua fluente, l'Impresa predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

18.2 Pali prefabbricati

18.2.1 Definizione

Appartengono a questa categoria i pali infissi, prefabbricati in c.a. o c.a.p., costituiti da elementi a sezione circolare o poligonale, variabile o non, pieni o cavi internamente, di norma di forma tronco conica con diametro minimo alla punta di 24 cm e conicità di 1,5 cm/m.

18.2.2 Soggezioni geotecniche e ambientali

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

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

Durante l'infissione dei pali prova la Direzione Lavori potrà richiedere che l'Impresa esegua a sua cura e spese misure vibrazionali di controllo per accertare che l'installazione dei pali infissi non danneggi le proprietà vicine. Qualora nel corso delle misure vibrazionali risultassero superati i limiti di accettabilità previsti dalle norme DIN 4150, l'Impresa dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori i provvedimenti che intende adottare.

È altresì richiesta la presentazione di un programma di lavori in cui sia dettagliatamente esplicitata la successione cronologica di installazione di ciascun palo.

18.2.3 Caratteristiche dei materiali

I pali saranno realizzati fuori opera con conglomerato cementizio avente resistenza caratteristica cubica non inferiore a 50 MPa; devono perciò impiegarsi impasti con basso rapporto acqua-cemento ("Slump" inferiore a 7,5 cm).

Il conglomerato cementizio deve essere opportunamente centrifugato o vibrato; il ricoprimento del ferro dovrà risultare uniforme e compreso fra 1,5÷2,5 cm.

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui all'art. 25, tenendo conto delle sollecitazioni a cui i pali saranno sottoposti durante il trasporto, il sollevamento e le successive fasi di infissione e di esercizio.

L'estremità inferiore del palo sarà protetta e rinforzata da piastre o puntazze metalliche la cui configurazione dipenderà dalla natura e dalle caratteristiche dei terreni del sottosuolo.

Ogni partita di pali dovrà essere accompagnata da un certificato attestante la resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) del conglomerato cementizio impiegato, la distribuzione delle armature, la data di getto.

La Direzione Lavori ha la facoltà di fare eseguire prove di controllo della geometria del fusto e delle armature e delle caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati.

18.2.4 Tolleranze geometriche

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

- sulla lunghezza: uguale a $\pm 1\%$;
- sul perimetro: uguale a $\pm 2\%$;
- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto: $\leq 3\%$;
- errore rispetto alla posizione planimetrica: $< 20\%$ del diametro nominale in testa.

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 ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

18.2.5 Tracciamento

Prima di iniziare l'infissione si dovrà, a cura e spese dell'Impresa, indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

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

L'Impresa esecutrice dovrà presentare:

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

18.2.6 Infissione

I tipi di battipalo impiegati per l'infissione dei pali sono i seguenti:

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

L'Impresa dovrà fornire le seguenti informazioni concernenti il sistema di infissione che intende utilizzare.

A) nel caso di impiego dei battipali:

- marca e tipo di battipalo;
- principio di funzionamento del battipalo;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- numero dei colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;

- efficienza del battipalo;
- caratteristiche del cuscino (materiale, diametro, altezza), la sua costante elastica e il suo coefficiente di restituzione;
- peso della cuffia;
- peso degli eventuali adattatori;
- peso del battipalo.

B) utilizzando maglio a caduta libera:

- peso del maglio;
- massima altezza di caduta che si intende utilizzare.

C) utilizzando il vibratore:

- marca del vibratore;
- peso della morsa vibrante;
- ampiezza e frequenza del vibratore.

Prima di essere infisso, il fusto del palo dovrà essere suddiviso in tratti di m 0,5, contrassegnati con vernice di colore contrastante rispetto a quello del palo.

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

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

- A) la lunghezza minima di progetto;
- B) il rifiuto minimo specificato.

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

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

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

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

18.2.7 Controlli e documentazione lavori

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

- identificazione del palo;
- data di costruzione del palo;
- data di infissione;
- caratteristiche del sistema di infissione;

- rifiuto ogni m 0,10 negli ultimi m 1,0 - m 2,0 e ogni m 1,0 nel tratto precedente;
- profondità raggiunta;
- profondità di progetto;
- rifiuti di eventuale ribattitura;
- risultati delle eventuali prove di controllo richieste dalla Direzione Lavori.

18.3 Pali battuti

18.3.1 Definizione

Si tratta di pali in c.a. realizzati, senza asportazione alcuna di terreno, previa infissione di un tuboforma provvisorio o permanente costituito da un tubo metallico di adeguato spessore chiuso inferiormente da un tappo provvisorio o non.

Completata l'infissione del tubo forma, dopo aver installato la gabbia d'armatura si procede al getto del conglomerato cementizio estraendo contemporaneamente, se previsto, il tuboforma.

L'installazione della gabbia d'armatura sarà preceduta, se previsto dal progetto, dalla formazione di un bulbo di base in conglomerato cementizio realizzato forzando, mediante battitura, il conglomerato cementizio nel terreno.

L'adozione della tipologia di esecuzione sarà conforme a quanto esposto in progetto.

18.3.2 Soggezioni geotecniche e ambientali

Si richiamano integralmente le norme di cui al precedente punto 9.1.2.

18.3.3 Tolleranze geometriche

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

- sul diametro esterno della cassaforma infissa: $\pm 2\%$;
- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto: $\leq 2\%$;
- errore rispetto alla posizione planimetrica: non superiore al 15% del diametro nominale.

Inoltre la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto.

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

18.3.4 Tracciamento

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

L'Impresa esecutrice dovrà presentare:

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

18.3.5 *Infissione*

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

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

L'infissione può avvenire battendo il tuboforma in sommità oppure sul fondo; in questo ultimo caso essa può avvenire attraverso un mandrino rigido oppure agendo mediante un maglio a caduta libera su un tappo di fondo. Il tappo di fondo potrà essere di conglomerato cementizio a consistenza appena umida, di ghiaia o metallico.

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

A) nel caso di impiego dei battipali:

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

B) utilizzando maglio a caduta libera:

- peso del maglio;
- massima altezza di caduta che si intende utilizzare.

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

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

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

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

- a) la lunghezza minima di progetto;
- b) il rifiuto minimo specificato.

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

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

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

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

18.4 Formazione del fusto del palo

18.4.1 Posa in opera del conglomerato cementizio

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

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

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

Il getto del fusto del palo si effettuerà evitando segregazioni ed in totale assenza di acqua, introducendo dall'alto piccole quantità di conglomerato cementizio da costiparsi via via per battitura o a pressione; in alternativa è consentito l'uso di conglomerato cementizio "colato".

Per la formazione del fusto, secondo la metodologia del "conglomerato cementizio costipato", si adotteranno conglomerati cementizi con caratteristiche e modalità di posa analoghe, ma energie minori di quelle adottate per il bulbo.

Per la metodologia "conglomerato cementizio colato" si adotteranno impasti aventi:

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

posti in opera mediante tubo di convogliamento o benna.

Il conglomerato cementizio colato è di impiego obbligatorio allorché:

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

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato impiegando aggregati di appropriata granulometria previamente approvata dalla Direzione Lavori e dovrà avere la resistenza caratteristica di progetto risultando comunque di classe non inferiore a 30 MPa.

Contemporaneamente alle operazioni di getto del conglomerato cementizio si procederà, se previsto, all'estrazione del tubo forma controllando di mantenere comunque un dislivello minimo tra conglomerato cementizio all'interno del palo e la scarpa del tubo forma tale da evitare l'entrata dell'acqua e/o terreno circostante.

Per una corretta e sistematica identificazione del livello del conglomerato cementizio, il cavo di sostegno della massa battente dovrà essere munito di opportuni e frequenti contrassegni.

In ogni caso l'Impresa esecutrice dovrà fornire prima di iniziare i lavori una dettagliata descrizione delle modalità di getto che si impegna ad adottare.

18.4.2 Posa in opera delle armature

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui all'art. 25 ed essere conformi al progetto.

Le armature trasversali dei pali saranno costituite da una spirale in tondino esterna ai ferri longitudinali.

Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5 cm.

Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio con perno in tondino fissato ai ferri verticali contigui.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3,0 - 4,0 m.

Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm con aggregati non inferiori ai 2,0 cm, a 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro.

La posa della gabbia all'interno del tubo forma potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza dell'acqua e/o terreno all'interno dello stesso.

Qualora all'interno del tuboforma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazioni di acqua, la costruzione del palo dovrà essere interrotta previo riempimento con conglomerato cementizio magro; tale palo sarà successivamente sostituito, a spese dell'Impresa, da uno o due pali supplementari, sentito il Progettista.

L'Impresa esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto; a getto terminato si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri di armatura.

18.4.3 Controlli e documentazione dei lavori

L'Impresa a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà provvedere alla esecuzione di una serie di prove di carico a rottura su cubetti conglomerato cementizio in modo conforme a quanto prescritto all'art. 15 ed le preventive richieste della Direzione Lavori.

L'esecuzione di ogni singolo palo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori, di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione del palo;
- geometria della cassaforma;
- tipo di tappo impiegato;
- caratteristiche del sistema di infissione (vedi punto 9.2.5);
- rifiuto ogni m 0,1 negli ultimi m 1 - m 2 e per ogni metro nel tratto precedente;
- rifiuti di eventuale ribattitura;
- data del getto;
- quantità di conglomerato cementizio posta in opera nella formazione dell'eventuale bulbo e del fusto; limitatamente ai pali eseguiti con conglomerato cementizio costipato si provvederà, nell'ambito dei primi 10 pali e in seguito un palo ogni 20 eseguiti, al rilievo degli assorbimenti parziali ogni m 1,0;
- misura dello "slump", rapporto acqua-cemento;
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa;
- lunghezza totale del palo: quote fondo e testa palo;
- geometria della gabbia d'armatura;
- registrazione delle eventuali misure vibrazionali.

18.5 Micropali

18.5.1 Definizione, classificazione e campi di applicazione

Si definiscono micropali i pali trivellati aventi diametro di perforazione inferiore a mm 330 con fusto costituito da malta o pasta di cemento gettata in opera e da idonea armatura di acciaio.

Modalità ammesse per la formazione del fusto:

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

Tali modalità sono da applicare rispettivamente:

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

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

18.5.2 Soggezioni geotecniche e idrogeologiche

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

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

18.5.3 Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;
- la 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: ± 5 cm.
- lunghezza: ± 15 cm.

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

18.5.4 Tracciamento

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

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

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

18.5.5 Perforazione

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

Il tipo b) necessita che la perforazione sia eseguita con posa di rivestimento provvisorio per tutta la profondità del palo.

Per i tipi a) e c) la perforazione potrà essere eseguita con o senza rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o di fango di cemento e bentonite, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili le pareti del foro e previa approvazione della Direzione Lavori.

Il fango di cemento e bentonite sarà confezionato adottando i seguenti rapporti in peso.

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

In ogni caso la perforazione sottofalda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie, sabbie e limi) non dovrà essere eseguita con circolazione di aria per evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore ed il conseguente dilavamento del terreno.

A termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore.

Il materiale di risulta dovrà essere portato a rifiuto dopo aver trattato i fanghi secondo le leggi vigenti.

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi continui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

18.5.6 Confezione e posa delle armature

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

18.5.7 Armatura con barre di acciaio per c.a.

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche di cui all'art. 25; saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione; la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante legature; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale. In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

18.5.8 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.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo mm 3,5, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili d'acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

18.5.9 Formazione del fusto del micropalo

La formazione del fusto dovrà iniziare in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun palo.

In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del perforo subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta.

In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta.

Fanno eccezione solo i micropali perforati interamente in roccia, senza presenza di franamenti e di acqua nel perforo.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del micropalo non rispondono a quelle previste. In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottopinto.

18.5.10 Riempimento a gravità

Il riempimento del perforo, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10÷15 cm dal fondo e dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico. Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie scevra di inclusioni e miscele con il fluido di perforazione. Si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre il tubo di convogliamento allorquando il foro sarà intasato e stagnato.

Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione vanno praticati esclusivamente tramite il tubo di convogliamento.

Nel caso l'armatura sia tubolare, essa si potrà usare come tubo di convogliamento solo se il suo diametro interno non supera 50 mm; in caso contrario si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato, dotato di otturatore posizionato alla base del tubo di armatura del palo.

18.5.11 Riempimento a bassa pressione

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta avverrà in un primo momento entro il rivestimento provvisorio tramite un tubo di convogliamento come descritto al punto precedente. Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0,5-0,6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione.

Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta. Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

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

18.5.12 Iniezione ripetuta ad alta pressione

Le fasi della posa in opera saranno le seguenti:

- I) riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo a valvole e le pareti del perforo, ottenuta alimentando con apposito condotto di iniezione e otturatore semplice la valvola più bassa finché la malta risale fino alla bocca del foro;
- II) lavaggio con acqua all'interno del tubo;
- III) avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno, valvola per valvola, volumi di malta non eccedenti il sestuplo del volume del perforo senza superare durante l'iniezione la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage");
- IV) lavaggio con acqua all'interno del tubo;
- V) avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione limitatamente alle valvole per le quali:
 - il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
 - le pressioni residue di iniezione, misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico, non superino 0,7 MPa.

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

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

Rapporto acqua/cemento: < 0,5.

Resistenza cubica: $R_{ck} > 30$ MPa.

L'aggregato dovrà essere costituito:

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

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

- per le malte, 600 kg di cemento per metro cubo di impasto;
- per le paste, 900 kg di cemento per metro cubo di impasto.

Per una corretta posa in opera si potranno anche aggiungere fluidificanti non aeranti ed eventualmente bentonite; quest'ultima in misura non superiore al 4% in peso del cemento.

18.5.14 Controlli

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

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

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

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

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

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico mediante la bilancia descritta al punto 10.4.1 e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata di diametro ≥ 30 mm.

Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cm^3 il peso specifico assoluto del cemento e $2,65 \text{ g/cm}^3$ quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria. Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24 ore non dovrà superare il 3% in volume.

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

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

18.5.15 Documentazione dei lavori

L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione del micropalo;
- data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);

- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione (detta "A" al paragr.9.3.8);
- profondità del foro all'atto della posa dell'armatura (detta "B" al paragr. 9.3.8);
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- per i micropali formati mediante iniezione ripetuta ad alta pressione, pressioni residue minime e quantità complessive iniettate per ogni fase di iniezione ad alta pressione;
- risultati delle misure di peso di volume, di decantazione (acqua separata) e resistenza cubica a compressione.

18.6 Pali trivellati di medio e grande diametro

18.6.1 Definizione

Si definiscono pali trivellati quelli ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato mediante perforazione a rotazione o rotopercolazione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente.

L'Impresa avrà cura di non provocare inquinamenti di superficie o della falda per incontrollate discariche dei detriti e/o dei fanghi bentonitici; il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato alla discarica, previo trattamento dei fanghi bentonitici, nel caso d'uso, secondo quanto previsto dalla legislazione vigente.

18.6.2 Soggezioni geotecniche e idrogeologiche

Le tecniche di perforazione devono essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi dove può essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro;
- la perforazione a fango non è consigliabile in terreni molto aperti senza frazioni medio-fini. Durante la perforazione occorrerà tener conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo; dovranno quindi essere minimizzati:
 - il rammollimento degli strati coesivi;
 - la diminuzione di densità relativa degli strati incoerenti;
 - la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci proprie dello stato naturale;
 - la riduzione dell'aderenza palo-terreno causata da un improprio impiego fanghi.

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

18.6.3 Tolleranze geometriche

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate con la frequenza indicata al punto 9.4.7.3 sono le seguenti:

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

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

18.6.4 Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'Impresa si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

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

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

Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione 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.

18.7 Perforazione

18.7.1 Attrezzature

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare ed alle dimensioni dei pali da eseguire nei tempi previsti.

Marcature disposte ad intervalli regolari (1÷2 m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo dovranno consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

18.7.2 Perforazione a secco senza rivestimento

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

Si possono utilizzare attrezzi ad elica in due versioni:

- elica continua cilindrica, gradualmente infissa nel terreno con moto rotatorio, fino alla profondità della base del palo.

I detriti vengono in parte portati a giorno dalla rotazione dell'elica, in parte vi aderiscono e sono estratti insieme ad essa alla fine della perforazione;

- elica a poche spire, a profilo conico, infissa nel terreno tramite un'asta rigida che le imprime poche rotazioni e quindi la riporta in superficie per scaricare i detriti accumulatisi sulle spire.

–

18.7.3 Perforazione con impiego di tubazione di rivestimento provvisoria

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

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta, imprimendole un movimento rototraslatorio mediante una morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza. In questo secondo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2,50 m o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo. L'infissione con vibratore sarà adottata in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi.

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

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

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

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

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

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

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

18.7.4 Perforazione in presenza di fango bentonitico

Il fango bentonitico dovrà essere preparato, trattato e controllato seguendo le modalità descritte nel successivo art. 10.

La perforazione sarà eseguita mediante secchione azionato da asta rigida o telescopica oppure mediante benna dotata di virola superiore di centramento e guida. In entrambi i casi il corpo

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

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

Il secchione dovrà essere provvisto delle aperture per la fuoriuscita del fango all'atto dell'estrazione.

Il livello del fango nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore a 1,00 m e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile dal foro; a tale scopo si potrà disporre di una fossa di piccola capacità accanto al perforo, direttamente connessa alla sua sommità con corto canale.

La distanza minima fra due perforazioni attigue in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri. Il materiale portato in superficie dovrà essere sistematicamente portato a scarica. Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio ecc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto.

18.7.5 Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose

Nei caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una adeguata immorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati. In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello della benna o del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

18.7.6 Controlli

Direzione Lavori controllerà in fase di esecuzione del perforo la rispondenza delle stratigrafie di progetto con quelle effettive.

In presenza di eventuali discordanze o nel caso che alla base del palo si rinvenga un terreno molto più compressibile e/o molto meno resistente del previsto, o comunque altre anomalie, dovranno essere raccolti tutti gli elementi conoscitivi che consentano alla Direzione Lavori la definizione degli eventuali adeguamenti delle modalità operative e al Progettista le eventuali variazioni progettuali.

Alla fine della perforazione si misurerà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, rispetto alla quota di sottoplinto, la profondità del perforo con uno scandaglio; l'operazione verrà effettuata anche all'inizio ed al termine di eventuali interruzioni prolungate della lavorazione in corrispondenza dei turni di riposo o per altri motivi.

18.7.7 Armature metalliche

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui all'art. 25 e essere conformi al progetto.

Le armature trasversali dei pali saranno costituite da una spirale in tondino esterna ai ferri longitudinali.

Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo rispetto alla parete di scavo di 6 cm.

Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio (diametro 12÷15 cm - larghezza > 6 cm) con perno in tondino fissato a due ferri verticali contigui. I centratori saranno posti a gruppi di 3÷4, regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3÷4 m. Gli assi dei ferri verticali saranno disposti su una circonferenza con diametro di 15 cm inferiore a quello nominale; tali misure potranno ridursi a 12 cm per barre verticali di diametro inferiore a 18 mm. Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm con aggregati inferiori a 2,0 cm, a 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro.

Ai fini della esecuzione delle prove geofisiche descritte nel relativo paragrafo, l'Impresa dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale di pali trivellati di diametro ≥ 700 mm con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

18.8 Formazione del fusto del palo

18.8.1 Preparazione e trasporto del conglomerato cementizio

Il conglomerato cementizio sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

Si impiegheranno almeno tre classi di aggregati; le classi saranno proporzionate in modo da ottenere una curva granulometrica che soddisfi il criterio della massima densità (curva di Fuller).

La dimensione massima degli aggregati dovrà essere inferiore al valore minimo di interspazio fra le armature e comunque non superiore a 40 mm.

Il conglomerato cementizio dovrà avere la resistenza caratteristica cubica di progetto e comunque non dovrà risultare di classe inferiore a 30 MPa.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0,5 nella condizione di aggregato saturo a superficie asciutta.

La lavorabilità dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di ABRAMS compreso fra 16 e 18 cm; per le modalità da seguire nello "slump test" per la determinazione dell'abbassamento fare riferimento a quanto prescritto nel seguente punto 9.4.9.

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 segregazione dei componenti.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile; in ogni caso ciascun getto dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 15 m³/h per pali di diametro < 800 mm e di 20 m³/h per pali di diametro ≥ 800 mm.

La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire la erogazione nell'unità di tempo di volumi di conglomerato cementizio almeno doppi di quelli risultanti dal più oneroso dei limiti sopra indicati.

Per i pali trivellati in presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea controcamicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

18.8.2 Posa in opera del conglomerato cementizio

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

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

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

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di 0,4÷0,6 m³ e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

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

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

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

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

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

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

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

18.8.3 Controlli

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

- una analisi granulometrica ogni 500 mc di inerte impiegato;
- una serie di prove di carico a rottura su cubetti di conglomerato cementizio prelevati in numero e modalità conformi a quanto prescritto all'art. 15 e inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- una prova con il cono Abrams per ogni betoniera o 10 m³ di conglomerato cementizio impiegato;
- il rilievo della quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni palo.

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

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

18.8.4 Documentazione dei lavori

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

- identificazione del palo;
- data di inizio perforazione e di fine getto;
- risultati dei controlli eseguiti sul fango eventualmente usato per la perforazione;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del fondo foro prima della posa del tubo getto;
- "slumps" del conglomerato cementizio;
- assorbimento totale effettivo del conglomerato cementizio e volume teorico del palo;
- "profilo di getto" ove richiesto;
- risultati delle prove di rottura a compressione semplice.

Nella documentazione generale dovrà inoltre comparire:

- una scheda con le caratteristiche delle polveri bentonitiche e relativi additivi eventualmente usati;
- una scheda con le caratteristiche dei componenti del conglomerato cementizio, compresi i risultati delle analisi granulometriche degli aggregati di cui al punto precedente 9.4.7.3.

18.8.5 Prova di controllo della consistenza del conglomerato cementizio (slump test)

L'apparecchiatura che dovrà essere a disposizione in cantiere per la misura della consistenza del conglomerato cementizio è costituita da cono di ABRAMS e da un pestello di ferro.

Il cono di ABRAMS è un fusto tronco-conico in lamiera, alto 30,48 cm, le cui aperture di base hanno un diametro rispettivamente di 10,15 cm e 20,52 cm. Esso è inoltre provvisto di due maniglie e di due alette poste sulla base maggiore, di lunghezza pari a 7,62 cm. Il pestello

metallico ha un diametro di 16 mm, una lunghezza di 61 cm rastremato all'estremità inferiore per il tratto di 2,5 cm circa in modo da avere una testa sferica con raggio di circa 6 mm.

La determinazione della prova seguirà le seguenti fasi:

- si pone a terra su superficie dura, liscia, ben livellata e pulita, il cono di lamiera;
- lo si riempie, in successione, con tre strati di conglomerato cementizio:
ogni strato verrà costipato con 25 colpi del pestello;
- dopo l'ultimo colpo di pestello (per il terzo strato), il conglomerato cementizio verrà rastremato, livellato e lisciato alla cima del cono;
- con ogni cura, si sfilerà il cono di lamiera dal conglomerato cementizio;
- si porrà il cono di lamiera a fianco del conglomerato cementizio e, aiutandosi con un regolo metallico ed un metro, si determinerà l'abbassamento in centimetri.

18.9 Prove di controllo sui pali

18.9.1 Prove di carico

Le prove di carico saranno effettuate con le modalità di cui al punto C.5.5. del D.M. 11/3/88. Il numero dei pali da sottoporre alla prova di carico deve essere stabilito in base all'importanza dell'opera ed al grado di omogeneità del sottosuolo; tale numero deve essere pari ad almeno il 2% del totale del numero dei pali, con un minimo di due.

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

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

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

Il carico sarà applicato mediante un martinetto, che trova contrasto mediante un'adeguata zavorra o pali di reazione, il cui manometro (o cella di carico) dovrà essere corredato da un certificato di taratura di data non anteriore ad un mese. Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante tre micrometri centesimali, disposti a 1200 attorno al palo, interposti al terreno in punti sufficientemente distanti dal palo di prova e dal sistema di contrasto, così da evitare l'influenza delle operazioni di carico e scarico.

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

La struttura portamicrometri dovrà essere protetta da vibrazioni e urti accidentali e schermata dai raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica.

Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione di carico, entità del carico, le letture ai micrometri ed il diagramma carichi-cedimenti. Al verbale verranno allegati i certificati di taratura del manometro (o cella di carico)

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

18.9.2 Controlli non distruttivi

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.

18.9.3 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 di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite dall'Impresa, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dalle Norme Tecniche d'Appalto.

Con riferimento ai soli pali trivellati, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 5% del numero totale dei pali con un minimo di due.

Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possono scorrere le 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 ≤ 1200 mm ed almeno tre per diametri superiori.

Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmettente e ricevente.

18.9.4 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 e spese dell'Impresa, quando ordinato della Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della medesima.

18.9.5 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 presenti Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

19.OPERE DI SOSTEGNO: PARATIE

Per paratia si intende una parete protettiva costituita da pali posti preventivamente in opera ad interasse stabilito secondo i casi e successivamente rivestita in accordo con gli elaborati di progetto, con o senza travi di ripartizione e tiranti d'ancoraggio.

Tiranti di 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 piastre 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 dalle piastre 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;
- tiranti permanenti, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo commisurato alla vita utile dell'opera ancorata.

Di norma, l'armatura di tiranti di ancoraggio è costituita da un fascio di trefoli in acciaio, tipo c.a.p., solidarizzati al terreno mediante iniezioni cementizie.

Chiodi

Si tratta di ancoraggi tipicamente passivi, costituiti da elementi strutturali operanti in un dominio di taglio e trazione conseguente ad una deformazione a taglio.

I chiodi sono quindi generalmente privi di testa di ripartizione e con l'armatura costituita da:

- barre in acciaio ad aderenza migliorata;
- profilato metallico;
- barra o tubo in vetroresina, con superficie corrugata o scabra.

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 l'installazione.

Cordoli di collegamento e di ripartizione

Cordolo di collegamento e di ripartizione delle testate di pali, di qualunque sezione rettangolare, eseguito in conglomerato cementizio come indicato negli elaborati di progetto, anche con armatura metallica.

19.1 Elementi costitutivi dei tiranti e delle barre di ancoraggio

Nelle strutture di ancoraggio che lavorano totalmente o prevalentemente a trazione si distinguono gli elementi di seguito elencati.

- Testata - È il dispositivo di ripartizione delle sollecitazioni di ancoraggio sull'opera ancorata; è normalmente costituita da una piastra metallica di adeguate dimensioni, dotata di fori passanti per ospitare le armature, con relativi dispositivi di bloccaggio ed il condotto di iniezione.
- Armatura - È 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;
- Tratto libero - È la parte di armatura che non è solidarizzata al terreno o alla roccia, la cui lunghezza caratterizza la deformabilità dell'ancoraggio.
- Fondazione (bulbo di ancoraggio) - È il tratto di armatura che viene solidarizzato al terreno o alla roccia e trasferisce le sollecitazioni per attrito.
- Canna di iniezione - È 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 è dunque particolarmente necessario nei tiranti aventi l'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.

19.2 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 sarà stabilito dal progettista 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 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 nuove prove tecnologiche in ragione dello 0,5 % del numero totale dei tiranti ancora da eseguire con un minimo di un tirante prova.

19.3 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 CO₂, disciolta nell'acqua risulti > 30 mg/l;
- il contenuto in NH₄, dell'acqua risulti > 30 mg/l;

- il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti > 300 mg/l;
- il contenuto in ioni SO 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 < 300 m dal litorale marino.

In caso di ambiente aggressivo accertato, l'utilizzo del tipo di cemento dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori sulla base delle indicazioni progettuali e l'impresa dovrà certificarne l'idoneità.

19.4 Materiali ed elementi costruttivi

19.4.1 Acciai e dispositivo di bloccaggio

Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio dovranno essere conformi alla normativa vigente.

I dispositivo di bloccaggio dovranno essere conformi alle disposizioni dell'allegato "B" della Circolare Ministero LL.PP. 30/06/1980 ed eventuali successivi aggiornamenti.

19.4.2 Armature metalliche

Trefoli tipo c.a.p.

Si utilizzeranno in genere trefoli \square 6/10" in acciaio liscio; le caratteristiche dei trefoli sono qui di seguito elencate:

- Componenti : 7 fili \square 5mm
- diametro nominale : 15.20 mm
- sezione nominale : 139 mm²
- tensione effettiva all'1% di allungamento : 232 KN
- tensione di rottura effettiva : 258 KN
- modulo elastico : E=200÷205 KN/mm²
- limite elastico convenzionale allo 0.1% : $f_{p(1)k}=1670$ N/mm²
- tensione di rottura : $f_{ptk}\geq 1860$ N/mm²
- allungamento a rottura su 610 mm : 5.2÷5.1%
- peso : 1.1 Kg/m

19.4.3 Barre - Barre in acciai speciali

Le barre saranno in acciaio del tipo ad aderenza migliorata (a.m.). 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.

19.4.4 Apparecchi di testata

Dispositivi di bloccaggio

I dispositivi di bloccaggio dei tiranti a trefoli dovranno essere conformi alle disposizioni

dell'Allegato "B" della Circolare Ministeriale LL.PP. 30 giugno 1980 ed eventuali successivi aggiornamenti; per i bulloni si farà invece riferimento alla normativa inerente la costruzione di strutture metalliche.

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.

Miscela di iniezione

Saranno usate miscele a base di cemento, aventi in generale la seguente composizione per 1 m³ di prodotto:

- 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 7163 dell'aprile 1979.

Gli additivi non dovranno essere aeranti.

La miscela dovrà presentare i requisiti seguenti, periodicamente controllati durante le lavorazioni.

19.4.5 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.

19.4.6 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 $\pm 2^\circ$;
- 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.

19.5 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 preventive iniezioni di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità previste dal progettista dell'intervento. Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente. Nel caso di perforazione a roto-percolazione con martello a fondo foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

portata ≥ 10 m³/min;

pressione ≥ 8 bar.

19.6 Allestimento del tirante

Ultimata la rimozione dei detriti si provvederà all'allestimento del tirante:

- riempimento del foro con miscela cementizia (cementazione di 1^a 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 fase l'introduzione del tirante potrà essere eseguita solo allorché:

- 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.

19.7 Iniezione

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato.

19.7.1 Cementazione di 1^a 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^a fase si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di iniezione.

19.7.2 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 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. 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.

19.7.3 Caratteristiche degli iniettori

Per eseguire l'iniezione dovranno essere utilizzate delle pompe oleodinamiche a pistoncini, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione max di iniezione : ≈ 100 bar
- portata max : ≈ 2 m³/ora
- n. max pistonate/minuto : ≈ 60 .

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoncini.

19.8 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 dovranno essere perfettamente riempiti con grasso meccanico chimicamente stabile, inalterabile e non saponificabile.

19.9 Tesatura e collaudo

Trascorsi ventotto giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, ogni tirante verrà sottoposto a tesatura di collaudo.

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 $N_0=0,10 N_{es}$ e misurando la corrispondente posizione delle armature rispetto alle piastre di testata.

I tiranti che non soddisferanno i requisiti di collaudo verranno o declassati o rifiutati a seconda del parere espresso dal progettista dell'opera e fatta salva la detrazione conseguente alla non riuscita esecuzione.

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; è facoltà della Direzione Lavori rivedere a cura dell'Impresa 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.

19.10 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.

19.11 Barre di ancoraggio e bulloni

19.11.1 Perforazione

Valgono le prescrizioni già indicate per i tiranti di ancoraggio. Nel caso di perforazione di piccolo diametro in roccia ($\leq 80 \div 100$ mm) e di manifesta stabilità del foro, potrà essere omesso l'impiego dei rivestimenti.

19.11.2 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.

19.11.3 Iniezione

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^a fase, a gravità o a bassa pressione, sia per le iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati, quando previste.

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 ($\square = 15 \div 20$ 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 partecipanti 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;
- compatibilità con l'eventuale presenza di acqua in fase di polimerizzazione: l'accertamento dovrà essere fatto attraverso prove di confronto della resistenza a trazione di resine indurite in aria ed in acqua, su provini del tipo 2 indicati nella UNIPLAST 5819 -66 (con spessore di 10 mm); la riduzione di resistenza dovrà essere inferiore al 10% del valore della resistenza della resina indurita all'aria.

19.12 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.

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 ³	1.65 -1.85	1.9	UNI 7092-72
Contenuto di vetro in percentuale del peso	%	50 ÷ 70	60 ÷ 75	
Resistenza a trazione	MPa	400 ÷ 650	> 800	UNI 5819/66
Resistenza a Flessione	MPa	300 ÷ 600	> 750	UNI 7219/73
Resistenza a Compressione	MPa	150 ÷ 300	450	UNI 4279/72
Modulo di elasticità	MPa	15000 ÷ 32000	35000 ÷ 42000	UNI 5819/66

Le informazioni relative alla esecuzione dei chiodi saranno riportate, a cura dell'Impresa, su una scheda tecnica preventivamente approvata dalla DL.

19.13 Microdreni

19.13.1 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.

19.13.2 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 energicamente 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:

- 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:

1. posizionamento del sacco otturatore in corrispondenza della valvola inferiore;
2. 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 $0.2 \square H$ ed un prudenziale margine rispetto alla pressione che procura la lacerazione e la sfilatura del tubolare dalle sue legature alle estremità ($\square H$ equivale alla differenza di quota tra valvola inferiore e bocca foro);
3. 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>	200 g/m ²
<i>resistenza a trazione (UNI 8639)</i>	350 N/5 cm
<i>allungamento (UNI 8639)</i>	70%
<i>trazione trasversale (UNI 8639)</i>	500 N/5 cm
<i>allungamento trasversale (UNI 8639)</i>	30%
<i>permeabilità</i>	$5 \cdot 10^{-3}$ 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.

20.CALCESTRUZZI

20.1.1 Cemento

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza, ad alta resistenza e rapido indurimento.

Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:

cemento pozzolanico;

cemento d'altoforno con contenuto di loppa non inferiore al 36%, che la cementeria dovrà garantire specificando il metodo di misura;

è ammesso inoltre il cemento portland con tenore di alluminato tricalcico (C_3A) $< 8\%$, a condizione che il rapporto acqua cemento sia inferiore dello 0,05 rispetto a quello prescritto per i cementi pozzolanico e di altoforno e che la resistenza effettiva del conglomerato risulti superiore di almeno 5 MPa rispetto a quella richiesta per conglomerati confezionati con cementi pozzolanico o d'altoforno previsti. I maggiori oneri per la sostituzione del cemento sono a carico dell'Impresa.

L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'istituto ICITE CNR e dal relativo marchio.

A cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovranno essere verificate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/5/1965 n. 595 D.M. 3/6/1968 e D.M. 13/9/1993 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni 250 t o frazione).

Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

È facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

È ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presenti Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

20.1.2 Aggregati

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520 parte 2^a aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella 15 A).

A cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali. Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella tabella 15/A e comunque almeno una volta all'anno.

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

TABELLA 15 A - Caratteristiche degli Aggregati

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITÀ
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 e UNI 8520 PARTE 20	perdita di massa <4% dopo 20 cicli
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI 8520 parte 19	perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità alle soluzioni solfatiche	UNI 8520 parte 10	perdita di massa dopo 5 cicli ≤10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 parte 11	$SO_3 \leq 0,05\%$
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI 8520 parte 15	$ES \geq 80$ $VB \leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI 8520 parte 4	assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 parte 14	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato - metodo chimico; - Potenziale attivi-	UNI 8520 parte 22	UNI 8520 parte 22 Punto 4 UNI 8520 parte 22 Pun-

	tà delle miscele cemento aggregati - metodo del prisma di malta		to 5
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI 8520 parte 12	$Cl \leq 0,05\%$
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 parte 18	$Cf \geq 0,15$ (Dmax=32 mm) $Cf \geq 0,12$ (Dmax=64 mm)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8.000 m ³ di aggregati impiegati.		

Nella tabella 15 A sono riepilogate alcune delle principali prove cui devono essere sottoposti gli aggregati, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza. Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un D max fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un D max fino a 64 mm).

Controlli in tal senso sono richiesti con frequenza di una prova ogni 5000 mc impiegati.

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

La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni 1000 mc di aggregati impiegati.

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

All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima (Dmax) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5 mm;
- minore dello spessore del copriferro.

20.1.3 Acqua di impasto

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'art. 2.

Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati.

Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro.

In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta" della Norma UNI 8520 parte 5).

20.1.4 Additivi

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI 7101, 7102, 7103, 7104, 7105, 7106, 7107, 7108, 7109, 7120 e 8145.

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

20.1.5 Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità (vedi tab. 15C) si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante - aerante, fluidificante - ritardante e fluidificante - accelerante.

Non dovranno essere impiegati additivi a base di cloruri o contenenti cloruri di calcio.

Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore.

Per conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

20.1.6 Additivi aeranti

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti.

La percentuale di aria inglobata varierà secondo quanto riportato nella tabella 15B in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (Dmax) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI 6395.

L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché, per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella.

Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260; dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nella betoniera in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle Norme UNI vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.

TABELLA 15 B - Dosaggio richiesto di aria inglobata

Dmax Aggregati (mm)	% aria occlusa *
10,0	7,0
12,5	6,5
20,0	6,0
25,0	5,0
40,0	4,5
50,0	4,0
75,0	3,5

(*) Tolleranza $\pm 1\%$

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nello Standard ASTM C 457 o con procedimento similare.

In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsferi di plastica di diametro compreso tra 0,010 e 0,050 mm.

L'Impresa dovrà preventivamente fornire in proposito un'adeguata documentazione, basata sull'esecuzione di cicli gelo-disgelo secondo la Normativa UNI.

20.1.7 Additivi ritardanti e acceleranti

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche.

Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti.

I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

20.1.8 Additivi antigelo

Gli additivi antigelo abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi.

Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

20.1.9 Silice ad alta superficie specifica (Silicafume)

Quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori potranno essere impiegati additivi in polvere costituiti essenzialmente da superfluidificanti su un supporto di silice amorfa ad elevatissima superficie specifica (silicafume). Ciò per ottenere conglomerati cementizi ad elevata lavorabilità, resistenza e durabilità, in particolare in presenza di gelo e disgelo e di sali disgelanti.

La quantità di silicafume aggiunta all'impasto, dell'ordine del 5-10% sul peso del cemento, dovrà essere definita d'intesa con il Progettista e la Direzione Lavori in sede di qualifica preliminare del conglomerato cementizio, previa verifica mediante immersione di provini in soluzione al 30% di CaCl_2 a 278 K per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie.

20.1.10 Tipi e classi dei conglomerati cementizi

Ai fini delle presenti Norme Tecniche di Appalto e dell'Elenco dei Prezzi Unitari quando previsto, vengono presi in considerazione tipi e classi di conglomerato cementizio:

- i "tipi" sono definiti nella tabella 15 C, nella quale sono indicate alcune caratteristiche dei conglomerati cementizi e sono esemplificati i relativi campi di impiego.
- le "classi" indicano la resistenza caratteristica cubica del conglomerato cementizio a ventotto giorni di maturazione, espressa in MPa.

TABELLA 15 C - Tipi di impiego e classi dei conglomerati cementizi

TIPO DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO	IMPIEGO DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI	CEMENTI AMMESSI *	MASSIMO RAPPORTO A/C AMMESSO	CONSISTENZA UNI 9418 abbassamento al cono	ACQUA ES-SUDATA UNI 7122	CLASSI Rck ****
I	<ul style="list-style-type: none"> - Impalcati in c.a. e c.a.p., pile e spalle di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia, ponticelli di luce superiore a 8,00 m, new jersey; - Barriere e parapetti in cemento armato 	Pozzolatico Altoforno Portland **	0,45	≥ 16 cm	≤ 0,1%	≥ 40 MPa
II	<ul style="list-style-type: none"> - Muri di sottoscarpa e controripa in c.a., ponticelli di luce fino a 8,00 m - Tombini scatolari; - Fondazioni armate (plinti, pali, diaframmi, ecc.); - Conglomerati cementizi per cunette, cordoli, pavimentazioni; - Rivestimenti di gallerie 	Pozzolatico Altoforno Portland **	0,50	≥ 16 cm	≤ 0,1%	≥ 30 MPa
	<ul style="list-style-type: none"> - Muri di sottoscarpa e controripa in conglomerato cementizio anche se debolmente armato (fino ad un max di 30 kg di acciaio per metro cubo); - Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinti, ecc.); - Rivestimenti di tubazione (tombini tubolari, ecc.) e riempimenti; - Prismi per difese spondali 	Pozzolatico Altoforno Portland **	0,55	≥ 16 cm	≤ 0,2%	≥ 25 MPa

* - In presenza di concentrazioni di solfati e CO2 aggressiva, valgono le prescrizioni del successivo punto 15.6
** - Ammesso alle condizioni di cui al precedente punto 15.1.1
*** - Tranne che per particolari manufatti quali pareti sottili a vibrazione programmata, barriere New Jersey o simili che richiedano abbassamenti al cono minori
**** - Salvo richieste di resistenze maggiori definite nel progetto.

20.1.11 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

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

L'Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso) relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, avuto particolare riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione R_{ck} ,
- durabilità delle opere (UNI 8981),
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520),
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi,
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI 6133/83,
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134)
- resistenza a trazione indiretta (UNI 6135),
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556)
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395)
- ritiro idraulico (UNI 6555)
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087)
- impermeabilità (ISO DIS 7032)

dovrà qualificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:

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

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 15 C.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Impresa ai punti a), b), c) e f).

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

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

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

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

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

In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma, tranne che per il magrone, utilizzato per spianamenti, sottofondazioni, riempimenti, ecc., che sarà confezionato con materiali idonei e dosato di norma con 150 kg di cemento tipo 32,5, per metro cubo di impasto.

20.1.12 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.

20.1.13 Resistenza dei conglomerati cementizi

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

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

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

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

Con i provini della prima serie di prelievi, verranno effettuate presso i Laboratori della Direzione Lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori.

I risultati delle prove di rottura, effettuate sui provini della prima serie di prelievi, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori a condizione che il valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione (R_{ck}), accertato per ciascun tipo e classe di calcestruzzo, non risulti inferiore a quello della classe indicata negli elaborati progettuali.

Nel caso che, la resistenza caratteristica (R_{ck}) ricavata dalle prove della prima serie di prelievi, risultasse essere inferiore a quella prevista, la Direzione Lavori, nell'attesa dei

risultati ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata senza che l'Impresa possa accampare per questo alcun diritto o compenso.

I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso Laboratori Ufficiali; per i calcestruzzi non armati o debolmente armati (fino ad un massimo di 30 kg/m³ di acciaio), a condizione che i relativi della prima serie abbiano ottenuto risultati non inferiore a quelli previsti, si sottoporrà a prova soltanto il 10% dei prelievi.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali sui provini della seconda serie di prelievi risultasse un valore della resistenza (Rck), non inferiore a quella prevista, tale risultanza verrà presa a base della contabilizzazione definitiva dei lavori; se, invece, risultasse un valore (Rck) inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata negli elaborati progettuali, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

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

Qualora, poi, la resistenza caratteristica risultasse minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dal Progettista.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la resistenza (Rck) risulterà maggiore a quella indicata negli elaborati progettuali.

Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di Laboratorio, sia effettuate presso i laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

20.1.14 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.

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 8981/87 e 9858/91.

La Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione delle istruzioni di cui alla Norma UNI 8981/87) e con l'Impresa, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI.

Devesi tenere conto infatti che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.

Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e la eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti.

In presenza di concentrazioni sensibili di solfati e di anidride carbonica aggressiva nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere osservate le istruzioni di cui alle Norme UNI 8981/87 parte 2a e parte 3a, impiegando i tipi di cemento corrispondenti alle classi di resistenza chimica moderata, alta ed altissima, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 9156/87 e 9606/90; inoltre, per i conglomerati dei tipi II e III, il rapporto acqua cemento dovrà essere inferiore di 0,05 rispetto a quelli della Tabella 15 C.

In alternativa ad una prova globale di durabilità, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di resistenza ai cicli di gelo disgelo, di permeabilità, di assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

La prova di resistenza al gelo verrà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti sotto riportati:

-	riduzione del modulo di elasticità:	20%
-	perdita di massa:	2%
-	espansione lineare:	0.2%
-	coefficiente di permeabilità:	
	. prima dei cicli	10^{-9} cm/sec
	. dopo i cicli	10^{-8} cm/sec

La prova di permeabilità verrà eseguita misurando il percolamento d'acqua attraverso provini sottoposti a pressione d'acqua su una faccia o, se disponibile, secondo il metodo di Figg (specifica Autostrade riportata al successivo punto 15.8).

La prova di assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica verrà eseguita secondo il procedimento UNI 7699. La prova di scagliatura verrà eseguita secondo la relativa Norma UNI in preparazione.

La prova di penetrabilità dello ione cloruro o solfato verrà eseguita secondo la UNI 7928 o rispettivamente 8019.

20.2 Tecnologia esecutiva delle opere

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

20.2.1 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 precisione delle apparecchiature per il dosaggio ed i valori minimi saranno quelli del punto 9.1.2.2 del prospetto della Norma UNI 9858; dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati.

La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

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

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

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

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

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

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare. il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al successivo paragrafo 15.7.6.

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 produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 273 K, salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare.

20.2.2 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.

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

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al seguente paragrafo 15.7.6.

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

20.2.3 Posa in opera

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

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

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

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.

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

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

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

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

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

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.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio.

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

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

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

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.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico.

Queste verranno realizzate mediante spruzzatura di additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio.

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

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278 e 303 K.

20.3 Stagionatura e disarmo

20.3.1 *Prevenzione delle fessure da ritiro plastico*

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

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

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

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

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

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

È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di $0,5 \div 1,5 \text{ kg/m}^3$.

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

20.3.2 *Maturazione accelerata a vapore*

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

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K, dopo le prime 4 h dall'impasto non deve superare 313
- il gradiente di temperatura non deve superare 20 K/h;

- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (i valori singoli devono essere minori di 338 K);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 K/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita di umidità per evaporazione.

20.3.3 *Disarmo e scasseratura*

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

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze.

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

20.3.4 *Protezione dopo la scasseratura*

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

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

20.3.5 *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.

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.

Quando previsto in progetto, le murature in conglomerato cementizio verranno rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento.

Qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate, nessun compenso particolare sarà dovuto all'Impresa per gli eventuali oneri che dovessero derivarle dalla necessità di coordinare le rispettive attività.

20.3.6 Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco.

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto 15.5 riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding).

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di ABRAMS (slump), come disposto dalla Norma UNI 9418/89.

Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi 2 e 20 cm. Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI 8020/89 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI 9419/89.

La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4 mm.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%.

Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante e comunque dovrà essere effettuata almeno una volta per ogni giorno di getto.

Essa verrà eseguita secondo la Norma UNI 6395/72.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI 6393/88, almeno una volta per ogni giorno di getto.

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre la effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di resistività, misure di pull out con tasselli Fischer, contenuto d'aria da aerante, ecc..

20.3.7 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; 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"(D.M. in vigore) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086.

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

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza 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.

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

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

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

20.3.8 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. Per quanto riguarda l'iniezione nei cavi di precompressione, si rimanda al successivo art. 16.

20.3.9 Protezione catodica delle solette di impalcato di ponti e viadotti

Di norma la Società provvede direttamente, tramite Impresa specializzata, alla fornitura e posa in opera degli impianti per la protezione catodica delle solette di impalcato di ponti e viadotti.

Qualunque sia la tipologia dell'impianto l'impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavoro, dei tempi occorrenti per la loro fornitura e posa in opera e dovrà coordinarsi in tal senso con l'impresa specializzata.

L'Impresa, quando espressamente previsto, resta obbligata inoltre a prestare assistenza alla posa in opera degli impianti.

20.4 Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio

Il metodo di Figg è diretto a fornire elementi di giudizio sulla capacità del conglomerato cementizio a resistere agli attacchi chimico-fisici dell'ambiente.

La prova si basa sul fatto che la relazione esistente tra un gradiente di depressione, creato in un foro di un blocco di conglomerato cementizio ed il tempo necessario perché tale gradiente si annulli, è pressoché lineare.

20.4.1 Apparecchiature e materiali impiegati nella prova

- Trapano a bassa velocità dotato di sistema di bloccaggio della profondità, con punte da 10 e 12 mm di diametro;
- cilindri in gomma del diametro di 12 mm e altezza di 10 mm;
- aghi ipodermici;
- calibratore di pressione dotato di pompa manuale per il vuoto con le apposite tubazioni per la connessione del sistema agli aghi ipodermici;
- silicone;
- n° 2 cronometri.

20.4.2 Metodologia di prova

Per eseguire la prova occorre delimitare un'area triangolare avente i lati di 10 cm; in corrispondenza dei tre vertici dovranno essere realizzati, perpendicolarmente alla superficie del conglomerato cementizio, dei fori da 40 mm di profondità aventi diametro di 12 mm per i primi 20 mm e diametro di 10 mm per i restanti 20 mm.

Nella parte superiore del foro viene inserito un cilindro in gomma, di diametro uguale a quello del foro, opportunamente siliconato sulla superficie laterale per favorire l'adesione alle pareti del conglomerato cementizio e isolare completamente la parte inferiore del foro.

Quest'ultima viene raggiunta con un ago ipodermico, tramite il quale viene creata una depressione di poco superiore a 0,55 bar.

La prova consiste nel misurare il tempo occorrente per ottenere un incremento di pressione da -0,55 a -0,50 bar.

Per conglomerati cementizi poco permeabili ($T > 3000$ s), vista la proporzionalità indiretta tra tempo e pressione, la suddetta determinazione può essere assunta pari a cinque volte il tempo parziale corrispondente alla variazione di pressione tra -0,55 e -0,54 bar.

20.4.3 Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi.

Nella tabella che segue è riportato, in funzione del tempo, il giudizio sulla qualità del conglomerato cementizio.

La categoria di appartenenza, in rapporto alla permeabilità all'aria, verrà stabilita sulla base di tre prove effettuate su una superficie di $1,00 \text{ m}^2$ e sarà assegnata quando l'80% delle determinazioni, ricadono in uno degli intervalli di tempo riportati in tabella.

TEMPO	GIUDIZIO	CATEGORIA
< 30	Scarso	0,00
30 - 100	Sufficiente	1,00
100 - 300	Discreto	2,00
300 - 1000	Buono	3,00
> 1000	Eccellente	4,00

20.4.4 Resoconto di prova

Dovrà comprendere:

- data della prova;
- caratteristiche fisiche dell'area analizzata;
- provenienza e caratteristiche dell'impasto usato; tipo e granulometria degli aggregati; rapporto A/C; tipo e dosaggio del cemento; dosaggio e tipo di eventuali additivi; contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco;
- classe di permeabilità del conglomerato cementizio determinata sulla base dei risultati ottenuti, che dovranno essere tabellati e riportati su grafico;
- ogni altra informazione utile.
-

21. INIEZIONE NEI CAVI DI PRECOMPRESSIONE

21.1 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 boiacca di cemento fluida pompabile ed a ritiro compensato (è richiesto un leggero effetto espansivo).

21.1.1 Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso

L'impiego di manufatti totalmente o parzialmente prefabbricati può essere autorizzato dal Progettista quando lo stesso avrà preso visione dei documenti richiesti dall'art. 9 della legge 1086 e avrà verificato la previsione di utilizzazione del manufatto prefabbricato e il suo organico inserimento nel progetto.

Per l'accettazione ed i controlli di qualità di questi manufatti, ed in particolare di quelli prodotti in serie, valgono le prescrizioni delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 05/11/1971 n° 1086 (D.M. in vigore), delle Norme Tecniche emanate in applicazione degli artt. 1 e 3 della Legge 02/02/1974 n° 64 (D.M. 03/12/1987 e successivi aggiornamenti), delle Istruzioni C.N.R. 10025/84 "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati.

Ad ogni effetto si richiamano qui espressamente gli articoli 6 e 9 della legge 5/11/1971 n° 1086 relativamente all'obbligo di allegare alla relazione del Direttore dei Lavori copia del certificato d'origine dei manufatti, alle responsabilità assunte dalle Ditte produttrici con il deposito della documentazione di cui ai punti a), b), c), d), del citato art. 9, nonché per quanto attinente a prelievi di materiali, prove e controlli in fase di produzione.

La Direzione Lavori potrà prescrivere prove sperimentali atte a prevedere il comportamento della struttura da realizzare con tali manufatti, avuto particolare riguardo alla durata nel tempo, alla efficienza dei collegamenti, agli effetti dei fenomeni di ritiro e viscosità e dei carichi alternati o ripetuti. Sui manufatti saranno effettuati controlli, a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, sulla resistenza del calcestruzzo, prelevando da ogni lotto almeno un manufatto dal quale ricavare, mediante carotaggio o taglio con sega a disco, quattro provini da sottoporre a verifica della resistenza a compressione.

Qualora la resistenza media a compressione dei quattro provini risultasse inferiore a quella richiesta e comunque non al di sotto del 90% della stessa, alla partita sarà 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.

È in facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo, a cura ed a spese dell'Impresa, anche altri manufatti oltre il primo, sui quali verificare anche:

- il rispetto del copriferro, previsto in un minimo di 2 cm;
- eventuali difetti superficiali e di finitura;
- la resistenza a compressione tramite prova pull out con tasselli Fischer.

21.2 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.

22.IMPERMEABILIZZAZIONE IMPALCATI DI PONTI, VIADOTTI, SOTTOVIA E CAVALCAVIA

22.1 Mastice di asfalto sintetico

22.1.1 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 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:

20u - 500v

$$IP = \frac{20u - 500v}{u + 50v} \quad \text{in cui:}$$

u + 50v

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 e max di 14 mm, da verificare mediante prelievo di campioni.

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.

22.1.2 Modalità 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, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori da emulsione bituminosa al 50÷55% o da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P.e A. 358÷363 K), in opportuni solventi selettivi 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/m² nel primo caso e di 0,35÷0,50 Kg/m² 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 (± 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 a giudizio della Direzione Lavori le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 281 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 successivo punto 23.2, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso non inferiore a 300 g/m².

La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla cappa di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo.

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 sciolga 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 413 K in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.

22.1.3 Modalità 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 1:

- 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 miscelazione alla temperatura di 473 K per almeno 30 mm, 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 anche esse di agitatore meccanico e apposito impianto di riscaldamento.

22.2 Guaine bituminose preformate armate

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata con guaine bituminose preformate, armate con geotessile non tessuto in poliestere, aventi le caratteristiche riportate nel seguito.

22.2.1 Modalità di posa in opera

Per le modalità di preparazione delle solette e per le sistemazioni in corrispondenza dei coronamenti valgono le prescrizioni del precedente punto 23.1.2.

Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, verrà adottato uno dei metodi di posa in opera di seguito descritti:

metodo di posa n° 1:

da adottare indicativamente nel caso di solette lisce, regolari, ben asciutte e stagionate, con temperatura media diurna dell'aria non minore di 283 K.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 5 mm e larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso di 300 g/m², verrà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla soletta;

metodo di posa n° 2:

da adottare indicativamente nel caso di solette con superfici scatolari o irregolari e/o umide o ancora non perfettamente stagionate, con temperatura media diurna dell'aria minore di 283 K.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm e di larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere, del peso di 300 g/m², verrà posta in opera previa spalmatura, sul primer di attacco alla soletta, di 1,00 kg/m² di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.

In ambedue i casi descritti lo spessore del manto finito sarà dell'ordine dei 5 mm e 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 su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 MPa in permeametro, a 333 K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

22.2.2 Caratteristiche dei materiali e prove di accettazione

L'Impresa dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni delle guaine che intende adottare e dei materiali componenti per essere sottoposti, a cura e spese della stessa, alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche indicate nel seguito, i materiali saranno rifiutati e l'Impresa dovrà allontanarli a sua cura e spese.

22.2.3 Primer di adesione al supporto

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. e A. 358÷363 K); sarà additivato con miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo della evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta

Il primer dovrà essere steso soltanto mediante spazzoloni, su superfici asciutte, prive di residui di lavorazione, oli grassi e polveri, o rese tali.

La percentuale di bitume e butadiene presenti nel primer all'atto della stesa sarà compresa tra il 25 ed il 50% in relazione alle condizioni della soletta.

La quantità del primer messo in opera sarà compresa tra 350÷500 g/m².

L'adesione del primer alla soletta non dovrà risultare inferiore a 0,2 MPa misurati in senso perpendicolare a quest'ultima (prova di trazione) a velocità di deformazione costante di 1,27 mm/min e temperatura di 293 K (±5 K).

La viscosità del primer, misurata in "tazza" FORD 4 a 298 K dovrà essere compresa tra 20 e 25 5 (primer con 50 % di residuo secco).

La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.

22.2.4 *Massa bituminosa della guaina*

Sarà costituita indicativamente da bitume leggermente polimerizzato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante, mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume.

Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri e plastomeri purché compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera.

Dovrà essere escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito:

- punto di rammollimento P.e A.: ≥ 423 K;
- punto di rottura Frass: 258 K;
- penetrabilità DOW a 298 K (con peso 100 g a 299 K): 20÷30 dmm.

La non rispondenza a quanto sopra comporterà il rifiuto delle guaine.

22.2.5 *Armatura delle guaine*

Sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo agglomerato mediante agugliatura ed avente le caratteristiche di cui all'art. 2 - punto Q - delle presenti Norme.

Saranno ammesse anche guaine con armatura mista in geotessile non tessuto in poliestere e rete o velo in fibra di vetro (o altro materiale non putrescibile).

Dalle prove di qualificazione, da effettuarsi secondo il disposto del richiamato punto "Q", dovranno risultare i seguenti valori:

- peso (UNI 5114) ≥ 300 g/m²
- resistenza a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639) ≥ 18 kN/m
- allungamento (UNI 8639) $\geq 60\%$
- lacerazione (UNI 8279/9) $\geq 0,5$ kN
- punzonamento (UNI 8279/14) ≥ 3 bar
- inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microorganismi
- perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa

22.2.6 *Guaina preformata*

Le guaine impermeabili preformate dovranno avere l'armatura in posizione asimmetrica rispetto alla massa bituminosa (posta a 0,5 mm dalla superficie superiore a contatto con il conglomerato bituminoso della pavimentazione). Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati:

- massa areica (UNI 8202/7):
 - guaina di spessore non minore di 5 mm $\geq 5,500$ kg

- guaina di spessore non minore di 4 mm ≥ 4,500 kg
- resistenza a trazione (UNI 8202/8):
 - longitudinale ≥ 18 kN/m
 - trasversale ≥ 16 kN/m
- resistenza alla lacerazione (UNI 8202/9):
 - longitudinale 0,16 kN
 - trasversale 0,17 kN
- punzonamento statico (UNI 8202/11):
 - classe di resistenza/carico supportato su sfera \varnothing 10 mm
 - su supporto rigido Ps4/> 25 kg
 - su supporto non rigido Ps4/> 25 kg
- flessibilità a freddo su mandrino (UNI 8202/15) 234 K
- scorrimento a 343 K (UNI 8202/16) < 1 mm
- impermeabilità all'acqua (UNI 8202/21) > 100 kPa

Tali prove dovranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere.

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.

23.IMPERMEABILIZZAZIONE DELLA SUPERFICIE DI ESTRADOSSO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI

L'impermeabilizzazione della superficie di estradosso di gallerie artificiali sarà realizzata mediante l'applicazione di guaina in PVC trasparente dello spessore di 2 mm, posta in opera tra due strati di geotessile non tessuto.

La posa in opera della guaina dovrà essere preceduta dalla preparazione del supporto, comprendente:

- 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 (almeno 50 bar).

23.1 Strato di geotessile con funzione antipunzonamento

Sul supporto così preparato dovrà essere steso uno strato di geotessile non tessuto in polipropilene, del peso di 500 g/m², con funzione antipunzonante, avente le caratteristiche di cui all'art. 2 - punto Q- delle presenti Norme.

Le prove dovranno essere effettuate presso Laboratori qualificati, a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, preliminarmente sul materiale approvvigionato in cantiere, prima del suo impiego; successivamente, sul materiale prelevato durante il corso dei Lavori.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8279/Parte 1, intendendosi per N l'unità elementare di un rotolo. Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i seguenti requisiti:

- | | |
|---|------------------------|
| – peso (UNI 5114) | ≥ 500 g/m ² |
| – resistenza a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639) | ≥ 23 kN/m |
| – allungamento (UNI 8639) | ≥ 70% |
| – lacerazione (UNI 8279/9) | ≥ 1,5 kN |
| – punzonamento (UNI 8279/14) | ≥ 4 kN |
| – permeabilità radiale all'acqua alla pressione di 0,002 MPa
(UNI 8279/13) | 0,3 cm/s |

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.

Il geotessile verrà steso procedendo in senso trasversale all'asse della galleria artificiale, sovrapponendo i bordi di 20 cm e pressandoli con listoni in PVC fissati al supporto con chiodi a sparo.

I listoni in PVC, ai quali successivamente dovrà essere saldata per termofusione la guaina in PVC, dovranno avere una speciale sagomatura per evitare che le teste di chiodi di fissaggio possano venire a contatto con la sovrastante guaina.

23.2 Guaina impermeabile in PVC trasparente

Sullo strato di geotessile verrà fornita e posta in opera una guaina in PVC trasparente dello spessore di 2 mm.

La trasparenza della guaina, oltre ad essere una garanzia di purezza formulativa e pertanto di maggiore stabilità del polimero nel tempo, consente di controllare visivamente la lavorazione ed in particolare la eventuale presenza, in corrispondenza delle saldature, di un eccesso di residui carboniosi e di bolle d'aria che sono sintomi di cattiva esecuzione.

Il materiale dovrà essere qualificato prima dell'impiego.

Le prove dovranno essere effettuate presso laboratori qualificati a cura e spese dell'Impresa e 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, ogni volta che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8202/Parte 1.

Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i seguenti requisiti:

spessore	(UNI 8202/6)	2 mm \pm 5%	È ammesso un valore singolo con tolleranza -10%÷+15% come da UNI 8998/4
peso specifico	(UNI 7092)	1,21 g/cm ³ \pm 2%	Tolleranze come da UNI 8698/4
Ceneri	(UNI 5815)	\leq 1,0%	
Trasmittanza luminosa totale (trasparenza)	(UNI 8028)	> 70%	
Carico a rottura	(UNI 5819) provetta tipo 1 velocità D	> 17 MPa nei due sensi	Provino a clessidra
Allungamento a rottura	(UNI 5819) provetta tipo 1 velocità D	> 300% nei due sensi	Provino a clessidra
Resistenza alla lacerazione	(DIN 53363)	> 80 N/mm	È di prossima pubblicazione una norma italiana corrispondente
	(UNI 8202/9a)	> 50 N/mm	
Piegatura a freddo	(UNI 8202/15)	240 K	Mandrino diam. 2 mm
Stabilità dimensionale a caldo	(UNI 8202/17)	< 2%	6 h a 353 K
Resistenza all'attacco batterico	(ISO 846)	Saggio di accrescimento: livello O (nessuna crescita)	Esiste il progetto di norma italiana CT 288, che verrà convertito in norma UNI e che è una traduzione della ISO 846
	(AFNOR NFX 41514)	Attacco funghi: livello O (nessuna crescita)	
	(ASTM G 21-80)	crescita microrganismi: classe O (nessuna crescita)	

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.

La guaina in PVC verrà stesa in opera in senso trasversale all'asse della galleria, con i giunti sormontati di 10 cm e dovrà essere fissata ai listoni in PVC mediante termosaldatura.

La guaina dovrà presentarsi ben distesa, senza pieghe e parti in tensione.

Si procederà quindi alla saldatura dei giunti per termofusione con apposite saldatrici a controllo automatico di velocità, temperatura e pressione, predisposte per effettuare una doppia saldatura senza soluzione di continuità da un estremo all'altro del giunto in modo da permettere la prova di tenuta del giunto ad aria compressa.

La tenuta dei giunti dovrà essere verificata con aria alla pressione di 0,4 bar; la eventuale perdita di pressione dopo 15÷20 mm non dovrà superare 0,1 bar.

Il controllo delle saldature dovrà essere sistematico; l'osservazione attraverso il PVC trasparente permetterà di verificare che non vi siano difetti, quali eccessi di residui carboniosi o bolle che potrebbero far cedere la saldatura in un secondo tempo.

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.

23.3 Strato di geotessile di protezione

Sulla guaina in PVC sarà steso uno strato di geotessile non tessuto in polipropilene del peso di 500 g/m², avente la funzione di proteggere la guaina stessa dalla azione dei materiali di riempimento che saranno posti a copertura.

Per quanto attiene a caratteristiche, requisiti e prove si richiamano integralmente le norme del precedente punto 24.1.

Il geotessile verrà posto in opera sovrapponendo i bordi di 30 cm e dovrà essere immediatamente ricoperto con materiale da riempimento o da rilevato per uno spessore non inferiore a 30 cm, avendo particolare cura di porre a contatto del geotessile materiale fino, eventualmente ricorrendo alla vagliatura.

In ogni caso si dovrà evitare il diretto contatto con materiali rocciosi.

24.ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.

24.1 Generalità

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 (D.M. in vigore).

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. in vigore.

L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce ed in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita del peso max di 25 t; ogni partita minore di 25 t deve essere considerata unità di collaudo indipendente.

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).

24.2 Acciaio in barre ad aderenza migliorata - B450C - controllato in stabilimento

Ogni partita di acciaio in barre ad aderenza migliorata (B450C), controllata in stabilimento, sarà sottoposta a controllo in cantiere prelevando almeno 3 spezzoni con la frequenza stabilita dal Direttore dei Lavori.

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

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

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

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore. Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

24.3 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 in vigore.

Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiamano le norme di cui al precedente punto 25.1.

24.4 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.

24.4.1 Qualità degli acciai da zincare a caldo

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

Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI 6407/88 per gli acciai di qualità Fe B 400 S e Fe B 500 S.

24.4.2 Zincatura a caldo per immersione

24.4.3 Trattamento preliminare

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

24.4.4 Immersione in bagno di zinco

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

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

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m² di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 µm ±10%.

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

24.4.5 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.

24.4.6 Verifiche

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

Oltre alle prove previste ai precedenti punti 25.1 e 25.2, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni del precedente punto 25.3.2.2.

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

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

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

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a 610 g/m² ±10% la partita sarà accettata.

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

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

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

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

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

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

24.4.7 Certificazioni

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, di cui all'Allegato 4 delle Norme di cui al DM in vigore dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

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

24.4.8 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.

24.5 Acciaio per c.a.p.

24.5.1 Fili, barre, trefoli

L'acciaio per c.a.p. deve essere controllato in stabilimento per lotti di fabbricazione, secondo le norme di cui al D.M. in vigore.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da certificati di laboratori ufficiali e dovranno essere munite di un sigillo sulle legature con il marchio del produttore.

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.

I fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante e non dovranno essere piegati durante l'allestimento dei cavi.

Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzati con nastro adesivo ad intervallo di 70 cm.

Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80÷100 cm.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea, si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione e difetti superficiali visibili.

Ogni partita di acciaio controllata in stabilimento, sarà sottoposta a controllo in cantiere prelevando almeno 3 spezzoni con la frequenza stabilita dal Direttore dei Lavori.

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

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

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera dei lotti di spedizione sottoposti all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore. Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

24.5.2 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 al precedente punto 25.4.1 e a quanto riportato negli elaborati di progetto.

L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il sistema proposto per l'ingrassaggio, l'infilaggio e l'eventuale sostituzione dei trefoli.

24.5.3 Ancoraggi dell'armatura di precompressione

Gli ancoraggi terminali dell'armatura di precompressione dovranno essere conformi ai disegni di progetto, composti essenzialmente da piastre di ripartizione e apparecchi di bloccaggio.

Per i cavi inguainati monotrefolo le piastre di ripartizione dovranno essere in acciaio zincato, a tenuta stagna; i cappellotti di protezione terminali dovranno essere zincati e provvisti di guarnizione in gomma antiolio, da calzare sui cilindretti e fissare con viti zincate ai terminali riempiti con grasso dopo la tesatura dei trefoli.

24.5.4 Acciai provenienti dall'estero

L'accettazione di prodotti provenienti dall'estero è subordinata al rispetto da parte dei produttori delle stesse procedure previste per i controlli in stabilimento dei prodotti nazionali.

Per i prodotti provenienti da paesi della Comunità Economica Europea, nei quali sia in vigore una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive autorità competenti, l'accettazione è subordinata, in alternativa, al riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel paese di origine da parte del Ministero dei Lavori Pubblici.

Per le caratteristiche degli acciai ed i controlli in cantiere si richiamano le norme del precedente punto 25.1.

25. ACCIAIO PER CARPENTERIA

25.1 Generalità

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche della legge 05/11/1971 n° 1086 «Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche» (DM in vigore); della legge 02/02/1974 n° 64 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche» (D.M. 19/06/1984, D.M. 29/01/1985, D.M.LL.PP 24/01/1986, D.M. 04/05/1986 e relative istruzioni) e di tutte le leggi e Decreti Ministeriali inerenti le Norme di costruzione di manufatti in zona sismica.

Per quanto applicabili e non in contrasto con le suddette Norme, si richiamano qui espressamente anche le seguenti Norme UNI:

- UNI 7070/82 relativa ai prodotti laminati a caldo di acciaio non legato di base e di qualità;
- UNI 10011/88 relativa alle costruzioni in acciaio, recante istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione.

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere «qualificati»; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;

- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura.

L'Impresa dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

E facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto delle saldature e le loro tecnologie di esecuzione alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. in vigore e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

25.2 Collaudo tecnologico dei materiali

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni.

A tale scopo è fatto obbligo all'Impresa di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n° 1086.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali.

La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.

Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Impresa.

Si precisa che tutti gli acciai dei gradi B, C, D, da impiegare nelle costruzioni dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Impresa, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. Di questo verbale verrà consegnato l'originale alla Direzione Lavori. Un'altra copia verrà conservata dall'Impresa che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo 26.2.

25.3 Controlli in corso di lavorazione

L'Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio.

L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori.

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Impresa dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità");
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

In particolare l'Impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione.

Possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;

- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare.

I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;

- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n° 1086 (D.M. in vigore).

Entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;

- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti

diametri: $D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27$ mm;

- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per la intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

25.4 Montaggio

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

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

Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente 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 o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, e tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo e di sottosuolo.

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

Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite a piè d'opera, devono essere trattate in officina con sabbiatura ed una mano di primer.

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

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

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

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

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. in vigore, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiate a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave 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 ogni unione con bulloni l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso a tutti i bulloni.

Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

Per i cavalcavia l'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico sulla sede autostradale, salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.

26. APPARECCHI DI APPOGGIO ED AMMORTIZZATORI PER IMPALCATI DI OPERE D'ARTE

26.1 Generalità

Le superfici fra le quali vengono inseriti gli appoggi devono essere il più possibile piane e parallele.

In particolare per gli appoggi in neoprene lo scostamento massimo della planarità non dovrà superare 1 mm.

Non è ammesso l'incollaggio alle strutture degli appoggi in neoprene. Quelli in acciaio potranno essere solidarizzati alle strutture mediante allettamento con malte o mediante unioni di tipo meccanico.

26.2 Appoggi e ammortizzatori antisismici in neoprene

26.2.1 Appoggi in neoprene armato

Dovranno essere conformi alle istruzioni di cui alla norma CNR-UNI 10018/85, costituiti da strati di acciaio e neoprene, tra loro solidarizzati mediante processo di vulcanizzazione a caldo.

Gli strati di acciaio dovranno essere totalmente avviluppati dal neoprene per prevenire fenomeni di corrosione.

Ciascun appoggio dovrà essere realizzato individualmente in stampo di dimensioni adeguate; non sono ammessi appoggi ricavati per taglio di elementi di dimensioni superiori.

La miscela di elastomeri costituenti il neoprene dovrà avere i requisiti di cui alla citata norma CNR-UNI 10018/85; tassativamente dovrà essere esente da materiali rigenerati o da polveri di gomma vulcanizzata di recupero.

Ogni lotto di fornitura dovrà essere accompagnato da certificato del produttore attestante l'esecuzione dei controlli e comprendente una dichiarazione di conformità.

La Direzione Lavori, per ciascuna partita di 50 appoggi o frazioni di 50, preleverà a caso un esemplare da sottoporre a prove distruttive presso un Laboratorio di sua fiducia, secondo le citate norme CNR-UNI 10018/85; le relative spese sono a totale carico dell'Impresa.

Qualora dette prove diano esito negativo, esse verranno ripetute su altri due esemplari prelevati a caso dalla stessa partita; in caso di esito negativo anche su uno soltanto di questi due esemplari la partita verrà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tutte le spese relative a dette prove saranno a carico dell'Impresa.

26.2.2 Ammortizzatori antisismici in neoprene espanso

Dovranno essere in neoprene espanso a cellule aperte, atti a dissipare una pressione di almeno 1 MPa ad una velocità di deformazione di 150 mm/s e con uno schiacciamento pari al 50% del loro spessore.

Sulle facce soggette a compressione dovranno essere vulcanizzate due lastre in acciaio di adeguato spessore, opportunamente sagomate, per il fissaggio degli apparecchi alle strutture.

26.3 Apparecchi di appoggio e ammortizzatori antisismici in acciaio

Di norma la Società provvede direttamente alla fornitura e posa in opera di apparecchi di appoggio e ammortizzatori antisismici costituiti da parti in acciaio e parti in materiali termoplastici (teflon, elastomeri, ecc.).

Sono a carico dell'Impresa gli oneri di assistenza alla posa in opera, fra i quali in particolare vengono espressamente indicate le seguenti operazioni:

- tracciamento plano-altimetrico;
- magazzinaggio e guardiania fino alla posa in opera;
- trasporto e sollevamento nell'ambito del cantiere fino alla posizione in opera;
- mano d'opera in ausilio alle ditte fornitrici degli apparecchi, per il loro posizionamento.

L'Impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavoro, dei tempi necessari per la fornitura ed il montaggio degli apparecchi di appoggio e degli ammortizzatori antisismici, oltre che di tutte le operazioni sopraindicate.

26.4 Sollevamento impalcati per sostituzione apparecchi di appoggio

Il sollevamento degli impalcati è preliminare alla sostituzione degli apparecchi di appoggio, al conseguente ripristino dei baggioli ed eventualmente all'adeguamento della pendenza trasversale del manufatto.

In relazione alle previsioni di progetto od alle prescrizioni della Direzione Lavori, si procederà al sollevamento di una o di entrambe le testate contemporaneamente, costituite da un qualunque numero di travi, mediante idonea apparecchiatura idraulica posta sotto le travi e/o i trasversi.

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 sugli appoggi, l'Impresa dovrà bloccare la struttura nella posizione raggiunta mediante scatole a sabbia 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 degli apparecchi di appoggio esistenti ed al loro trasporto nei magazzini della Società.

Prima della posa in opera degli appoggi si provvederà alla ravvivatura e rettifica dei baggioli e dell'intradosso delle travi in corrispondenza degli appoggi. 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.

A garanzia di possibili incidenti che potrebbero danneggiare le strutture, l'Impresa dovrà provvedere alla copertura assicurativa dell'opera per tutta la durata dei lavori, per un importo corrispondente al valore di ricostruzione.

27. GIUNTI DI DILATAZIONE PER IMPALCATI DI OPERE D'ARTE

Di norma la Società provvede direttamente alla fornitura e posa in opera dei giunti di dilatazione per impalcati di opere d'arte.

Saranno a carico dell'Impresa gli oneri di assistenza alla posa in opera, fra i quali in particolare vengono espressamente indicate le seguenti operazioni:

- magazzinaggio e guardiania degli apparecchi di giunto fino alla loro posa in opera;
- trasporto e sollevamento nell'ambito del cantiere fino alla posizione di montaggio;
- tutte le predisposizioni necessarie per il collegamento degli apparecchi di giunto alle strutture, quali in particolare: l'adattamento dei casseri; le cavità da predisporre nelle strutture per l'ancoraggio di zanche e tirafondi, anche con la predisposizione di armatura di attesa; la posa in opera di profilati metallici e altri manufatti annegati nel conglomerato cementizio con relative zanche di ancoraggio;
- per consentire il traffico di cantiere e di esercizio sugli impalcati prima dell'installazione dei giunti, l'Impresa dovrà provvedere alla sistemazione provvisoria degli stessi con getti di malta bastarda o con piastre di protezione o con altri sistemi.

Tutte le suddette predisposizioni dovranno essere approvate dalla Direzione Lavori, che avrà la facoltà di prescrivere rettifiche e adattamenti.

L'Impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavoro, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e di montaggio degli apparecchi di giunto nonché di tutte le predisposizioni sopra indicate.

28.SMALTIMENTO ACQUA DI PIATTAFORMA E OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA

28.1 Introduzione

Il presente elaborato contiene i riferimenti normativi e i criteri progettuali su cui è basato il sistema di drenaggio, trattamento e smaltimento dei liquidi.

Ognuna delle reti di raccolta, è suddivisa per pertinenza in 3 sottozone:

- viabilità di accesso al cantiere;
- rampa di ingresso sulla A32;
- rampa di uscita dalla A32.

Lo smaltimento delle acque avviene per mezzo di una rete di smaltimento delle acque provenienti da entrambe le rampe, dalla base dei pluviali fino al recettore finale, passando per il sistema di trattamento.

28.2 Dispositivi per lo smaltimento dell'acqua dagli impalcati

28.2.1 Generalità

Le presenti specifiche riguardano i dispositivi per la captazione ed il convogliamento dell'acqua o di altri fluidi eventualmente sversati sugli impalcati, siano essi di origine meteorica o apportati artificialmente (in seguito denominati genericamente e per semplicità "acque" o "acque di piattaforma"). Tali dispositivi sono pertanto destinati a drenare la pavimentazione dalle acque di piattaforma e ad allontanarle dall'opera senza percolazioni e/o stillicidi sulle strutture sottostanti. Saranno di norma costituiti da:

- dispositivi di captazione delle acque, generalmente costituite da caditoie, il cui bordo a stramazzo destinato ad accogliere l'acqua deve essere posto a quota tale da poter captare per intero le acque meteoriche provenienti dalla pavimentazione;
- eventuali griglie a protezione dei suddetti dispositivi;
- bocchettoni per il collegamento tra i suddetti dispositivi e il collettore;
- collettori per il convogliamento delle acque.

Le loro geometrie e tipologie sono descritte nei disegni di progetto. In ogni caso, fatti salvi gli impalcati di limitate dimensioni per i quali l'acqua di piattaforma è convogliata lungo i cordoli laterali fino a manufatti posti al di fuori dell'impalcato stesso, i suddetti dispositivi devono essere comunque previsti.

I dispositivi adottati non dovranno pregiudicare il corretto funzionamento delle barriere di sicurezza, salvo casi di effettiva impossibilità, da giustificare adeguatamente, nei quali la barriera di sicurezza possa essere localmente e puntualmente modificata, senza diminuirne apprezzabilmente la funzionalità, ai sensi del D.M. 21.06.2004 e successivi aggiornamenti.

28.3 Componenti

28.3.1 Dispositivi di captazione delle acque

28.3.1.1 Caditoie

Saranno posizionate all'interno della piattaforma stradale (costituita dall'insieme di corsie di marcia, corsie specializzate, piazzole e banchine), generalmente coincidente con l'area occupata dalla pavimentazione stradale;

Caditoie entro la piattaforma stradale

Saranno poste al compluvio (generalmente coincidente con il bordo esterno della pavimentazione stradale), avranno forma rettangolare, con lato lungo parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato e profondità commisurata allo spessore della pavimentazione stradale ed allo spessore della soletta d'impalcato. La quota del bordo a stramazzo dovrà essere posizionata:

- nel caso di presenza di tappeto di usura in conglomerato "chiuso", che si presume impermeabile, a distanza 0 – 1 cm dal filo superiore dello stesso;
- nel caso di presenza di tappeto di usura "drenante", a distanza 0 – 1 cm dal filo superiore del primo strato impermeabile.

Le caditoie saranno realizzate di norma in acciaio inossidabile di qualità X5CrNi18-10 UNI EN 10088, corrispondente ad AISI 304, o con altro materiale di adeguate caratteristiche di tenuta idraulica, resistenza alle sostanze aggressive e durabilità, ben aderenti al calcestruzzo della soletta e collegate a sormonto con la membrana impermeabilizzante dell'impalcato e con i suoi risvolti sul cordolo. Il sistema finito deve impedire in modo assoluto l'infiltrazione di acqua tra la cassetta e il calcestruzzo all'intorno. Inoltre, per evitare l'infiltrazione di acqua anche tra la cassetta e la pavimentazione stradale che la circonda, nel caso di presenza di interstizi e discontinuità, questi dovranno essere sigillati a posteriori con mastice bituminoso, bitume colato o con ripresa della pavimentazione.

In alternativa alla soluzione descritta, che comunque sarà adottata per strade di categoria A o B, le caditoie si potranno realizzare con semplici cavi nel getto della soletta, che tuttavia dovranno essere trattati al loro interno con un prodotto impermeabilizzante di provata efficacia, durabilità e resistenza all'abrasione, sul quale sarà sormontato lo strato impermeabilizzante, in modo da ottenere una perfetta tenuta idraulica.

Nel caso in cui le caditoie risultino posizionate su un impalcato a lastra ortotropa, le stesse saranno generalmente realizzate in lamiera, potranno sporgere al di sotto della lamiera superiore di impalcato e dovranno essere verificate agli opportuni carichi accidentali concentrati, in conformità con le norme relative ai carichi sui ponti, di cui al D.M. 14/01/2008.

Le caditoie dovranno essere protette con griglie, posizionate a filo della loro sommità, le cui specifiche sono riportate al punto seguente.

Caditoie esterne alla piattaforma stradale e canalette

Saranno generalmente ricavate all'interno di canalette realizzate nel cordolo o nel marciapiede, poste perpendicolarmente ad essi o con opportuna obliquità, destinate a convogliare l'acqua verso le caditoie stesse.

Saranno realizzate in analogia con il caso precedente, rispetto al quale dovranno garantire le stesse prestazioni di funzionalità e durabilità.

Le canalette di convogliamento, se ricavate entro un marciapiede, dovranno essere protette con griglia come da specifiche di cui al punto seguente. Il loro fondo dovrà avere una leggera pendenza verso la caditoia e quota iniziale posizionata:

- nel caso di presenza di tappeto di usura in conglomerato chiuso, più in basso del filo superiore dello stesso;
- nel caso di presenza di tappeto di usura "drenante", più in basso del filo superiore del primo strato impermeabile;
- nel caso di presenza di tappeto di usura in conglomerato chiuso, ma anche di una canaletta corrente lungo il cordolo, ottenuta distaccando da esso il tappeto di usura per una limitata larghezza, tale da non pregiudicare la sicurezza del traffico veicolare e/o pedonale ancorché ne sia interessata unicamente la banchina, più in basso del filo superiore dello strato o elemento strutturale sottostante al tappeto di usura.

In questo specifico caso, se idraulicamente se ne sia verificata la possibilità, le caditoie potranno essere addirittura omesse, ovvero la canaletta costituirà essa stessa una caditoia ed il bocchettone potrà iniziare direttamente dal piano inferiore della canaletta che, essendo un semplice cavo nel calcestruzzo, dovrà essere trattata con prodotto impermeabilizzante, in analogia al caso precedente e dovrà essere ben raccordata con la membrana impermeabilizzante dell'impalcato e con i relativi risvolti.

Caditoie in parte esterne e in parte interne alla piattaforma stradale

Per la parte posta internamente alla piattaforma varranno le specifiche sopra riportate per tale caso e così sarà anche per la parte posta all'esterno.

Qualora la larghezza della seconda sia contenuta entro i 10-15 cm, la griglia potrà essere omessa.

28.3.2 Griglie

Le griglie saranno conformi a quanto stabilito all'articolo riguardante il drenaggio del corpo autostradale.

Qualora disposte orizzontalmente, per la loro resistenza statica dovranno rispondere alle norme UNI EN 124. Inoltre, se eseguite in acciaio da carpenteria, dovranno essere sempre zincate a caldo con forte spessore di zinco, secondo le norme UNI EN ISO 1461.

28.3.3 Bocchettoni

I bocchettoni sono spezzoni di tubo usualmente dotati di una flangia o risvolto in sommità, che vengono collocati verticalmente all'interno di un foro preventivamente praticato nella

soletta o nella lamiera costituente la caditoia (eventualmente in caso di applicazione su lastra ortotropa).

Qualora la caditoia sia realizzata tramite una scatola in acciaio inossidabile, il bocchettone sarà realizzato nello stesso materiale. Qualora invece ci si trovi in presenza di semplici cavi nelle strutture in calcestruzzo armato, opportunamente trattate con prodotto impermeabilizzante, il bocchettone potrà essere realizzato in materiale plastico, compatibile con il tipo di tubazione che ne costituirà la prosecuzione e di elevate durabilità e resistenza meccanica ed agli agenti aggressivi.

Mentre non è strettamente necessario che vi sia tenuta idraulica nel contatto tra il bocchettone e la parete verticale del foro in cui è alloggiato, è viceversa assolutamente necessario che vi sia tenuta idraulica tra il bocchettone (o il suo risvolto o flangia) e il fondo della caditoia, o della canaletta praticata nel cordolo o nel marciapiede o anche della membrana impermeabilizzante della soletta di impalcato. In ogni caso dovrà evitarsi nel modo più assoluto qualunque infiltrazione di acqua tra il bocchettone e le pareti del foro. Ciò sarà ottenuto con la tecnologia più appropriata (saldatura metallica, termosaldatura, incollaggio a freddo, ecc.), in funzione dei materiali costituenti bocchettone, caditoia e membrana impermeabilizzante dell'impalcato.

28.3.4 Collettori

I collettori, salvo diverse esplicite prescrizioni della Direzione Lavori, saranno costituiti da tubazioni in uno dei seguenti materiali:

- acciaio inossidabile di qualità X5CrNi18-10 UNI EN 10088;
- calcestruzzo non armato;
- calcestruzzo armato con fibre di acciaio o con armature tradizionali;
- polietilene ad alta densità (PEAD);
- PVC-U secondo norma UNI EN ISO 1452;
- acciaio da carpenteria secondo UNI EN 10224, con verniciatura interna antiabrasiva ed anticorrosiva a base epossidica.

La loro resistenza statica e rigidità dovranno essere commisurate al passo degli elementi di supporto ed ai carichi cui sono soggetti, fra i quali il peso del fluido convogliato, ipotizzandone cautelativamente il totale riempimento. Dovranno altresì resistere alla pressione idrostatica che si potrebbe determinare al loro interno per effetto di una ostruzione in un punto qualunque del sistema di convogliamento dell'acqua di impalcato.

Gli elementi di supporto dovranno avere adeguata resistenza ed essere regolabili, in modo da garantire il rispetto delle pendenze previste dal progetto e comunque tali da consentire un agevole scorrimento dell'acqua convogliata.

I giunti e/o la modalità della posa in opera dei collettori dovranno essere compatibili con le deformazioni e gli spostamenti previsti per l'impalcato o per gli impalcati adiacenti, qualora essi attraversino un giunto di dilatazione ed anche, in ogni caso, con le deformazioni proprie indotte dalle dilatazioni termiche e dal peso del fluido convogliato. A tali fini dovranno se del caso essere adottati sistemi di supporto o pezzi speciali, che consentano i movimenti dei collettori, senza che ne risultino pregiudicate l'integrità, la durabilità e la tenuta idraulica.

In casi particolari, ferme restando tutte le altre prescrizioni ed avendo cura di garantire gli opportuni franchi di sicurezza nel calcolo della portata idrica, unicamente per il collettamento longitudinale potranno essere adottate canalette a cielo aperto, opportunamente sagomate. In tal caso le stesse dovranno necessariamente essere realizzate in acciaio inossidabile di qualità come precedentemente indicato o in acciaio da carpenteria, opportunamente trattato sul lato a contatto con l'acqua con verniciatura protettiva ad alto spessore, resistente all'abrasione ed agli agenti aggressivi, le cui caratteristiche dovranno preventivamente essere approvate dalla Direzione Lavori.

28.3.5 Accettazione e controlli

I diversi componenti dei dispositivi dovranno recare la marcatura CE e la prescritta documentazione a corredo, in conformità alle disposizioni delle norme europee armonizzate ad essi relative.

La Direzione Lavori controllerà, prima della posa in opera, i diversi elementi per accertarne la corrispondenza alle caratteristiche dimensionali previste in Progetto.

Successivamente alla posa in opera la Direzione Lavori controllerà la corretta esecuzione degli allineamenti e dell'ubicazione, disponendo il rifacimento di quanto non conforme al Progetto.

28.4 Sistemi di drenaggio del corpo stradale

28.4.1 Campo di applicazione

Le presenti specifiche riguardano i dispositivi di drenaggio del corpo stradale, consistenti in:

- tubazioni;
- pozzetti e relativi dispositivi di chiusura e di coronamento;
- canali di drenaggio;
- canalette, mantellate, cordonate;
- vasca di trattamento acque di prima pioggia.

28.4.2 Tubazioni

28.4.2.1 Materiali

Generalità

Per i sistemi di drenaggio e convogliamento delle acque superficiali interessanti il corpo autostradale è previsto l'impiego di:

- tubi in polietilene (PE);
- tubi in acciaio zincato;
- tubi in calcestruzzo non armato;
- tubi in calcestruzzo armato con fibre di acciaio o con armature tradizionali.

Tubi strutturati in PE

I tubi strutturati in PE saranno conformi alla norma UNI 10968 per:

- caratteristiche dei materiali per i tubi e per i raccordi;
- metodi di giunzione;
- dimensioni dei tubi (diametri, lunghezze, spessori della parete);
- dimensioni dei raccordi;
- profili di parete;
- caratteristiche fisiche dei tubi e dei raccordi;
- caratteristiche meccaniche dei tubi e dei raccordi;
- requisiti prestazionali (tenuta dei tubi e delle giunzioni, resistenza a cicli termici, trazione delle giunzioni);
- requisiti delle guarnizioni;
- requisiti degli adesivi per le giunzioni.

Tubi in calcestruzzo con armature tradizionali o fibrorinforzato (in c.a.v.)

Sono adottabili tubi in calcestruzzo non armato o armato con una o più gabbie d'acciaio o con fibre in acciaio.

Il calcestruzzo, così come i diversi materiali componenti (aggregati, acqua d'impasto, additivi, aggiunte, nonché acciaio di armatura e fibre di acciaio) dovranno essere conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 1916.

I giunti devono consentire il regolare accoppiamento geometrico dei tubi ed il loro allineamento in modo che quando i tubi sono posti in opera la loro superficie interna venga a costituire una condotta regolare e priva di discontinuità nel diametro. Il disegno del giunto, tenuto conto del tipo di giunzione e delle tolleranze effettive, dovrà assicurare la tenuta idraulica della condotta nelle condizioni di esercizio.

Le guarnizioni di tenuta saranno conformi alla EN 681-1, atte a garantire la tenuta idraulica perfetta ad una pressione interna di esercizio di 0,5 atm e, per quanto riguarda la durabilità, ai requisiti della norma UNI EN 1916.

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 25$ MPa;
- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
- sagomature delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà ove previsto essere sigillato in opera con malta di cemento.

Dovranno essere posti in opera su letto in conglomerato cementizio, eventualmente rinfrancati.

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

Tubi di acciaio senza saldatura e saldati.

I tubi di acciaio avranno caratteristiche e requisiti di accettazione conformi alle norme UNI EN 10224, con diametro nominale DN da 40 a 900 mm per pressioni di esercizio rispettivamente da circa 40 a 140 kgf/cm², e conformi, inoltre, al D.M. 6 aprile 2004, n.174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

Saranno senza saldatura (per i diametri minori) oppure saldati longitudinalmente con saldatura elettrica a resistenza (per i diametri maggiori).

I tubi in acciaio saldato dovranno essere conformi alla norma UNI EN 10312 e corrisponderanno alle istruzioni fornite sul loro impiego dalla Circolare Ministero Lavori Pubblici 5 maggio 1966 n. 2136, in quanto non contrastanti con le norme sopra indicate.

Le estremità dei tubi saranno a cordone e a bicchiere cilindrico per tubi con DN ≤ 125 mm o sferico per tubi con DN ≥ 150 mm, per giunti con saldatura autogena per sovrapposizione.

Possono anche prevedersi tubi con estremità predisposte per saldatura di testa.

Saranno in lunghezza da 8 a 13,5 m. ma saranno ammessi tubi lunghi da 4 a 8 m. nella misura massima dell'8% sull'intera fornitura; la lunghezza è misurata fra le due estremità di ogni tubo, dedotta la lunghezza della profondità del bicchiere.

Saranno protetti internamente con una semplice bitumatura che soddisfi l'esigenza della buona conservazione della superficie interna del tubo nel tempo intercorrente tra la fabbricazione del tubo e la sua posa in opera.

Saranno protetti esternamente con rivestimento normale (realizzato con una pellicola di bitume ed uno strato protettivo isolante di miscela bituminosa, la cui armatura è costituita da un doppio strato di feltro di vetro impregnato con la stessa miscela bituminosa e con una successiva pellicola di finitura di idrato di calcio) oppure con rivestimento pesante (consistente in una pellicola di bitume ed uno strato protettivo isolante di miscela bituminosa, la cui armatura è costituita da uno strato di feltro ed uno di tessuto di vetro impregnati con la stessa miscela bituminosa, e in una successiva pellicola di finitura di idrato di calcio).

I rivestimenti interni ed esterni dovranno corrispondere alle norme UNI EN 10224.

Insieme con i tubi dovrà essere consegnato dal fornitore il materiale occorrente per la protezione dei giunti saldati e per le eventuali riparazioni ai rivestimenti.

All'atto dell'ordinazione l'Appaltatore richiederà al fornitore il certificato di controllo.

Tubi di acciaio filettabili UNI CEI EN ISO/IEC 17065 e UNI EN 10255

I tubi di acciaio filettabili saranno saldati (per i diametri minori) oppure senza saldatura (per i diametri maggiori) e avranno caratteristiche e requisiti di accettazione conformi rispettivamente alle norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065 ed alle norme UNI EN 10255.

Le estremità dei tubi saranno predisposte per giunzione filettata a vite e manicotto e per giunzione saldata di testa.

I tubi saldati saranno in lunghezza da 6 m (con una tolleranza di + 100 mm e - 50 mm), ma saranno ammessi tubi lunghi da 4 a 7 m nella misura massima del 10% sull'intera fornitura.

I tubi senza saldatura saranno in lunghezza da 4 a 7 m.

I tubi di acciaio filettabili saranno protetti con bitumatura interna e con rivestimento esterno normale o pesante, oppure saranno zincati secondo la norma UNI EN 10240.

All'atto dell'ordinazione l'Appaltatore richiederà al fornitore un attestato di conformità alle norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065 o UNI EN 10255.

Pezzi speciali d'acciaio

I pezzi speciali di acciaio avranno le stesse caratteristiche previste per i tubi, con una maggiore tolleranza sulle dimensioni e la massa lineica e con esclusione della prova idraulica (che sarà effettuata sul tubo da cui i pezzi speciali sono ricavati) e saranno bitumati internamente e con rivestimento esterno normale o pesante, come per i tubi.

L'ordinazione sarà in genere riferita ai pezzi speciali di serie adatti per pressione di esercizio di 10 kgf/cm²; ma per esigenze particolari saranno ordinati anche pezzi speciali non di serie, e cioè quelli di tabella ma adatti per pressioni di esercizio superiori e/o con giunti diversi o altri pezzi speciali ricavati, per la loro parte tubolare, da tubi di acciaio aventi caratteristiche appropriate e, per le altre parti, da profilati o da pezzi fucinati.

Elementi di raccordo tra impalcati

Gli elementi di raccordo tra le tratti di tubazione appartenenti a diversi impalcati, o tra impalcato e spalla, dovranno essere compatibili con gli spostamenti mutui, longitudinali e trasversali, degli elementi (viadotti o spalla) afferenti.

Impianto di trattamento in continuo acque meteoriche

Per il trattamento delle acque meteoriche si prevede l'impiego di un impianti di trattamento delle acque di prima pioggia in continuo con disoleatore a pacchi lamellari, conforme UNI EN 858.

Ciascun impianto sarà costituito da un separatore in continuo a pacchi lamellari, per le portate indicate negli elaborati grafici, di 300 l/s o 133 l/s a seconda dei casi, e dimensionato secondo il sistema S II I P della normativa UNI EN 858 PARTE 1 e 2 di classe 1, marchiato CE, prefabbricato monoblocco parallelepipedo in calcestruzzo armato staticamente certificato SLW60, Calcestruzzo tipo Rck45 - Ferro d'armatura tipo BSt 500P come da DIN 488. Struttura in cemento armato senza giunti, parti interne in acciaio inossidabile e PEHD. Dotato di pacchi lamellari che facilitano la sedimentazione delle faticelle fini e fori di entrata e

uscita DN 400 completi di giunti elastomerici ad elasticità permanente. Completo di ispezioni a passo d'uomo chiusini D/400.

28.4.2.2 Posa in opera

Scarico ed accatastamento

Per il carico, il trasporto, lo scarico e l'accatastamento dovranno osservarsi le eventuali istruzioni del costruttore nonché i requisiti delle norme di prodotto pertinenti; dovranno comunque impiegarsi i mezzi e gli accorgimenti idonei ad evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere.

Tutti i materiali dovranno essere immagazzinati in maniera tale da conservarli integri e da evitare contaminazioni o degradazioni; per esempio i componenti elastomerici delle giunzioni dovranno essere tenuti puliti e protetti dall'esposizione a fonti di ozono (per esempio apparecchiature elettriche), alla luce solare ed a fonti di calore, nonché al contatto con oli o grassi.

L'accatastamento dovrà essere effettuato su supporti atti a mantenere i tubi sollevati dal suolo per evitare danni ai rivestimenti ed ai giunti, provvedendo a fissare i tubi per evitare che rotolino ed evitando altezze di impilamento eccessive in modo che i tubi inferiori non risultino sovraccaricati.

Non si devono collocare pile di tubi in prossimità di trincee aperte.

Scavo

Le trincee dovranno essere scavate in maniera tale da garantire un'installazione corretta delle tubazioni, nel rispetto degli accorgimenti e dei dispositivi previsti nel piano di sicurezza.

Se per la costruzione, è necessario accedere alle pareti esterne di strutture sotterranee, come nel caso di pozzetti, si dovrà prevedere uno spazio di lavoro minimo protetto largo 0,50 m.

Laddove due o più tubi vengano posati nella stessa trincea o sotto un terrapieno, si deve rispettare una distanza orizzontale minima fra le tubazioni: ove non altrimenti specificato, essa dovrà essere di: 0,35 m per tubi fino a DN 700 compreso e di 0,50 m per tubi maggiori di DN 700.

In presenza di altre tubazioni o costruzioni, si dovranno osservare misure di sicurezza adeguate al fine di proteggerle dal rischio di danneggiamenti.

La larghezza delle trincee non dovrà superare il valore massimo specificato in progetto; qualora, all'atto dello scavo, ciò non risultasse possibile, il problema dovrà essere sottoposto alla Direzione Lavori per le decisioni del caso.

La larghezza minima delle trincee dovrà essere quella stabilita nella norma UNI EN 1610.

Il materiale di risulta dello scavo, qualora dalla Direzione Lavori ritenuto idoneo ad essere reimpiegato per il rinfianco ed il rinterro, sarà depositato provvisoriamente; in caso contrario sarà conferito a deposito.

Letto di posa

I tubi saranno adagiati su un letto di posa in sabbia o ghiaia fine, di spessore non inferiore a:

- 10 cm in presenza di terreno di normale consistenza;
- 15 cm in presenza di terreno duro o di roccia lapidea.

Il letto di posa dovrà essere spianato e livellato in modo da eliminare discontinuità dell'appoggio (salvo le nicchie per le giunzioni a bicchiere); in nessun caso sarà consentito di regolare la posizione dei tubi nella trincea ricorrendo a pietre, mattoni, legname o ad altri appoggi discontinui.

Qualora si rendessero necessari aggiustamenti nell'altimetria, questi saranno effettuati alzando o abbassando la quota dell'appoggio, garantendo sempre che, alla fine, i tubi siano supportati per tutta la loro lunghezza, senza ricorrere a riempimenti locali.

Installazione

La posa dei tubi inizierà preferibilmente dall'estremità a valle con i bicchieri rivolti a monte.

In caso di lunghe interruzioni dei lavori, si provvederà a chiudere temporaneamente le estremità dei tubi; i tappi protettivi saranno rimossi solo immediatamente prima di eseguire le giunzioni; qualsiasi materiale rimasto nel tubo dovrà essere comunque rimosso.

Le parti della superficie del tubo che venissero a contatto con i materiali di giunzione dovranno essere prive di difetti, pulite e, se necessario, asciutte; i giunti scorrevoli dovranno essere lubrificati con i lubrificanti e secondo i metodi raccomandati dal fabbricante.

Nei casi in cui i tubi non possano essere giuntati manualmente, dovranno impiegarsi adeguate attrezzature idrauliche o manuali di tiro, essendo tassativamente vietato il ricorso alla spinta con macchinari (escavatori, pale, dozer, ecc.) non espressamente previsti a questo scopo.

Nell'esecuzione delle giunzioni a bicchiere dovrà essere rispettata la distanza fra l'estremità della parte imboccata e la battuta del tubo successivo specificata dal fabbricante.

Le giunzioni dovranno essere eseguite applicando progressivamente una forza assiale senza sollecitare eccessivamente i componenti; a giunzione eseguita, l'allineamento dovrà essere controllato e, se necessario, corretto.

Laddove necessario, si devono prevedere per i bicchieri nicchie di dimensioni sufficienti per l'esecuzione del corretto accoppiamento e per impedire che il tubo poggi sul giunto; la nicchia per il bicchiere dovrà avere le dimensioni minime compatibili con il corretto montaggio del giunto.

I tagli dovranno essere eseguiti con gli utensili idonei, secondo le raccomandazioni del fabbricante del tubo ed in modo tale da garantire prestazioni adeguate dei giunti.

Laddove esista il rischio di galleggiamento durante l'installazione, i tubi dovranno essere mantenuti in sito mediante carichi o ancoraggi adeguati.

Rinfianco e rinterro

Si definisce come rinfianco il materiale posto superiormente al letto di posa e sino a 30 cm sopra la sommità della tubazione; si definisce come rinterro il materiale sovrastante il rinfianco e sino al p.c. (o immediatamente al di sotto di eventuali pavimentazioni).

Di norma il materiale per il rinfianco sarà quello di risulta degli scavi, opportunamente selezionato per eliminare eventuale materiale non idoneo (per dimensioni, forma, ecc..).

Il costipamento dovrà avvenire con attrezzature, numero di passaggi e spessore degli strati atti ad ottenere il grado di costipamento pari almeno al 95% della densità optimum di Proctor mod. (ove non altrimenti specificato in Progetto), tenendo conto delle caratteristiche del tubo da installare al fine di evitare di arrecare danni allo stesso.

Il costipamento previa saturazione di acqua del rinfianco è ammissibile – su autorizzazione della Direzione Lavori - soltanto in casi eccezionali ed in presenza di terreni incoerenti.

28.4.2.3 Controlli ed accettazione

L'accettazione dei materiali sarà subordinata alla verifica della marcatura CE e della relativa documentazione.

Tutti gli elementi di tubazione dovranno recare la marcatura CE, conforme alle disposizioni delle norme UNI EN 1401, UNI 10968 e UNI EN 1916 rispettivamente per i tubi in PVC-U per fognature, per i tubi strutturati in PVC-U, PP e PE e per i tubi in c.a.

Per ogni partita l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la dichiarazione di conformità ed i relativi allegati ai sensi delle norme citate.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore dovrà altresì prestarsi all'esecuzione di prove supplementari del tipo stabilito dalla norma, nel numero massimo di quelle da effettuarsi come controllo periodico della produzione.

28.4.2.4 Controlli in cantiere

Livellette

A tubazione posata, prima dell'esecuzione del rinfianco, verrà eseguito un controllo topografico mirato ad accertare il rispetto delle livellette di Progetto.

In caso di un risultato negativo della verifica, la Direzione Lavori disporrà i provvedimenti per la correzione dei difetti riscontrati, sino alla demolizione del già eseguito ed al rifacimento a carico dell'Appaltatore.

Costipamento del rinfianco

Il costipamento del rinfianco sarà controllato mediante prove di densità disposte dalla Direzione Lavori nella misura di una ogni 100 m di tracciato, prima dell'esecuzione del rinterro.

Nel caso che i valori prescritti non siano rispettati, si procederà ad un ulteriore controllo su altrettanti punti; in caso di risultati nuovamente insoddisfacenti, la Direzione Lavori disporrà l'asportazione del materiale ed il rifacimento del rinfianco nelle zone non accettate.

Collaudo in opera

Il collaudo in opera delle tubazioni sarà effettuato secondo le disposizioni della Direzione Lavori in base ai metodi indicati nella UNI EN 1610 (ad acqua o preferibilmente ad aria).

Condizione per l'accettazione sarà il riscontro di valori delle perdite inferiori a quelli ammissibili stabiliti dalla UNI EN 1401-3 per i tubi in PVC-U per fognature e della norma UNI EN 1610 per i tubi strutturati in PVC-U, PP e PE e per i tubi in c.a.

In caso di valori superiori, la Direzione Lavori impartirà le disposizioni del caso per il ripristino della funzionalità della tratta (compreso il suo completo rifacimento) a carico dell'Appaltatore.

28.4.2.5 Norme di misurazione

Le tubazioni saranno misurate secondo il loro sviluppo al lordo delle interruzioni in corrispondenza dei pozzetti di linea.

I relativi articoli di Elenco Prezzi comprendono: fornitura dei tubi (compresi i pezzi speciali), trasporto, scarico, deposito, sfilamento, posa comprensiva di ogni lavorazione per tappi provvisori, giunzioni, inserimento nei pozzetti, collaudi.

Lo scavo della trincea, valutato come scavo di fondazione, sarà misurato a volume considerando la sezione di scavo di progetto e lo stesso sviluppo indicato per le tubazioni.

Il relativo articolo di Elenco prezzi compensa anche il rinfianco ed il rinterro delle tubazioni eseguite con materiale di risulta degli scavi (comprese le lavorazioni per la selezione del materiale); nel caso che per questi non venga impiegato materiale da cava o calcestruzzo o venga prescritta la stabilizzazione con cemento, tali forniture e lavorazioni verranno compensate a parte.

Il letto di posa sarà misurato a volume considerando la sezione di posa di Progetto e lo stesso sviluppo indicato per le tubazioni.

28.4.3 Pozzetti

Materiali

Generalità

I pozzetti di cui è previsto l'impiego per ispezione, incrocio e salto, saranno:

- prefabbricati in c.a.v.; o in alternativa previo assenso della D.L. in PE strutturato.

Pozzetti prefabbricati in c.a.v.

Il calcestruzzo, così come i diversi materiali componenti (aggregati, acqua d'impasto, additivi, aggiunte, nonché acciaio di armatura e fibre di acciaio) dovranno essere conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 1917.

Il calcestruzzo, realizzato con cemento ad alta resistenza ai solfati, avrà Rck non inferiore a 25 MPa.

Le guarnizioni di tenuta tra i diversi elementi del prefabbricato, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione ovvero fornite unitamente al manufatto da parte del fabbricante, saranno conformi alla UNI EN 681-1.

I pozzetti dovranno essere atti a sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni loro componente (elemento di base, elementi di prolunga, elemento terminale).

Essi dovranno inoltre essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni relative alla tutela delle acque di cui al D.Lgs. 03/04/2006 n. 152, Norme in materia ambientale.

In caso di presenza di scale per l'accesso al fondo, i gradini saranno in tondino di acciaio rivestito in polipropilene antisdrucciolo o verniciato antiruggine, opportunamente bloccati nella parete con malta espansiva.

I pozzetti avranno le seguenti caratteristiche:

- armatura del diametro e maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiori a 6,5cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

Pozzetti in PE strutturato

I pozzetti in polietilene strutturato saranno certificati dal marchio IIP UNI rilasciato dall'Istituto Italiano dei (materiali) Plastici e saranno conformi alle norme UNI EN 13598-1 e UNI EN 13598-2 per quanto riguarda caratteristiche dei materiali costituenti e delle guarnizioni, caratteristiche generali, geometriche e meccaniche e requisiti prestazionali.

I pozzetti dovranno essere idonei a sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni loro componente (elemento di base, elementi di prolunga, elemento terminale).

I pozzetti potranno essere costituiti da:

- elemento di base in PEMD stampato, predisposto per l'innesto delle tubazioni;
- elementi intermedi in PEAD strutturato;
- elemento terminale in PEMD, con eventuale riduzione.

ovvero ricavati da tubo in PEAD strutturato mediante saldatura.

La giunzione tra i diversi elementi dei pozzetti con elemento di base stampato sarà realizzata ancora per saldatura o tramite guarnizione in gomma EPDM; pure in in gomma EPDM saranno gli innesti delle tubazioni afferenti al pozzetto.

Le saldature del PE dovranno essere eseguite da personale specializzato secondo le specifiche norme UNI e raccomandazioni dell'IIP.

Posa in opera

La posa in opera dei pozzetti avverrà previa preparazione del piano di posa mediante regolarizzazione, costipamento e realizzazione di un allettamento in calcestruzzo magro.

Il riempimento laterale verrà eseguito per strati, compattando il materiale; si curerà di procedere uniformemente su tutti i lati, in modo da non provocare spinte asimmetriche.

Controlli ed accettazione

L'accettazione dei materiali sarà subordinata alla verifica della marcatura e della relativa documentazione.

Ogni elemento di pozzetto o, ove ciò non fosse possibile, ogni unità di imballaggio, dovrà recare la marcatura CE e la prescritta documentazione a corredo, in conformità alle norme UNI EN 1917 per i pozzetti in c.a.v. e UNI EN 13598-1 e UNI EN 13598-2, rispettivamente per quelli in PE strutturato.

Per ogni partita l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la dichiarazione di conformità ed i relativi allegati ai sensi delle norme citate.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore dovrà altresì prestarsi all'esecuzione di prove supplementari del tipo stabilito dalla norma, nel numero massimo di quelle da effettuarsi come controllo periodico della produzione.

Controlli in cantiere

I controlli in cantiere (compreso il collaudo idraulico in opera) saranno effettuati contestualmente a quelli delle tubazioni, secondo quanto indicato al relativo articolo.

Norme di misurazione

I pozzetti prefabbricati saranno misurati a numero secondo le dimensioni.

Gli articoli di Elenco Prezzi comprendono ogni onere per trasporto, scarico, movimentazione nell'ambito del cantiere, posa in opera, collegamento e sigillatura delle tubazioni, controllo idraulico ed ogni altra opera per ottenere un pozzetto perfettamente funzionante ed a tenuta, esclusi solo lo scavo e il calcestruzzo magro di sottofondazione.

Dispositivi di chiusura e di coronamento dei pozzetti

Definizioni

Si definiscono:

- **dispositivo di chiusura:** parte del pozzetto di ispezione costituita da un telaio e da un coperchio (denominato anche "chiusino") e/o una griglia;
- **dispositivo di coronamento:** parte del pozzetto di raccolta costituita da un telaio e da una griglia e/o un coperchio;
- **telaio:** elemento fisso di un dispositivo di coronamento o di chiusura, destinato all'alloggiamento ed al sostegno di una griglia o di un coperchio;
- **griglia:** elemento mobile di un dispositivo di coronamento o di chiusura, che consente il deflusso dell'acqua nel pozzetto di raccolta;
- **coperchio (o chiusino):** elemento mobile di un dispositivo di coronamento o di chiusura, che copre l'apertura del pozzetto di raccolta o di ispezione.

Materiali

I dispositivi di chiusura e di coronamento possono essere fabbricati con:

- ghisa a grafite;
- acciaio in getti;
- acciaio laminato;

- abbinamento di uno dei precedenti materiali con calcestruzzo;
- calcestruzzo armato (non per le griglie).

Le caratteristiche statiche e dimensionali (fessure e fori di aerazione, apertura di accesso, profondità di incastro, giochi tra le diverse parti, telaio), nonché i requisiti costitutivi (sedi, protezione degli spigoli, sistemi di fissaggio, di sbloccaggio e di rimozione, tenuta) saranno conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 124.

Le caratteristiche di spessore e protezione dalla corrosione per l'acciaio laminato saranno quelle stabilite nella norma UNI EN 124.

Per tutti i materiali la qualità e le prove sono stabilite nelle rispettive norme di unificazione richiamate nella UNI EN 124.

Posa in opera

Per quanto non in contrasto con il presente Capitolato dovrà farsi riferimento alla norma UNI/TR 11256: Guida all'installazione di dispositivi di coronamento e di chiusura in zone di circolazione pedonale e/o veicolare (chiusini e caditoie). In ogni caso, per le operazioni in presenza di traffico, prevarranno le disposizioni impartite dal soggetto gestore della strada.

A pozzetto ultimato, il coronamento di questo sarà leggermente scarificato, in modo che la superficie ruvida così ottenuta favorisca l'adesione della malta cementizia che costituirà il letto di appoggio del telaio.

Prima della posa in opera la superficie di appoggio dovrà essere convenientemente pulita e bagnata.

Per la preparazione e la stesa della malta si osserveranno le istruzioni indicate dal fabbricante. Lo spessore di malta sarà compreso tra 2 e 3 cm.

Qualora occorressero spessori maggiori si dovrà ricorrere, secondo le disposizioni della Direzione Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio con Rck 30 MPa opportunamente armato, oppure all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio prefabbricato; in nessun caso potranno essere inseriti sotto il telaio, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, schegge o frammenti di mattoni.

Il telaio sarà posizionato planimetricamente in modo che la sua luce coincida con quella del pozzetto, ed altimetricamente in modo che la superficie superiore del dispositivo si trovi, a lavoro ultimato, alla quota della pavimentazione finita (tenuto conto degli eventuali inviti per i pozzetti esterni alle corsie di traffico).

Il fissaggio nella malta sarà eseguito senza sbavature sulla superficie di appoggio del coperchio nel telaio, e lasciando liberi almeno gli ultimi 3 cm superiori del bordo del telaio, per permettere la rifinitura a livello del manto stradale.

Nel caso che, in conseguenza di assestamenti sotto carico o di altre cause, si dovesse provvedere al ricollocamento in quota del telaio, quest'ultimo dovrà essere rimosso ed i resti di malta indurita completamente asportati. Si procederà quindi al ricollocamento con le modalità precedentemente descritte.

L'elemento non sarà transitabile per il tempo necessario alla maturazione dei materiali impiegati, in funzione della temperatura e dell'umidità ambientali.

Per altri aspetti di dettaglio si farà riferimento alle specifiche del fabbricante.

Gli elementi di chiusura dovranno essere fissati al telaio in modo da non poter essere asportati dai pedoni o dai mezzi in transito al di sopra di essi e, nel caso dei coperchi metallici, questi dovranno essere dotati di un opportuno dispositivo di chiusura a chiave. Al contempo i coperchi dovranno recare un dispositivo atto ad agevolare il loro sollevamento.

Controlli ed accettazione

Ogni elemento o, ove ciò non fosse possibile, ogni unità di imballaggio, dovrà recare la marcatura CE, conforme alle disposizioni delle norme UNI EN 124.

Per ogni partita l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la dichiarazione di conformità ed i relativi allegati ai sensi delle norme citate.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore dovrà altresì prestarsi all'esecuzione di prove supplementari del tipo stabilito dalla norma, nel numero massimo di quelle da effettuarsi come controllo periodico della produzione.

Controlli in cantiere

A posa effettuata e prima dell'esecuzione della pavimentazione verrà eseguito un controllo topografico mirato ad accertare il corretto posizionamento del dispositivo in relazione alle quote di Progetto della pavimentazione finita.

A pavimentazione completata verrà eseguito un ulteriore controllo.

In caso di un risultato negativo delle verifiche, la Direzione Lavori disporrà i provvedimenti per la correzione dei difetti riscontrati, sino alla demolizione del già eseguito ed al rifacimento a carico dell'Appaltatore.

Norme di misurazione

I dispositivi di coronamento saranno contabilizzati per m² di superficie, per kg di peso o a numero, secondo il tipo.

28.4.4 Canali di drenaggio

Definizioni

Si definisce canale di drenaggio un'entità lineare, in genere composta da unità prefabbricate, che permette la raccolta e il trasporto di acqua superficiale per tutta la sua lunghezza.

Materiali

I canali di drenaggio, ad eccezione delle griglie e delle coperture, possono essere fabbricati con:

- acciaio laminato (solo se protetto contro la corrosione);
- acciaio inossidabile;
- calcestruzzo armato o non armato;
- abbinamento di uno dei precedenti materiali con calcestruzzo o calcestruzzo con resina sintetica con fibra;

Le griglie e le coperture possono essere fabbricate con:

- ghisa a grafite;
- acciaio in getti;

La protezione contro la corrosione dell'acciaio laminato sarà conforme alle norme richiamate nella UNI EN 1433.

Per tutti i materiali la qualità e le prove sono stabilite nelle rispettive norme di unificazione richiamate nella UNI EN 1433.

Le caratteristiche dimensionali (sezioni, fessure ed altre aperture, profondità dell'inserimento di griglie e coperture) ed i requisiti costitutivi (sedi, protezione dei bordi, sistemi di fissaggio delle griglie e delle coperture, giunzioni, tenuta, trattamento superficiale, contenitori per i detriti) saranno conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 1433.

Posa in opera

La posa in opera dovrà avvenire secondo le istruzioni allegate alla fornitura.

In particolare, per i canali di drenaggio richiedenti ulteriore supporto per sostenere i carichi di servizio (designate come "tipo M" nella UNI EN 1433) l'affiancamento dei diversi elementi, nonché le dimensioni, la classe di calcestruzzo e l'armatura del supporto dovranno essere conformi alle istruzioni del fabbricante.

Controlli ed accettazione

Ogni elemento o, ove ciò non fosse possibile, ogni unità di imballaggio, dovrà recare la marcatura CE, conforme alle disposizioni delle norme UNI EN 1433.

Per ogni partita l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la dichiarazione di conformità ed i relativi allegati ai sensi delle norme citate.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore dovrà altresì prestarsi all'esecuzione di prove supplementari del tipo stabilito dalla norma, nel numero massimo di quelle da effettuarsi come controllo periodico della produzione.

Controlli in cantiere

Successivamente al montaggio degli elementi ed alla loro giunzione, verrà effettuato il collaudo in sito per tratti di canale secondo le disposizioni della Direzione Lavori, chiudendo le estremità aperte e riempiendo il tratto di canale sotto prova sino al massimo livello all'estremo di valle.

Il collaudo si riterrà positivo se in un intervallo di tempo di 30 minuti non si verificheranno perdite in corrispondenza delle giunzioni o attraverso il corpo delle canalette.

Norme di misurazione

I canali di drenaggio saranno misurati secondo il loro sviluppo al lordo delle interruzioni in corrispondenza di eventuali pozzetti di linea.

I relativi articoli di Elenco Prezzi comprendono: fornitura (compresi i pezzi speciali), trasporto, scarico, deposito, sfilamento, scavo della sede d'imposta, posa comprensiva di ogni

lavorazione per tappi provvisori, giunzioni, inserimento nei pozzetti, rifianco e rifiniture, collaudi.

28.4.5 Canalette ed embrici

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, secondo i disegni di progetto, in elementi 50x50x20cm.

Le canalatte 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 24mm e lunghezza non inferiore a 80cm, infissi nel terreno per almeno 60cm, in modo che sporgano di almeno 20cm.

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.

28.4.6 Cunette

La formazione di cunetta proterà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte in progetto, formate in 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 lavori finiti.

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

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

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

28.4.7 Canali di gronda, pluviali, scossaline, ecc.

Norme generali

La sezione, lo sviluppo e la sagoma dei canali di gronda posti al di sotto dell'impalcato, nonché il numero, la posizione e la sezione dei pluviali, delle scossaline e delle converse, le modalità di fissaggio, saranno quelle definite nel Progetto.

Le sezioni dei pluviali, sono previste in rapporto ai dati pluviometrici e secondo prescrizioni regolamentari particolari.

La pendenza dei canali di gronda verso gli scarichi non dovrà, di norma, risultare minore dello 0,5%.

Saranno a totale carico dell'Appaltatore le riparazioni per qualsiasi perdita ed ogni altro difetto che si manifestasse, dalla consegna fino a collaudo eseguito, compreso ogni onere di ripristino.

28.4.8 Bocchettoni

I bocchettoni, acciaio inossidabile di qualità X5CrNi18-10 UNI EN 10088, corrispondente ad AISI 304, in materiale plastico (PVC, Neoprene) o in tubi di piombo finiti con verniciatura isolante o spalmatura di catrame, saranno posti in opera sulle superfici piane per raccogliere e convogliare le acque piovane nei tubi pluviali; saranno provvisti di griglia al fine di trattenere materiali che possano ostruire i pluviali; saranno incassati e sigillati all'estradosso della superficie piana.

28.4.9 Canali di Gronda, Foderature, Converse, Scossaline

Saranno della seguente tipologia:

- in lamiera di acciaio inossidabile di qualità X5CrNi18-10 UNI EN 10088 corrispondente ad AISI 304 dello spessore come da Progetto.

Le sovrapposizioni dovranno interessare la lamiera per almeno 8 cm e saranno rivolte verso lo scarico.

Dovranno inoltre essere predisposti opportuni giunti di dilatazione con interasse mediamente di circa 15 m.

Lo sviluppo delle converse sotto il manto di copertura dovrà essere sufficiente a contenere l'acqua di stravento.

Le lamiere saranno fissate al supporto, previa impermeabilizzazione di quest'ultimo con prodotti bituminosi, mediante staffe, accessori di fissaggi, con chiodi sparati ricoperti da saldatura.

I punti di fissaggio dovranno essere in numero sufficiente e posizione opportuna, tenendo conto soprattutto dell'azione del vento.

28.4.10 Pluviali

I tubi di discesa delle acque meteoriche, pluviali, saranno in lamiera di acciaio inossidabile, come da scelta progettuale; posti in opera in vista o incassati nelle murature e raccordati mediante bocchettoni ai canali di gronda.

Le giunzioni a libera dilatazione tra i vari pezzi dovranno avere sovrapposizione non inferiore a 5 cm.

I pluviali dovranno essere ancorati alle strutture portanti mediante grappe di sezione adeguata in ragione di una grappa ogni 2 m di tubo, comprese le necessarie opere murarie, e dovranno essere raccordati al piede ai pozzetti di raccolta; particolare cura dovrà essere posta nella posa in opera dei pluviali incassati nelle murature allo scopo di evitare infiltrazioni di acqua.

28.4.11 Strutture e lattonerie in acciaio inox

Per strutture di sostegno delle canalette sospese e dei pluviali, cerniere e carpenterie in genere di qualsiasi spessore, forma e dimensione, anche scatolare, è previsto l'impiego di profilati in acciaio zincato a caldo.

Nelle lattonerie per foderature, carenature, scossaline, tubazioni, ecc. di qualsiasi forma e dimensione, anche scatolare, di spessore fino a 3 mm, è previsto l'impiego di lamiera laminata a freddo in acciaio inox x5 Cr/Ni 18/10.

Gli acciai inox dovranno presentare il grado di finitura previsto in Progetto, di norma satinatura ottenuta mediante smerigliatura e preceduta da decapaggio con soluzione acida.

In corrispondenza di cordoni di saldatura o in altri punti particolari, la smerigliatura dovrà essere preceduta da rimozione dei residui del fondente e da sabbiatura.

Particolare cura dovrà essere posta nell'imballaggio delle lamiere e nella protezione superficiale mediante carta o plastica adesiva.

28.5 Rivestimento per cunette e fossi di guardia

In elementi prefabbricati in c.a.v.

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, che in assenza di diverse specifiche progettuali, avrà $R_{ck} \geq 30$ MPa, armato con rete in acciaio a maglie del peso non inferiore a 3 kg/m².

Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale o a L, secondo i disegni tipo di progetto; in assenza di diverse specifiche progettuali dovrà essere non inferiore a 7cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza piastra; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m³ di cemento.

In conglomerato cementizio, gettato in opera

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia sarà eseguito con conglomerato cementizio di tipo II con $R_{ck} \geq 30$ MPa, quando non diversamente previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, la formazione di giunti.

In muratura di pietrame

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 Kg/m³ 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.

Cordonature

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

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

Verranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 kg/m³ di cemento che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura.

29.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 dovessero 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.

29.1 *Prismi in conglomerato cementizio*

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, 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.

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 contagio.

A questo scopo i prismi dovranno essere costruiti in file rettilinee e parallele.

Nell'eventualità che la scasseratura 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 darà 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 ganci per la movimentazione dei prismi.

Si potrà procedere alla scasseratura delle pareti laterali non prima che siano trascorse 24h 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, sia in senso trasversale e permettere uno stretto contatto tra gli elementi adiacenti.

29.2 *Massi in roccia*

I massi da impiegare nella costruzione di scogliere dovranno essere inalterabili, tenaci, privi di fratture e piani di scistosità, con grado di compattezza C maggiore o uguale a 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 tra 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 del R.D. 16 novembre 1939 -IVII n. 2232, relativa all'accettazione delle pietre naturali da costruzione. Per l'accertamento delle caratteristiche dei massi, l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà predisporre, per l'invio in laboratorio, campioni costituiti da una serie di 24 cubi a facce perfettamente piane e parallele e con spigoli regolari delle dimensioni di 10cm, e da una serie di 8 cubi con spigoli di 3cm; 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, 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 ricarica delle scogliere radenti e dei pennelli, dotati di 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 dovrà essere mano a mano completata secondo la sagoma prescritta, in modo da realizzare una perfetta continuità fra i vari tratti.

Non saranno accettati massi che, all'atto della posa in opera, dovessero presentare lesioni o rotture, cosa come quelli che, nelle operazioni di posa, dovessero cadere fuori sagoma.

29.3 *Gabbioni*

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 alla Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 2078 del 27/08/1962.

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 2,20 mm 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.

29.4 *Materassi in pietrame*

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 m a 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 alle norme UNI 8018, tessuta con trafilato di ferro in accordo alle norme UNI 3598, a forte zincatura, in accordo a quanto previsto dalla Circolare del Consiglio Superiore LLPP n. 2078 del 27.8.62.

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/m³.

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 collegati 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 cri posa in opera o ragioni costruttive di varia natura.

La posa in opera direttamente in acqua sarà eseguita come per i gabbioni.

30. STRUTTURE DI SOSTEGNO E CONTENIMENTO IN ELEMENTI PREFABBRICATI

30.1 Generalità

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 dell'art. 21 della Legge 05/11/1971 n° 1086 (D.M. in vigore) e di quelle emanate in applicazione della Legge 02/02/1974 n° 64 (D.M. 03/12/1987 e successivi aggiornamenti).

La Direzione Lavori, dopo che il Progettista avrà preso visione dei documenti di cui all'art. 9 della legge n° 1086 e avrà verificato la 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, dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui agli artt. 15 e 17 delle presenti Norme; per gli acciai di armatura valgono le prescrizioni dell'art. 25; i geotessili dovranno rispondere alle caratteristiche di cui all'art. 2/P.

Per tutte le strutture di sostegno e contenimento di cui al presente articolo, 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.

30.2 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 4,75 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 cm² 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; 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.

30.3 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 di 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; l'acciaio per l'armatura lenta dovrà essere del tipo B450C controllato in stabilimento; i trefoli di precompressione dovranno essere formati con fili aventi $f_p(1) k \geq 1670$ MPa e $f_{ptk} \geq 1865$ MPa.

30.4 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 riferentesi a 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 31.2, ribadendo, in particolare, che eventuali eccedenze di scavo dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a cura e spese dell'Impresa.

30.5 Muri di sostegno in terra armata

Costituiti da un rilevato armato a scarpata stabilizzata, con paramento esterno rinverdito, con armature lineari ad alta aderenza in acciaio laminato del tipo S355, di sezione 40x5 mm o equivalente, zincato a caldo in ragione di 5 g/dm² e spessore medio 0,07 mm e da un paramento verticale in pannelli prefabbricati di c.a.v., avente $R_{ck} \geq 30$ MPa ed armatura in barre in acciaio B450C 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 coronamenti 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/m².

Il coronamento in sommità dei pannelli costituenti il paramento verticale sarà realizzato in cemento armato secondo le previsioni di progetto.

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.

30.6 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/m³.

Gli elementi prefabbricati in c.a.v., di sagomatura come da progetto, dovranno avere $R_{ck} \geq 35$ MPa 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.

30.7 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 completamento 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 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.

30.8 Strutture di sostegno a paramento verde

Costituite da strati di materiali idonei, dello spessore non superiore a 50 cm, alternati con armature in teli di geotessile.

Il paramento in vista delle strutture, inclinato di 50°÷70° rispetto all'orizzontale, sarà formato da una griglia metallica di contenimento e da uno speciale geotessile strutturato in modo tale da trattenere il terreno e la semina e permettere la germinazione del seme attraverso le sue maglie per avere il paramento completamente inerbito.

Il paramento sarà costituito dai seguenti componenti:

- geotessile d'armatura del rilevato, costituito da poliestere a filamento continuo agotrattato del peso di 350 g/m², con resistenza allo strappo non inferiore a 40 kN/m nel senso della

massima resistenza ed a 26 kN/m nell'altro senso; allungamento non superiore al 25%; permeabilità, sotto carico di 0,02 MPa, di $1,40 \times 10^3$ m/s e trasmissività di 6×10^{-6} m²/s;

- rete metallica elettrosaldada con fili del diametro 6÷10 mm in maglie differenziate di 15x15 e 15x30 cm oppure 12,5x15 e 15x30 cm;
- distanziatori e puntoni fissatori del diametro 8÷10 mm;
- geotessile composito per il contenimento del paramento di scarpata, costituito da un telo in poliestere a filo continuo, strutturato in maglie di 2x4 mm di contenimento del terreno e di base d'appoggio della vegetazione.

Tale geotessile dovrà risultare di peso non inferiore a 200 g/m², avere resistenza allo strappo non inferiore a 15 kN/m e presentare caratteristiche di stabilità ai raggi U.V., di ininfiammabilità e di imputrescibilità;

- la sistemazione in opera dei materiali, la cui stesa e compattazione dovranno essere eseguite per strati di spessore non superiore a 25 cm, fino ad ottenere una densità non inferiore al 95% della densità individuata mediante la prova AASHTO mod;
- la semina a spruzzo del paramento in vista con una miscela avente la seguente composizione:
 - miscuglio di semi di specie erbacee e foraggere in ragione di 50-60 g/m²;
 - composto costituente il supporto del seme, con funzione agglomerante, fertilizzante ecc., comprendente tra l'altro:
 - materiale portante su base organica formato da terreno vegetale, silicati, sostanze concimanti organiche, fibre vegetali, bentonite;
 - materiale ad elevato assorbimento e ritenzione idrica;
 - materiale agglomerante a base di colloidali organici;
 - fibre vegetali biodegradabili;
 - fertilizzanti complessi granulati ad azione ritardata; in ragione di complessivi 5,2 kg/m²
 - acqua in ragione di 15÷20 Kg/m².

La Direzione Lavori provvederà a fare eseguire le sottoelencate prove e controlli:

a) per il geotessile d'armatura (per ogni 4.000 m² o frazione):

- n. 1 prova per la determinazione del peso unitario;
- n. 1 prova per la determinazione della resistenza allo strappo;
- n. 1 prova per la determinazione dell'allungamento;
- n. 1 prova per la determinazione della permeabilità;
- n. 1 prova per la determinazione della trasmissività;

b) per il geotessile di contenimento della scarpata (per ogni 4.000 m² o frazione):

- n. 1 prova per la determinazione del peso unitario;
- n. 1 prova per la determinazione della resistenza allo strappo;
- n. 1 prova di stabilità ai raggi U.V.;
- n. 1 prova di ininfiammabilità;

- n. 1 prova di imputrescibilità;
- c) per la sistemazione in opera delle terre (per ogni 1.000 m³ o frazione)
 - secondo le prescrizioni delle Norme Tecniche d'Appalto per le terre armate.

In caso di rilevamento di valori inferiori a quelli prescritti, l'Impresa dovrà a sua cura e spese smantellare l'opera costruita, sostituire i materiali non idonei e provvedere alla successiva ricostruzione.

30.9 Pannelli prefabbricati in c.a. a facciavista

Il rivestimento e le sue finiture saranno realizzati come da specifiche progettuali. Il rivestimento sarà costituito da pannelli in calcestruzzo armati con rete saldata in tondino di acciaio, con una superficie da adibire a faccia vista, con rivestimento in pietrame. I pannelli verranno collocati in posizione verticale o subverticale e saranno completati da armatura sporgente da annegare nel calcestruzzo da gettare nella parte posteriore del pannello.

31. IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI

31.1 Generalità

31.1.1 Premessa

Tutte le apparecchiature ed i materiali che saranno impiegati nei lavori compresi nell'appalto, dovranno corrispondere a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia, ed essere conformi per metodologia di fabbricazione, qualità e prestazioni, alle specifiche tecniche ed al complesso di Norme CEI, IEC, UNI, UNEL.

Tutte le apparecchiature elettriche ed i materiali impiegati, sia che costituiscano parte di un assemblaggio complesso o che siano utilizzate in modo autonomo, dovranno essere dotati, dove applicabile, di Marchio IMQ od altro equivalente del Paese di origine, purché regolato da accordi sulla reciprocità dei marchi di qualità; se soggette alle direttive BT dovranno inoltre disporre di marcatura CE.

Si evidenzia, a tale proposito, che dal 01/01/96 la marcatura è obbligatoria per le macchine e per le apparecchiature che possono creare o essere influenzate da perturbazioni elettromagnetiche (direttiva comunitaria EMC 89/336, recepita in Italia con D.Lgs. 04/12/92 n.476) e dal 01/01/97 lo diventa per tutto il materiale elettrico (direttiva comunitaria DBT 73/23, recepita in Italia con Legge n.791/77).

Le apparecchiature dovranno essere prodotte in regime di qualità UNI ISO 9001 e dovranno, comunque, essere della migliore qualità reperibile in commercio in funzione alla loro specifica destinazione d'uso e in conformità alle specifiche tecniche contenute nel presente documento.

31.1.2 Generalità

Il capitolo degli impianti elettrici e speciali comprende i seguenti sottocapitoli:

- Interferenze: nell'ambito dei lavori di costruzione del nuovo svincolo della Maddalena sull'Autostrada A32 è necessario provvedere alle modifiche degli impianti elettrici e speciali degli svincoli e delle aree pertinenziali, nonché a tutte le opere necessarie alla predisposizione per futuri ampliamenti.

- Impianti elettrici: nell'ambito dei lavori di costruzione del nuovo svincolo della Maddalena sull'Autostrada A32 è necessario provvedere alla costruzione di un nuovo impianto di illuminazione pubblica a servizio delle nuove rampe di salita e discesa e delle zone di collegamento alla viabilità esistente, nella zona comunale di Chiomonte;
- Cantierizzazione: nell'ambito dei lavori di costruzione del nuovo svincolo della Maddalena sull'Autostrada A32 è necessario provvedere alla costruzione di tutti gli impianti elettrici a servizio temporanei del cantiere (fanno parte degli impianti di cantierizzazione, l'illuminazione e la forza motrice a servizio del cantiere e di tutte le lavorazioni da eseguirsi al suo interno);
- Security: nell'ambito dei lavori di costruzione del nuovo svincolo della Maddalena sull'Autostrada A32 è necessario provvedere alla costruzione di tutti gli impianti elettrici e speciali temporanei a servizio delle forze dell'ordine presenti nelle aree in oggetto (fanno parte degli impianti di security l'illuminazione, la TVCC di protezione e l'approvvigionamento acqua delle strade di sicurezza).

Per il dimensionamento, la descrizione e i criteri di scelta dei suddetti impianti si rimanda integralmente alle specifiche relazioni di calcolo, mentre per quanto concerne le caratteristiche tecniche delle apparecchiature e dei materiali previsti, si rimanda alle prescrizioni contenute nel presente documento.

31.2 Inclusioni

31.2.1 Premessa

Le prescrizioni riportate nel Capitolato non dovranno essere in alcun caso considerate limitative al corretto espletamento dell'oggetto di fornitura.

Il Capitolato integra ma non sostituisce tutti i requisiti di Legge che possono essere di più rigorosa applicazione.

Vengono inoltre richiamati i disegni, gli schemi e le prescrizioni tecniche alle quali attenersi nella costruzione ed esecuzione dei lavori.

In caso di assenza o di insufficienza della normativa applicabile, apposite procedure dovranno essere concordate preventivamente con la Direzione Lavori.

31.2.2 Inclusioni

I lavori da effettuare nell'ambito dell'appalto riguardano la realizzazione di opere impiantistiche e civili, finalizzate alla realizzazione degli impianti, così come definite negli allegati e all'interno delle relazioni specialistiche di ciascuna parte d'opera (Interferenze, Impianti elettrici, cantierizzazione e Security, cfr. elaborati).

I lavori comprendono la fornitura, la posa in opera e la messa in servizio delle apparecchiature e dei componenti impiantistici e delle annesse e correlate opere civili, come sinteticamente elencato all'interno del presente documento.

Fanno parte integrante del progetto:

- Per le interferenze: cavi in fibra ottica, cavi in media tensione, cavi in bassa tensione, giunti, apparecchiature da interno armadio rack, vie cavi e quanto necessario a rendere l'opera funzionale e funzionante;

- Per gli impianti elettrici: quadri elettrici, cavi ed accessori di distribuzione in media e in bassa tensione, impianti di messa a terra; cavi in bassa tensione, giunti, vie cavi, pali, armature stradali, vie cavi interrato, basamenti, pozzetti e quanto necessario a rendere l'opera funzionale e funzionante;
- Per la cantierizzazione: cabina elettrica, impianti di servizio nella cabina elettrica/locale tecnico (luce, prese, climatizzazione, ecc.)trasformatore MT/BT, quadri elettrici in BT ed MT, cavi ed accessori di distribuzione in media e in bassa tensione, impianti di messa a terra; cavi in bassa tensione, giunti, vie cavi, basamenti, pozzetti e quanto necessario a rendere l'opera funzionale e funzionante;
- Per gli impianti di security: quadri elettrici, cavi ed accessori di distribuzione in bassa tensione, impianti di messa a terra; cavi in bassa tensione, giunti, vie cavi, pali, armature stradali, vie cavi interrato, telecamere, fibre ottiche e cavi UTP, gruppo di pressurizzazione, condotte, idranti, basamenti, pozzetti e quanto necessario a rendere l'opera funzionale e funzionante;
- L'Appaltatore provvederà a propria cura e spese a richiedere ed acquisire dagli Enti competenti tutte le autorizzazioni, nulla osta, permessi, concessioni, licenze eventualmente necessari alla realizzazione dell'opera che la Committente non avesse ancora ottenuto, anche per quanto concerne le opere di cantierizzazione (viabilità provvisoria, campi, cantieri, ecc.).

31.3 Norme e leggi di riferimento

Il presente paragrafo contiene l'elenco delle Leggi, Norme, Decreti e atti ufficiali in genere, a cui l'Appaltatore dovrà attenersi nella realizzazione dei lavori.

Le Norme e gli atti ufficiali dovranno essere considerati nell'ultima revisione e/o modifica e/o sostituzione emessa all'atto della stipula dell'appalto; ciò anche se i documenti elencati fanno riferimento ad edizioni precedenti.

In ogni caso gli impianti dovranno essere rispondenti a tutte le Norme e Leggi vigenti. Tutti gli oneri derivanti dall'ottemperanza a dette Norme e Leggi saranno a carico dell'Appaltatore.

Per le apparecchiature e le macchine elettriche comprese nella fornitura sono valide le Norme italiane CEI ed internazionali IEC. Per forniture di provenienza estera, il fornitore specificherà le norme vigenti nei Paesi di origine alle quali l'apparecchiatura è conforme.

Si ribadisce che:

- gli impianti dovranno essere realizzati a regola d'arte, giusta prescrizione della Legge 186 del 1 marzo 1968;
- le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, dovranno corrispondere alle norme di Legge e di Regolamento vigenti alla data di presentazione del progetto esecutivo con particolare riguardo alle Norme CEI aventi riscontro applicativo e di seguito richiamate.

31.3.1 Leggi e Decreti

- D.M. 12-09-59 "Attribuzione dei compiti e determinazione delle modalità e delle documentazioni relative all'esercizio delle verifiche e dei controlli previste dalle norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro"
- Legge 01-03-68 n.186 "Disposizioni concernenti la produzione dei materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed affini"

- Legge 18-10-77 n.791 “Attuazione della direttiva del Consiglio della Comunità Europea (n.72/73/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che dovrà possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione”
- D.P.R. 29-09-82 n.577 “Approvazione del Regolamento concernente l'espletamento dei servizi di prevenzione incendi”
- D.P.R. 16-05-89 n.246 “Norme di sicurezza antincendio. Art.5 – impianti elettrici”
- Legge 05-03-99 n.46 “Norme per la sicurezza degli impianti” per le parti non superate da successive normative aventi carattere di Legge
- D.P.C.M. 01-03-91 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno”
- D.P.R. 06-12-91 n.447 “Regolamento di attuazione della Legge 5 Marzo 1990 n.46 in materia di sicurezza degli impianti” per le parti non superate da successive normative aventi carattere di Legge
- D.L. 04-12-92 n.476 “Inquinamento elettromagnetico. Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 Maggio 1989, in materia di riavvicinamento della legislazione degli stati membri, relativa alla compatibilità elettromagnetica (EMC) modificata dalla direttiva 92/31/CEE del consiglio del 24 Aprile 1992”
- D.P.R. 18-04-94 n.392 “Regolamento recante la disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza”
- D.L. 03-04-95 n.101 “Norme urgenti in materia di lavori pubblici. Applicazione della Legge 11 Febbraio 1994 n.109”
- Legge 16-10-95 n.447 “Legge quadro sull'inquinamento acustico”
- D.P.C.M. 14-11-97 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”
- D.P.R. 12-01-98 n.37 “Regolamento recante disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi a norma dell'art.20, comma 8, della Legge 15 Marzo 1997, n.59”
- D.P.R. 22-10-01 n.462 “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”
- D.Lgs. 12-04-2006 n.163 “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture, in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”
- Decreto 22-01-08 n.37 “Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 02.12.2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici”
- D.Lgs 09-04-2008 n.81 “Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro”
- D.Lgs 03-08-2009 n.106 “Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

31.3.2 Norme Italiane ed Europee

- Norma CEI 0-2 (anno 2002, fasc.6578) “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”
- Norma CEI 0-16 (anno 2008, fasc.9404) “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”
- Norma CEI 0-16;V2 (anno 2009, fasc.9736) “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica; foglio di interpretazione F1”

- Norma CEI 0-21 (anno 2011, fasc.11666) "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica"
- Norma CEI 3-14 (anno 2005 fasc. 7567) "Segni grafici per schemi. Parte 2: Elementi dei segni grafici, segni grafici distintivi ed altri segni di uso generale"
- Norma CEI 3-23 (anno 2005 fasc. 7576) "Segni grafici per schemi elettrici. Parte 11: schemi e piani d'installazione architettonici e topografici"
- Norma CEI 17-13/2 (anno 2000, fasc.5863) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre"
- Norma CEI 17-13/2; V1 (anno 2006, fasc.8452) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre. Variante 1"
- Norma CEI 17-13/3 (anno 1997, fasc.3445 C) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso"
- Norma CEI 17-13/3;V1 (anno 2001, fasc.6230) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso. Variante 1"
- Norma CEI 20-13 (anno 2011, fasc. 11633) "Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV"
- Norma CEI 64-8/1 (anno 2007, fasc. 8608) "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali"
- Norma CEI 64-8/2 (anno 2007, fasc. 8609) "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 2: Definizioni"
- Norma CEI 64-8/3 (anno 2007, fasc. 8610) "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 3: Caratteristiche generali"
- Norma CEI 64-8/4 (anno 2007, fasc. 8611) "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza"
- Norma CEI 64-8/5 (anno 2007, fasc. 8612) "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici"
- Norma CEI 64-8/6 (anno 2007, fasc. 8613) "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 6: Verifiche"
- Norma CEI 64-8/7 (anno 2007, fasc. 8614) "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari"
- Norma CEI 64-8;V1 (anno 2008, fasc. 9490) "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Variante V1"
- Norma CEI 64-8;V2 (anno 2009, fasc. 9826) "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Variante V2"

- Norma CEI 64-8;V3 (anno 2011, fasc. 11062) “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Variante V3”
- Norma CEI 65-39 (anno 2010, fasc. 10202 “Controllori programmabili. Parte 2: Specificazioni e prove delle apparecchiature”
- Norma CEI 70-1 (anno 1997, fasc. 3227 C) “Grado di protezione degli involucri (codice IP)”
- Norma CEI 70-1; V1 (anno 2000, fasc. 5682) “Grado di protezione degli involucri (codice IP). Variante 1”
- Norma CEI 81-3 (anno 1999, fasc. 5180) “Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico”
- Norma CEI 81-10/1 (anno 2006, fasc. 8226) “Protezione contro i fulmini. Principi generali”
- Norma CEI 81-10;V1 (anno 2008, fasc. 9491) “Protezione contro i fulmini. Variante V1”
- Norma CEI 81-10/2 (anno 2006, fasc. 8227) “Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio”
- Norma CEI 81-10/3 (anno 2006, fasc. 8228) “Protezione contro i fulmini. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone”
- Norma CEI 81-10/3;V1 (anno 2009, fasc. 9882) “Protezione contro i fulmini. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone. Variante V1”
- Norma CEI 81-10/4 (anno 2006, fasc. 8229) “Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture”
- Norma CEI-UNEL 35024/1 (anno 1997, fasc.3516) “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerica o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”
- Norma CEI-UNEL 35026 (anno 2000, fasc.5777) “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerica o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata”
- Norma UNI EN 1838 (anno 2000) “Applicazione dell'illuminotecnica. Illuminazione di emergenza”
- Norma UNI EN 11222 (anno 2010) “Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo”
- Norma UNI EN 12464-1 (anno 2011) “Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro in interni”
- Norma UNI 11248:2007 “Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche”;
- Norma UNI EN 13201-3:2004 “Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali”;
- Norma UNI 11095:2011 “Luce e illuminazione - Illuminazione delle gallerie stradali”;
- Norma UNI 11431:2011 “Luce e illuminazione – Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso.

31.3.3 Direttive, circolari e prescrizioni

- Circolare ANAS Ente Nazionale per le Strade 08-09-99 n.7735 “Direttive per la sicurezza della circolazione nella galleria stradali”
- Circolare ANAS Ente Nazionale per le Strade del 2009 “Linee guida per la progettazione della sicurezza nella galleria stradali”

- Circolare Ministero dei LL.PP. 06-12-99 n.7938 “Sicurezza della circolazione nella galleria stradali con particolare riferimento ai veicoli che trasportano materiali pericolosi”
- Direttiva 73/23/CEE (modif. 93/68) “Sicurezza dei prodotti elettrici (direttiva BT)”
- Direttiva 89/336/CEE (modif. 92/31 – modif. 93/68) “Compatibilità elettromagnetica”
- Delibera AEEG n.246/06 “Modifiche al testo integrato della qualità dei servizi elettrici di cui all'allegato A alla deliberazione 30.01.2004 n.4/04 e successive modificazioni”.
-

31.4 Materiali e tecniche di installazione

Per il montaggio degli impianti elettrici dovranno essere impiegate attrezzature adeguate ed appropriate.

Dovrà essere particolarmente curato, oltre all'aspetto generale dei lavori, l'accesso per la manutenzione e l'esercizio delle apparecchiature, l'ordinata disposizione dei cavi nelle relative canalizzazioni e la loro marcatura.

Eventuali varianti nella sistemazione delle apparecchiature nella cabina elettrica/locale tecnico, e/o nel cantiere e/o nelle rampe di svincolo e/o nei cassoni del viadotto, conseguenti a necessità programmatiche e/o soluzioni migliorative, dovranno essere concordate con la D.L.

Tutte le apparecchiature dovranno riportare una targhetta con un codice di identificazione da definire con la D.L.

Il tipo di targhetta e il modo di fissaggio dovrà essere concordato con la D.L.

Durante i lavori di installazione dovranno essere adottate precauzioni e tecniche di pulizia in modo che polveri, lubrificanti, limature, sporcizia, grassi ed altri corpi estranei non entrino nelle apparecchiature elettriche, macchine ecc., e rimangano sulle stesse depositate.

31.5 Alimentazione elettrica

31.5.1 Installazione quadri ed apparecchiature

31.5.1.1 Quadri MT e BT

I quadri MT e BT dovranno essere, di norma, forniti pre-assiati con tutti i componenti di potenza, controllo, comando e segnalazione, pre-montati in officina.

Quando ciò non fosse possibile, per particolari esigenze di trasporto, potranno essere forniti in sezioni (pannelli) separati.

Le sezioni staccate di uno stesso quadro dovranno essere accoppiate fra loro a mezzo bulloni e fissate al telaio di base. Il telaio dovrà essere provvisto di un opportuno angolare per il supporto predisposto nel pavimento della cabina.

I collegamenti sbarre e ausiliari tra la diverse sezioni dovranno essere ripristinati secondo gli schemi e le raccomandazioni del Costruttore.

Le connessioni delle sbarre di terra dovranno essere eseguite verificando la continuità fra le varie sezioni.

Le apparecchiature e gli strumenti spediti separatamente dovranno essere installati nei rispettivi alloggiamenti.

Dovranno, inoltre, essere eseguiti i necessari collegamenti secondo gli schemi e le indicazioni del fornitore; ciò anche al fine della validità del certificato di conformità del Costruttore.

I quadri dovranno essere completi di telaio di base (o di fondo) con i fori predisposti per il fissaggio a pavimento (o a parete).

Il contro telaio di base dei quadri fissati a pavimento dovrà essere previsto quando il pavimento non è perfettamente in piano o quando il quadro è posizionato sopra cunicoli di dimensioni superiori alla profondità del quadro stesso.

Il contro telaio dovrà essere costruito dall'Appaltatore rispettando le dimensioni e forature previste sulla base del quadro e impiegando profilati in acciaio zincato a caldo.

L'installazione del contro telaio o del quadro, dovrà essere eseguita dopo aver verificato la rispondenza delle feritoie praticate nelle solette o le dimensioni dei cunicoli.

I quadri con fissaggio a parete dovranno essere installati su appositi telai o profilati.

31.5.1.2 Apparecchiature ausiliarie, strumenti e sensori

Le strutture di sostegno delle apparecchiature ausiliarie, strumenti e sensori, dovranno essere costruite secondo i dettagli tipici di montaggio o le indicazioni sui disegni o manuali di installazione dei Costruttori.

In ogni caso ogni apparecchio ausiliario dovrà essere installato su apposito telaio in profilati d'acciaio zincato o inox, se richiesti da progetto, ed in modo tale da consentire un comodo accesso per la manutenzione.

Gli apparecchi ausiliari quali cassette morsettiere, pulsantiere, pannelli di comando, ecc. dovranno essere adeguatamente ancorati alle strutture portanti, alle pareti, alle solette, ecc. nelle zone indicate dal progetto o secondo le indicazioni della D.L.

I punti d'installazione dovranno essere facilmente accessibili per facilitare le operazioni di manutenzione e dovranno non interferire o subire danni durante l'esercizio o la normale manutenzione degli altri equipaggiamenti.

31.5.2 Quadri MT

Quadri di distribuzione, tipo PROTETTO, costruiti e provati in fabbrica in conformità alle Norme CEI 17-6 ed alle disposizioni Ente Distributore

Denominazione	Caratteristiche
Installazione all'interno	addossato a parete. Accessibile solo dal fronte
Protezione sul fronte all'arco interno	15 kV
Tensione nominale (Ue)	15 kV
Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1	50 kV (val. eff.)

minuto, tra le fasi e verso massa	
Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1 minuto tra i contatti aperti dei sezionatori (sulla distanza di sezionamento)	60 kV (val. eff.)
Livello di isolamento nominale	
Tensione di tenuta all'impulso atmosferico verso terra e tra le fasi	125 kV (val. di picco)
Tensione di tenuta ad impulso tra i contatti aperti dei sezionatori (sulla distanza di sezionamento)	145 kV (val. di picco)
Frequenza nominale	50 Hz
Corrente nominale delle sbarre	630 A
Corrente nominale derivazioni	≥ 200 A
Sbarre e trattamento superficiale	Rame nudo superfici rinvigite
Corrente di c.to c.to simmetrica / di breve durata per 1s	12,5 kA / $I_{cw} \geq 12,5$ kA
Valore di cresta della corrente ammissibile di breve durata per le sbarre e per le derivazioni	31,5 kA
Corrente di breve durata per 1s valore efficace	$> 12,5$ kA
Numero delle fasi	3
Struttura metallica di tipo autoportante	in acciaio elettrozincato
Grado di protezione del quadro involucro esterno	$\geq IP3X$
Grado di protez. (a porte aperte)	$\geq IP2XC$
Criteri di protezione contro i contatti diretti e segregazioni	Pannelli situati su ogni lato del gruppo di scomparti
	Diaframmi e divisori metallici fra i diversi scomparti
	Otturatori fra le parti in tensione e non, durante gli interventi di manutenzione
Isolamento	Connessioni protette con rivestimento siliconico, isolate in aria
	Isolatori in resina epossidica
	Diffusori di campo elettrico metallici o in silicone bicomponente
Provvedimenti costruttivi contro l'incendio	Impiego di materiali isolanti con caratteristiche di autoestinguenza
	Diaframmi e carpenteria esclusivamente metallici
Sicurezza per gli operatori	mediante semplici e robusti interblocchi meccanici che impediscono l'accesso

Tensione circuiti ausiliari	230V 50Hz
Corrente di corto circuito alimentazione circuiti ausiliari I_{cn}	15kA
Sezione massima dei cavi unipolari in arrivo	95 mm ² per arrivo linea e 50mm ² per i trasformatori
Tipo del cavo	RG7H1R 18/30kV
Terminali quadro	Spazio per l'allestimento di tre terminali unipolari

31.5.2.1 Interruttori in SF6

Gli interruttori in esafluoruro di zolfo dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Esecuzione interruttori SF6 rimovibile installato su carrello
- Tensione nominale (U_e) 24 kV
- Tensione di funzionamento (U_b) 15kV
- Corrente nominale 630 A
- Potere di stabilimento 31,5kA
- Corrente nom. di breve durata 1s efficace $\geq 12,5kA$
- Meccanismo di comando manuale e motorizzato
- Comando ad accumulo di energia
- Caricamolle manuale con contatto di segnalaz.
- Possibilità di apertura e chiusura manuale
- Comando elettrico d'apertura e chiusura a distanza
- Blocco a chiave estraibile ad interruttore aperto
- Motore caricamolle 230V 50Hz $\pm 10\%$
- Sganciatore di chiusura 230V 50Hz $\pm 10\%$
- Sganciatore di apertura con contatti aux. 230V 50Hz $\pm 10\%$
- sistema antipompaggio
- Spine e prese per i circuiti ausiliari
- Contatti aux da cablare a morsettiera 3NA+3NC
- Pressostato e contatti di pressione bassa e insufficiente
- Contamanovre per conteggio complessivo dei cicli di apertura e chiusura
- Manipolatore Apre-Chiude sul cassoncino aux.
- Carrello di scorrimento su ruote
- N.3 riduttori di corrente accorpati (o separati) atti ad alimentare il relé di max corrente elettronico di protezione montato sul comando con classe e fattore limite di precisione adeguata alla protezione;
- N.1 sganciatore a microprocessore di protezione di massima corrente;
- Gli sganciatori, per l'arrivo linea, dovranno essere conformi alla CEI 0-16

31.5.2.2 Relé di protezione arrivo linea e partenza

Per le protezioni di massima corrente o elettriche più in generale dovranno essere impiegati relé di protezione a microprocessore del tipo indiretto abbinati a trasformatori di corrente a cavo passante con prestazioni adeguate all'impiego ed anche a trasformatori di tipo toroidale per protezioni omopolari.

Per quanto riguarda lo scomparto interruttore generale di arrivo Ente Distributore, il relé di protezione ed i relativi riduttori dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla Norma CEI 0-16 e successive varianti.

Le protezioni dovranno consentire un'ampia gamma di tarature sia a tempo dipendente che a ritardo fisso preimpostato, per ottenere un buon livello di selettività cronometrica e amperometrica. Inoltre dovranno poter essere interconnessi ed opportunamente programmati al fine di ottenere la selettività logica forzando il blocco della protezione a monte per un breve periodo quando il guasto viene rilevato anche dalla protezione a valle.

I relé dovranno essere dotati di display per la lettura delle misure e per la visualizzazione degli eventi (sganci, valori massimi, allarmi, ecc); dovranno, inoltre essere dotati di porta seriale tipo RS485 per la connessione ad un sistema bus per interfacciamento impianto di supervisione.

Per la protezione contro i guasti a terra, devono essere previsti dispositivi sia per l'attuale sistema con neutro isolato sia per quello a terra tramite impedenza che potrebbe essere adottato in futuro.

Dovranno, quindi, essere previsti:

- TV collegati a "triangolo aperto" e toroidi per le protezioni direzionali di terra sugli arrivi linea con sistema a neutro isolato;
- Toroidi sulle partenze per la protezione di terra con sistema a neutro a terra tramite impedenza, e relé con la funzione di 50, 51N (e 67 N in combinazione con TV a triangolo aperto). Da notare che la funzione 67 N non è allo stato attuale dell'impianto necessaria, comunque scegliendo i relé attualmente in commercio con tutte le funzioni sopra si predispose il sistema per eventuali cambiamenti d'assetto.

31.5.2.3 Relé di protezione contro i guasti a terra lato BT

Sul conduttore di messa a terra del centro stella del secondario dei trasformatori dovrà essere inserito un TA per rilevare la corrente di guasto a terra lato BT. In particolare la funzione del TA e del relé ad esso associato, è quella di proteggere il tratto di circuito che va dai morsetti secondari del trasformatore a quelli d'ingresso dell'interruttore di arrivo linea lato BT.

Il relé di protezione (funzione 51N), deve essere posizionato sul pannello di MT in quanto in caso di guasto solo aprendo l'interruttore di MT si può proteggere il circuito; con tale evento il corrispondente arrivo linea lato BT viene comandato in apertura per "trascinamento".

Il relé deve essere dotato di una soglia d'allarme che segnali la dispersione a terra prima che la corrente di guasto raggiunga il valore della soglia d'intervento.

Caratteristiche principali:

- Tensione aux d'alimentazione 230V 50Hz
- Ripristino manuale
- Regolazione amperometrici 5 – 100A
- Temporizzazione soglia d'allarme 0,5 – 2 s
- Soglia d'intervento senza ritardo intenzionale

- Contatti in commutazione n.2
- Portata contatti 5 A
- Potere d'interr. per 230V 50Hz cos ϕ 0,4 5 A
- Pulsante di test si
- Pulsante di reset si
- Segnalazioni luminose: nr.1 presenza tensione ausiliaria
- nr.1 intervento
- nr.1 soglia d'allarme

31.5.2.4 Trasformatori di misura

Trasformatori di corrente (TA) per misure e protezioni:

- Isolamento a secco in resina epossidica
- Frequenza nominale 50Hz
- Corrente di c.to c.to simmetrica trifase del sistema 12,5kA
- Tensione di riferimento per l'isolamento 24kV
- Tensione di prova a frequenza industr. per 1min. 50kV
- Tensione di prova ad impulsi 1,2/50 μ s 125kV
- Corrente nominale secondaria I_{sn} 1 A
- Corrente nominale primaria I_{pn} vedere sotto
- Corrente nominale termica di c.to c.to per 1s (I_{th}) $100I_n$ (*)
- Sovraccaricabilità permanente 120% I_{pn}
- Classe di precisione vedi sotto
- Fattore di sicurezza (F_s) per misure vedi sotto
- Esenti di scariche parziali secondo IEC 44 - 4

(*) Corrente nominale termica di c.to c.to.: è il più elevato valore efficace della corrente primaria che il TA può sopportare per un secondo, con il secondario in corto circuito, può sopportare senza che alcuna delle sue parti subisca danni permanenti.

Le caratteristiche termiche e dinamiche devono essere commisurate all'intensità e alla durata delle correnti di corto circuito nel punto d'installazione.

Il tempo di eliminazione dei guasti per corto circuito sono quelli richiesti dall'Ente Distributore.

La collocazione dei TA e dei TV deve consentire, senza che ciò comporti un pericolo per l'operatore:

- La lettura della targa di almeno uno dei trasformatori tra loro uguali;
- La verifica delle connessioni secondarie;
- L'esecuzione sul posto delle verifiche e delle prove tramite apposite morsettiere.

Ogni quadro è equipaggiato con unico interruttore quale protezione generale e dell'unico trasformatore alimentato.

I trasformatori di misura per le protezioni dovranno essere definiti sulla base delle Norme CEI 0-16.

31.5.2.5 Trasformatori di tensione

- Isolamento a secco in resina epossidica
- Frequenza nominale 50Hz
- Tensione di riferimento per l'isolamento 24kV
- Tensione di prova a frequenza ind. per 1min. 50kV
- Tensione di prova ad impulsi 1,2/50 125kV
- Fattore di tensione (Ft) (CEI 0-16 pos. 7.1) 1,3 U_n inseriti tra le fasi
- 1,9 U_n x 8 h tra fase e neutro
- Sovraccaricabilità transitoria ($1''$) 2 V_n (CEI 0-16 pos. 7.1)
- Tensione nominale primaria (V_{pn}) 20: $\sqrt{3}$ V 1° e 2° secondario
- Tensione nominale secondaria 100: $\sqrt{3}$ V 1° e 2° secondario
- Prestazione 50VA
- Classe di precisione 0,5 per misure e 6P
- Esenti di scariche parziali secondo IEC 44-4

31.5.2.6 Trasformatore di corrente a cavo passante per correnti di guasto a terra

- Installazione interna
- Tipo da montare su cavo
- Isolamento a secco in resina
- Impiego rilevazione corrente di terra
- Corrente primaria 100 A
- Corrente nominale secondaria 1 A
- Corrente nominale termica di cto.cto($I_{th}1''$) 12,5kA
- Corrente nominale dinamica (I_{din}) 31,5 kA
- Tensione di riferimento per l'isolamento 0,6kV
- Tensione di prova a 50Hz per 1 minuto 2kV

31.5.2.7 Sovraccaricabilità dei circuiti amperometrici

Per i circuiti amperometrici omopolari la sovraccaricabilità permanente deve essere superiore o uguale a 5 I_n , quella transitoria (1s) deve essere superiore o uguale a 50 I_n .

Per i circuiti amperometrici di fase, la sovraccaricabilità permanente deve essere superiore o uguale a 3 I_n , quella transitoria (1s) deve essere superiore o uguale a 50 I_n . (Ente Distributore CEI 0-16 pos. 7.2)

31.5.2.8 *Complessi capacitivi per rilevazione presenza tensione*

Ogni sezione di quadro, compresa la risalita sbarre, dovrà essere munita di un dispositivo di segnalazione presenza tensione sulla linea in arrivo od in partenza.

Il dispositivo dovrà essere applicato a ciascuna fase, dovrà essere costituito da lampade a bassa tensione alimentate da partitori capacitivi.

Le lampade dovranno essere poste ben visibili accanto al comando manuale del sezionatore di terra e dovranno essere intercambiabili dall'esterno del quadro.

Caratteristiche generali:

- Isolatori resina epossidica con condensatori ceramici incorporati;
- Scatola di segnalazione contenente i condensatori di b.t. e presa tripolare;
- Parte mobile con spina contenente lampade al neon e resistenze limitatrici;
- Segnalazione efficace anche con tensione al 70% della nominale;
- Con valvole di tensione/limitatori di sovratensione.

31.5.2.9 *Analizzatore di rete*

Questi apparecchi hanno il compito di fornire tutti i principali parametri del sistema di alimentazione. Vanno installati sul cassoncino ausiliari del pannello misure dei singoli quadri.

Caratteristiche principali:

Sistema trifase (con neutro)	simmetrico - equilibrato
Tensione nominale del sistema a 3 fili	$20 : \sqrt{3}$
Frequenza nominale	50Hz
Tensione nominale sul primario e secondario dei TV	$20 : \sqrt{3} / 100 : \sqrt{3}$
Numero TV	2
Corrente nominale secondario dei TA	1A
Numero dei TA in classe 0,5	2
Trasmissione dati:	uscita seriale RS485
Protocollo di trasmissione	PROFIBUS
Contatori interni di energia	si
Display alfanumerico fluorescente a lunga vita ed alta luminosità	
Isolamento galvanico	su ingressi e uscite
Cambio scala automatico con due scale di tensione e tre di corrente	
Correzione automatica degli off-set degli amplificatori	
Funzionamento digitale con alta stabilità delle misure	
Programmabile per le misure	
Tempo di integrazione programmabile	
Norme di sicurezza:	IEC 61010, 61036, 61000, 60068

Compatibilità elettromagnetica:	EN50082-1 1992; EN50082-2 1994
Montaggio:	su profilato EN50022
Temperatura di funzionamento:	+50°C; -5°C
Alimentazione:	230V ±10%; 50Hz
Precisione:	0,25% su V e I
	0,5 sulle potenze secondo CEI EN 60688
	Classe 1 su energia secondo IEC 1036
Contatori di energia con risoluzione di 0,0001 kWh e un massimo di 99.999.999.999 kWh su seriale	

Il sistema di supervisione deve permettere la configurazione di allarmi dei diversi parametri misurati quali:

- Tensione;
- Fattore di potenza.

Ogni allarme deve poter essere programmato come segue:

- Soglia d'allarme alta e bassa per la tensione e bassa per il fattore di potenza;
- Ampiezza dell'isteresi;
- Temporizzazione del ritardo dell'intervento.

31.5.2.10 Sbarre e connessioni

Le sbarre principali e le sbarre di derivazione dovranno essere realizzate in piatto di rame.

Il sistema di sbarre dovrà essere dimensionato per sopportare le correnti di corto circuito, (limite termico per 1 secondo / dinamico di cresta), riportate in precedenza.

31.5.2.11 Isolamento e materiali isolanti

Le connessioni dovranno essere protette con rivestimento siliconico, isolate in aria.

I criteri di progettazione delle parti isolanti dovranno garantire la resistenza all'inquinamento ed all'invecchiamento.

Tutti i materiali isolanti impiegati nella costruzione del quadro dovranno essere di tipo autoestinguente ed inoltre dovranno essere scelti con particolare riguardo alle caratteristiche di resistenza alla scarica superficiale ed alla traccia.

31.5.2.12 Messa a terra

Tutte le parti metalliche, i sezionatori di terra ed i secondari dei trasformatori di misura dovranno essere allacciati mediante conduttori ad una sbarra collettore di rame disposta lungo

tutto il quadro. Tale sbarra dovrà essere allacciata al sistema di terra generale dell'impianto e dovrà essere dimensionata secondo quanto prescritto dalle Norme CEI EN 62271-200.

Tutti i conduttori di terra dovranno avere guaina giallo-verde e dovranno essere dimensionati per la corrente di breve durata ammissibile prevista per il quadro senza che si generino sollecitazioni termiche tali da deteriorare gli isolanti e la conformazione stessa dei conduttori e che possano resistere agli sforzi elettromeccanici senza subire deformazioni permanenti o manifestare rotture.

Per le porte incernierate e le serrande, l'interconnessione con la carpenteria, o direttamente con la barra di terra, dovrà essere realizzata mediante conduttori flessibili di sezione minima pari a 16 mm².

La barra di terra del quadro dovrà essere provvista di opportuni attacchi per il collegamento intermedio di tutti i moduli e di attacchi di estremità per il collegamento ai collettori di terra più prossimi.

31.5.2.13 Interblocchi di sicurezza

Il quadro dovrà essere dotato di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che possano compromettere oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio ed alla manutenzione dell'impianto.

Sullo schema unifilare sono riportati, solo indicativamente, i blocchi a chiave. Il Costruttore può, in alternativa, proporre il proprio standard purché garantisca la sicurezza operativa.

In particolare dovranno essere previsti almeno i seguenti interblocchi meccanici atti a realizzare, come minimo quanto segue:

- Apertura e chiusura del sezionatore di linea solo quando l'interruttore è aperto;
- Chiusura ed apertura del sezionatore di terra solo quando il sezionatore di linea è aperto;
- Apertura delle portelle di accesso ai terminali solo quando i relativi sezionatori di terra sono chiusi su terra;
- Apertura dei sezionatori di terra solo quando sono chiuse le relative portelle di accesso;
- Accesso alla cella trasformatore solo quando il sezionatore di terra del relativo pannello è in posizione di chiuso.

31.5.2.14 Verniciatura

La struttura metallica delle porte esterne degli scomparti dovranno essere opportunamente trattate e verniciate in modo da offrire una ottima resistenza all'usura secondo il seguente ciclo:

- pre-sgrassatura e sgrassatura alcalina tensioattiva calda (60/70°C)
- doppio lavaggio
- attivazione
- fosfatazione

- lavaggio
- passivazione
- essiccazione
- verniciatura elettrostatica a polvere 180°C tipo epossipoliestere spessore 60 μ (-0+20) film secco, mano a finire gofrato.

Lo spessore minimo della finitura dovrà essere di 50 μ m.

Il grado di protezione dovrà essere pari a circa 8 corrispondente al grado Re2 della scala europea del grado di arrugginimento (SVENK STANDARD SIS 185111) nell'arco di 5 anni.

Le superfici verniciate dovranno superare la prova di aderenza secondo le norme DIN. 53.151.

31.5.2.15 Resistenze anticondensa

Ogni scomparto di quadro dovrà essere munito di una o più resistenze anticondensa autoregolanti.

31.5.2.16 Visibilità dall'esterno

Le celle dovranno essere munite di armature per illuminazione, complete di lampade ad incandescenza che si accenderanno dall'esterno a mezzo di interruttori predisposti nell'involucro esterno del quadro. La sostituzione delle lampade contenute nelle celle potrà essere eseguita senza rimuovere parti di altri circuiti.

31.5.2.17 Varie

Ogni quadro dovrà essere completo di tutti gli apparecchi di protezione, misura, comando e segnalazione indicati e necessari per renderlo pronto al funzionamento.

Il quadro, inoltre, dovrà essere completo dei seguenti accessori:

- targhette in plexiglass bianche con incisioni in nero;
- targhe di pericolo;
- golfari di sollevamento;
- serie di leve e di attrezzi speciali;
- vernice per ritocchi (barattolo di 1kg);
- carrello per la movimentazione dell'interruttore;
- n.3 portalampe per parti di ricambio di primo impiego;
- n.10 lampade di segnalazione e 2 d'illuminazione interna per parti di ricambio di primo impiego;
- n. 3 fusibili ausiliari per ogni tipo e corrente nominale installato per parti di ricambio di primo impiego.

31.5.2.18 Cavetteria e circuiti ausiliari

All'interno di ciascuna cella ausiliari di BT, dovrà essere prevista una morsettiera terminale alla quale faranno capo i circuiti di misura e di protezione (secondari dei TA e dei TV) ed i circuiti di comando e segnalazione relativi alle apparecchiature installate nello scomparto.

La morsettiera dovrà essere costituita da morsetti componibili in melamina e dovrà avere una numerazione progressiva.

I singoli morsetti dovranno essere con fissaggio a vite del tipo antivibrante, a ricevere conduttori delle seguenti sezioni:

- fino a 6 mmq per i circuiti voltmetrici, delle alimentazioni ausiliarie. ecc
- fino a 10 mmq per i circuiti amperometrici

I morsetti dei circuiti voltmetrici dovranno essere del tipo sezionabile; quelli dei circuiti amperometrici del tipo sezionabile-cortocircuitabile.

Le morsettiere destinate ai collegamenti con cavi esterni al quadro dovranno essere proporzionate per consentire il fissaggio di un solo conduttore a ciascun morsetto. Dovrà inoltre essere previsto un numero di morsetti aggiuntivi di numero pari al 5% di morsetti utilizzati, con un minimo di 5 unità.

I circuiti ausiliari dovranno essere eseguiti mediante cavi e/o conduttori aventi le seguenti caratteristiche:

- Avere conduttori flessibili in rame con sezione:
- non inferiore a 1,5 mm² per i circuiti normali (comunque di sezione tale da non causare cadute di tensione superiori del 3% del valore nominale nei casi di solenoidi, resistenze, ecc.);
- non inferiore a 2,5 mm² per i circuiti di misura voltmetrici ed amperometrici;
- non inferiore a 4 mm² per l'alimentazione delle resistenze anticondensa.

La sezione dei conduttori per i circuiti di protezione alimentati da TA e TV dovrà essere comunque adatta alle condizioni precedentemente descritte.

- Avere un isolamento adatto per le seguenti tensioni di esercizio:
- Eo/E 0,6/1 kV per i cavi
- Eo/E 0,45/0,75 kV per i conduttori
- Essere non propaganti l'incendio secondo le Norme CEI 20-22/2, 20-35, 20-36.

Negli eventuali attraversamenti delle lamiere metalliche di divisione i cavi e/o i conduttori dovranno avere il rivestimento isolante non direttamente a contatto con la lamiera, ed essere opportunamente protetti con materiali non metallici resistenti all'invecchiamento e non propaganti la fiamma.

Le canalette in plastica contenenti i vari conduttori di cablaggio interno agli scomparti dovranno essere di materiale autoestinguento e non dovranno essere occupate per più del 70% della loro sezione.

In corrispondenza dei terminali, che dovranno essere del tipo a pressione preisolati, i conduttori saranno corredati di contrassegni la cui siglatura dovrà corrispondere a quella riportata sugli schemi elettrici.

I conduttori di collegamento agli apparecchi montati su portelle dovranno essere raggruppati in fasci flessibili disposti, ancorati e protetti in modo tale da escludere deterioramento meccanico e sollecitazioni sui morsetti durante il movimento delle ante.

I circuiti ausiliari che attraversino le zone di media tensione, dovranno essere protetti da condotti metallici opportunamente messi a terra.

31.5.2.19 Comandi di manovra interruttore e segnalazioni locali

Sulla parte anteriore del pannello o dei moduli componenti, devono essere accessibili i seguenti dispositivi:

- Pulsanti (o manipolatori) di comando di apertura e chiusura interruttore.
- Sul fronte del pannello devono essere previste le seguenti segnalazioni:
- Led verde acceso per pannello in funzionamento corretto o Led rosso acceso per pannello con anomalia in corso;
- Segnale memorizzato di scatto generico protezione di max corrente
- Segnale memorizzato di scatto generico protezione di terra
- I Led di posizione interruttore: aperto (Led verde) e chiuso (Led rosso)

Il dispositivo di comando dell'interruttore deve:

- Emettere comandi di apertura dell'interruttore, (come conseguenza dell'attività delle protezioni); il comando di apertura deve permanere fino al ricadere dello stato logico di scatto che l'ha determinato e, comunque, per un tempo minimo di 150 ms;
- Emettere comandi di apertura intenzionali e di chiusura intenzionali dell'interruttore per effetto dell'azione sui pulsanti di comando manuale posti sul fronte del pannello; il comando deve permanere per un tempo minimo di 150 ms.

31.5.3 Trasformatore di potenza

Il trasformatore del tipo a secco con isolamento in resina avrà le caratteristiche tecniche di seguito descritte.

31.5.3.1 Dati tecnici

- | | |
|--------------------------------|---------|
| – potenza nominale TR-FM: | 250 kVA |
| – frequenza nominale: | 50 Hz |
| – tensione secondaria a vuoto: | 400 V |

-
- collegamento fasi primarie: triangolo
 - collegamento fasi secondarie: stella con neutro accessibile
 - gruppo: Dyn11
 - avvolgimenti: alluminio
 - livello isolamento primario: 24 kV
 - sovratemperatura al primario: 100°C
 - sovratemperatura al secondario: 100°C
 - tensione di corto circuito a 75°C: 6%
 - classe di comportamento al fuoco: F1
 - classi ambientale, climatica: E2, C2
 - raffreddamento: AN
 - classe isolamento primario: F
 - classe isolamento secondario: F
 - temperatura ambiente (massima): 40°C

31.5.3.2 Accessori per trasformatori

I trasformatori saranno dotati dei normali accessori ed in particolare di:

- sonde termometriche di tipo PT100 sugli avvolgimenti
- cassetta centralizzazione ausiliari
- morsettiera per variazione della tensione primaria a 5 gradini (+/-2x2,5%)
- isolatori a spina per il collegamento lato MT
- piastre di attacco per collegamenti BT
- morsetti per la messa a terra della carcassa
- golfari di sollevamento
- rulli di scorrimento orientabili nelle direzioni longitudinali e trasversali
- targa caratteristiche

31.5.3.3 Sistema di protezioni trasformatori

I trasformatori di potenza saranno dotati di centralina di termocontrollo con visualizzazione temperatura avvolgimenti, regolazione delle soglie di allarme e di intervento, contatti di allarme e sgancio.

Le soglie di allarme della centralina di termocollimento (impostabili) saranno regolate sui seguenti livelli di intervento:

- 80°C: a disposizione
- 100°C: segnalazione di allarme
- 140°C: intervento delle protezioni di macchina

Il trasformatore sarà dotato inoltre di protezione differenziale costituita da:

- toroide inserito sul collegamento del centro stella al collettore generale di terra
- centralina di controllo con soglia di taratura regolabile fino a 10A e contatti di allarme e sgancio

Il sistema di protezione differenziale sarà escludibile mediante apposito comando a chiave.

L'intervento delle protezioni termometrica (terza soglia) e differenziale dovrà determinare quanto segue:

- comando all'apertura dell'interruttore generale MT per intervento delle protezioni termometriche di macchina
- comando all'apertura dell'interruttore generale MT per intervento delle protezioni differenziali di macchina

L'installazione delle centraline di termocollimento e differenziale è prevista all'interno di apposita custodia o direttamente all'interno del quadro generale di bassa tensione; per la comunicazione con il sistema centralizzato di controllo è in ogni caso richiesta l'installazione di apposita morsettiera, distinta da eventuali altre morsettiere di energia e di segnale, su cui è previsto il cablaggio dei morsetti di comunicazione resi disponibili dalle apparecchiature in dotazione. L'installazione del comando a chiave per l'esclusione del sistema di protezione differenziale del trasformatore è previsto sul fronte di alloggiamento della custodia di contenimento della relativa centralina di controllo o direttamente sul fronte del quadro BT.

31.5.3.4 Box contenimento trafo

La protezione contro i contatti diretti del trasformatore in resina sarà realizzata tramite box in lamiera metallica zincata di spessore 15-20/10mm e verniciata a polveri epossipoliesteri con spessore minimo 50 micron.

La dotazione minima dovrà essere la seguente:

- Grado di protezione sull'involucro metallico IP30
- Tipo di isolamento di parti attive in aria
- Accessibilità solo dal fronte
- Sicurezza garantita da interblocco a chiave
- Aerazione garantita da idonee griglie
- Normativa di riferimento CEI 17-6 fascicolo 2056 – IEC 298 17-4 fascicolo 1343 – CEI EN 60298 edizione V- CEI EN 62271-200 edizione I

31.5.4 Quadro normalizzato BT

31.5.4.1 Consistenza del quadro

La fornitura consisterà in un quadro diviso in sezioni costituite rispettivamente da colonne, realizzate secondo le prescrizioni contenute nelle norme CEI 17-13/1 e in conformità con la legislazione vigente.

Arrivo alimentazione in cavo dal basso.

Partenze in cavo dal basso.

Grado di protezione IP4X (involucro esterno).

Grado di protezione IP2X (interno).

31.5.4.2 Composizione strutture

La struttura del quadro dovrà essere realizzata mediante lamiera pressopiegata di spessore 20/10 opportunamente irrigidita. Tetto provvisto di golfari per il sollevamento, tettino di aerazione. Zoccolo in lamiera pressopiegata provvisto di apertura per il passaggio dei cavi ausiliari e di potenza. Portine anteriori in lamiera pressopiegata spessore 20/10, incernierate con chiusura a chiave triangolare. Pannelli laterali e posteriori in lamiera pressopiegata spessore 15/10 asportabili e fissati con viti.

31.5.4.3 Requisiti di sicurezza

La struttura metallica avrà una solidità tale che per intervento automatico, manovra di apparecchi, operazione di estrazione o inserzione di qualsiasi apparecchio rimovibile, non si verifichino vibrazioni capaci di provocare interventi intempestivi di apparecchi o comunque comprometterne il corretto funzionamento.

Il quadro dovrà essere costruito in modo da assicurare la sicurezza del personale sia contro i contatti diretti con le parti attive o in movimento, sia contro i contatti indiretti in qualsiasi condizione di funzionamento, di manutenzione ordinaria e durante i guasti.

Sul lato anteriore dovranno essere realizzate portelle (interruttori) incernierate da un lato, chiuse dall'altro mediante serratura ad impronta triangolare.

I pannelli di chiusura laterali e posteriori dovranno essere fissati con viti imperdibili.

Le aperture di ventilazione e di sfogo dovranno essere tali da non pregiudicare il grado di protezione e da garantire la sicurezza delle persone durante tutte le condizioni di esercizio.

31.5.4.4 Involucro

Il quadro dovrà essere a segregazione totale ad eccezione dei terminali di uscita degli interruttori.

Le segregazioni ove necessarie dovranno essere realizzate con lamiera zincata, asolata in modo da permettere l'ispezione a vista delle sbarre ed assicurare contemporaneamente una protezione IPXXB; la segregazione delle linee in partenza dovrà essere realizzata mediante robuste calotte di policarbonato trasparente o equivalente.

La carpenteria dei quadri dovrà essere di lamiera di acciaio piegata e saldata con procedimenti automatici, rinforzata mediante profilati metallici opportunamente sagomati e fissati, il tutto deve essere trattato contro la corrosione e verniciato mediante ciclo a polveri epossidiche trattate in forno; colore grigio RAL 7030 o standard costruttore.

Il pannello porta apparecchiature, dovrà avere uno spessore minimo di 20/10, dovrà essere asportabile e trattato contro la corrosione (o zincato) in alternativa può essere verniciato c.s.d., di colore grigio RAL 7030

La bulloneria dovrà essere protetta contro l'allentamento e contro l'ossidazione.

31.5.4.5 Varie

Dovrà essere possibile effettuare tutte le operazioni di manutenzione e sostituzione delle apparecchiature dal fronte.

Dove non altrimenti indicato, la taratura dei relé da considerare è quella nominale dell'interruttore.

I circuiti di potenza devono essere protetti contro le sovratensioni. Dovranno essere installati scaricatori di sovratensione per categoria 1.

Sugli interruttori di arrivo e sui congiuntori, dovranno essere installati blocchi a chiave estraibili solo ad interruttore aperto.

Per l'ingresso dei cavi di alimentazione e di uscita(dal basso) dovranno essere realizzate lamiere asportabili, fissate con viti e munite di guarnizione: nella parte inferiore del quadro le chiusure dovranno essere asportabili dall'interno; i dadi dovranno essere del tipo a gabbia.

Gli interruttori dovranno essere fissati alla lamiera di fondo imbullonata (asportabile).

Nella parte anteriore verranno fissate anche le apparecchiature ausiliarie (interruttori, portafusibili, relé, morsettiere ausiliarie e di misura, ecc.) relative allo scomparto stesso.

In prossimità della cella dei terminali di ciascuna uscita dovrà essere applicata una targhetta riportante la sigla della linea.

Su ciascuna cella dei terminali di uscita dovrà essere installato uno schermo di protezione di materiale isolante, trasparente ed autoestinguento, disposto in modo da consentire l'accesso alle sbarre. Detti schermi dovranno essere fissati con viti imperdibili.

All'interno della porta anteriore corrispondente al primo interruttore generale, dovrà essere fissata una tasca portaschema.

Dovranno essere fornite tutte le istruzioni necessarie al trasporto, alla movimentazione, alla posa ed al fissaggio dei quadri. L'involucro dovrà essere fornito di adeguati golfari di sollevamento.

Dovrà essere possibile lo spostamento a mezzo rulli per la sistemazione all'interno della cabina nella posizione stabilita.

Per la messa in opera dei quadri non dovranno essere necessarie altre opere edili all'infuori della predisposizione dei passaggi per le linee da collegare al quadro.

Il quadro dovrà essere completamente montato, collegato e messo a punto presso l'officina del Costruttore prima di essere sottoposto a prove; se, per ragioni di trasporto, dovrà essere diviso in sezioni, queste dovranno essere scelte in modo tale da agevolare l'installazione ed il ricollegamento.

31.5.4.6 Interruttori scatolari

Dovranno essere impiegati interruttori scatolati per gli arrivi ed congiuntori con correnti da 160 a 1250 A.

L'interruttore dovrà essere quadripolare, con il neutro protetto (0,5 In); sarà munito di relé a microprocessore autoalimentato, con le seguenti protezioni:

- I>: sovraccarico: regolabile da 0,4 a 1 In; con intervento ritardato a tempo lungo inverso regolabile;
- I>>: cortocircuito: regolabile da 2 a 10 In; con intervento ritardato a tempo breve inverso o indipendente regolabile;
- I>: cortocircuito: istantaneo fissa da 11x In;
- IO>: guasto verso terra: regolabile 1 x Ir ; con intervento ritardato a tempo breve inverso regolabile.

L'interruttore dovrà essere munito di sganciatore di apertura e di contatti ausiliari e di protezioni intervenute.

L'interruttore dovrà essere munito di comando a leva sporgente sulla porta della cella.

31.5.4.7 Interruttori modulari

Dove prescritto sullo schema elettrico saranno montati interruttori di tipo modulare per basse portate e tarature con Icc min 25 KA.

31.5.4.8 Interruttore generale

Esecuzione tetrapolare con attacchi anteriori/posteriori, corrente nominale come da schemi elettrici di riferimento:

- a) sganciatore elettronico di massima corrente sulle tre fasi e sul neutro, elettronico (o equivalente)

- b) comando manuale del tipo a molle precaricate con manovra ad energia accumulata e comando elettrico con motoriduttore carica-molle, contatto di segnalazione di molle cariche, contatti striscianti
- c) sganciatore di apertura con contatto di fine corsa, a lancio di corrente;
- d) segnalazione meccanica e contatti ausiliari in scambio di aperto per intervento relé di sovracorrente:
 - d1) a tempo lungo "L";
 - d2) a tempo ritardato "S";
 - d3) istantaneo "I";
- e) gruppo di contatti ausiliari di interruttore aperto-chiuso, trasformabili in NA o NC, comandabili ad interruttore nella posizione di inserito e di sezionato in prova;
- f) contatti striscianti;
- g) blocco a chiave in posizione di interruttore aperto;
- h) blocco a chiave in posizione di interruttore sezionato;
- j) mostrina con guarnizione di gomma antipolvere;
- l) serrande di protezione contro i contatti accidentali (IP2X);
- m) altri accessori necessari.

31.5.4.9 Circuiti ausiliari

Dovranno essere realizzati secondo gli schemi funzionali tipici definiti nella documentazione di progetto; il Fornitore dovrà elaborare ed integrare i disegni tipici per rendere l'insieme correttamente funzionante.

La tensione di alimentazione dovrà essere come precisata nella documentazione di progetto.

I conduttori dovranno essere del tipo N07V-K o H07V-K, salvo casi particolari da valutare secondo esigenza.

La sezione minima dei conduttori ausiliari sarà 1 mm² (1,5 mm²: per i circuiti voltmetrici e secondari di TO; 2,5 mm² secondari di "TA").

I cavi unipolari dei collegamenti agli apparecchi montati su portelle incernierate saranno raggruppati in fasci flessibili disposti, ancorati e protetti (es. con tubo flessibile di lunghezza appropriata) in modo tale da escludere deterioramento meccanico dei cavetti stessi e sollecitazioni sui morsetti.

I collegamenti dei circuiti ausiliari dovranno essere disposti entro canalette in materiale isolante autoestinguento, realizzate ed ubicate in modo da permettere la verifica e la

sostituzione dei conduttori in esse contenute con i circuiti principali in tensione; fanno eccezione i tratti direttamente connessi ai circuiti principali.

I conduttori voltmetrici, fra le sbarre ed i fusibili, dovranno essere protetti con isolamento supplementare (guaina isolante).

Le connessioni dovranno assicurare il grado di protezione IPXXB ed essere protette contro la corrosione e l'allentamento.

I conduttori dovranno essere muniti di terminale adeguato al morsetto da collegare, realizzato con attrezzatura idonea.

Non possono essere impiegati capicorda a puntale rigido.

I connettori devono essere preferibilmente del tipo irreversibile.

Il collegamento dei conduttori comuni ad entra-esce non è ammesso; i conduttori comuni dovranno essere distribuiti tramite morsetti multipli (es. Wiedmueller DK4 o equivalenti).

Ciascun conduttore dovrà essere siglato ad ogni estremità, come indicato nello schema che il Fornitore produrrà prima della costruzione del quadro. La siglatura dovrà essere permanente, imperdibile e leggibile nella posizione di osservazione.

I collegamenti fra gli scomparti dovranno essere posti in canali plastici appositi, accessibili dal fronte.

Le morsettiere dovranno essere poste nella cella ausiliari, dovranno essere siglate ed i morsetti numerati progressivamente.

Le morsettiere dovranno essere poste in modo da agevolare i collegamenti esterni ed essere facilmente accessibili.

I morsetti di misura (es. amperometrici) dovranno essere convenientemente separati fra loro per sistema e da quelli ausiliari.

Fra i morsetti adiacenti appartenenti a fasi diverse, od a circuiti a tensione diversa dovranno essere posti appositi separatori in materiale isolante.

Nei collegamenti fra le unità trasportabili, dovranno essere predisposte adeguate morsettiere di interfaccia, siglate ed indicate nei disegni.

Non è ammesso l'inserimento di più conduttori sotto lo stesso morsetto, anche nel caso di linee in parallelo.

Le morsettiere dei circuiti ausiliari dovranno essere montate su profilati DIN.

La siglatura dovrà essere permanente, imperdibile e leggibile nella posizione di osservazione.

31.5.4.10 Comandi e protezioni

I circuiti di comando e protezione sono, di norma, a lancio di corrente.

Il comando di bobine di apertura e chiusura o di motori caricamolle dovrà essere effettuato tramite relé ausiliari di caratteristiche adeguate.

31.5.4.11 Resistenze anticondensa

Dovranno essere installate adeguate resistenze anticondensa; queste dovranno essere poste nella parte inferiore dello scomparto.

L'alimentazione delle resistenze deve essere realizzata preferibilmente mediante linea preferenziale, diversa da quella dei circuiti ausiliari del quadro.

Il sistema deve essere protetto contro i cortocircuiti; l'intervento di dette protezioni deve essere segnalato ed attivare l'allarme.

31.5.4.12 Apparecchiature

Le apparecchiature dovranno essere montate come le consegna la casa costruttrice, cioè non dovranno essere assolutamente modificate.

Le apparecchiature, comprese le canaline in plastica per il contenimento dei conduttori, dovranno essere installate in modo che si possano sempre rimuovere senza ricorrere a speciali attrezzature od alla rimozione del pannello.

31.5.4.13 Sbarre e conduttori di collegamento

Le sbarre dovranno essere di rame elettrolitico a spigoli arrotondati.

Il dimensionamento termico e meccanico delle sbarre e dei suoi supporti sono di esclusiva competenza del costruttore del quadro, ed essere corrispondenti a quelle che hanno superato le prove di tipo.

Le sbarre dovranno essere disposte in modo che quella di neutro si trovi posta verso l'esterno.

Le sbarre dovranno essere siglate per fase ad ogni giunzione e derivazione.

I collegamenti fra sbarre collettrici e apparecchi potranno essere realizzati:

- a) in sbarra rigida di rame;
- b) in sbarra di rame flessibile isolata.

Dovranno essere installati supporti in prossimità degli apparecchi per evitare che i terminali di questi siano sottoposti a sollecitazioni non ammesse dal loro costruttore.

Le giunzioni e/o derivazioni delle sbarre dovranno essere conformi a quelle che hanno superato le prove di tipo.

La bulloneria utilizzata dovrà avere caratteristiche meccaniche idonee ed essere protetta contro la corrosione e contro l'allentamento.

Le giunzioni con sbarre flessibili isolate devono essere effettuate secondo le istruzioni del costruttore; particolare cura deve essere posta nella scelta del tipo e del diametro esterno delle rondelle al fine di ottenere e mantenere nel tempo un contatto corretto; in alternativa possono essere impiegate piastre di pressione di rame rigido.

31.5.4.14 Circuiti di messa a terra

Lungo tutto il quadro sarà prevista una sbarra colletttrice di terra, alla quale saranno collegate tutte le linee in partenza ed in arrivo al quadro e tutte le linee interne al quadro stesso, e cioè:

- conduttore di protezione del condotto sbarre di alimentazione;
- le singole sezioni della struttura metallica fissa;
- gli schermi mobili e i pannelli incernierati;
- gli avvolgimenti secondari dei "TA";
- tutte le parti metalliche fisse degli interruttori sezionabili o estraibili.

Essa sarà predisposta almeno in due punti per il collegamento di corde di rame di sezione fino a 150 mm² per connessione al collettore della rete di terra dell'impianto.

La messa a terra delle parti estraibili degli apparecchi di potenza sarà realizzata collegandola ai circuiti di terra a mezzo di contatti mobili; tale collegamento potrà cessare solo ad apparecchio asportato dal quadro.

I circuiti di terra interni al quadro saranno disposti in modo da rendere agevole il collegamento con gli eventuali rivestimenti metallici dei cavi e conduttori di terra incorporati nei cavi stessi.

La sbarra colletttrice di terra sarà fissata in posizione tale da non ostacolare i collegamenti dei conduttori attivi dei cavi di potenza e ausiliari.

31.5.5 Quadro di rifasamento automatico

31.5.5.1 Struttura

La struttura del quadro dovrà essere realizzata con carpenterie di serie scelte in modo tale da permettere l'installazione dei condensatori; sulle porte, che dovranno essere apribili solo dopo aver tolto tensione, dovrà essere installato un cartello monitore con l'avvertenza di non accedere al quadro prima che siano trascorsi tre minuti dal sezionamento.

I condensatori dovranno essere montati in modo che le parti in tensione siano protette contro i contatti diretti (IPXXB); gli stessi devono essere visibili o facilmente ispezionabili; gli schermi non dovranno limitare la ventilazione interna.

All'interno del quadro, sulla portella dell'interruttore generale, sarà applicata la targhetta del Costruttore riportante tutti i dati previsti dalla norma CEI 17-13/1.

Il quadro avrà i fianchi non accessibili. L'ingresso dei cavi è previsto dal basso, nella parte superiore del quadro verrà posto il ventilatore di estrazione.

Le batterie di condensatori saranno installate su appositi supporti di lamiera (cassetti) tropicalizzata, munita di ampie aperture per facilitare la ventilazione; sul fronte saranno installati i fusibili, i contattori ed i morsetti dei circuiti ausiliari.

Particolare cura dovrà essere posta nel dimensionare la ventilazione interna, nel posizionare i filtri di ingresso e le griglie di uscita dell'aria.

Il quadro sarà posto a parete accessibile solo dal fronte, addossati ai fianchi di altri quadri.

31.5.5.2 Condensatori

I condensatori dovranno essere rispondenti alla norma CEI (33-1 e 33-5) ed IEC (70-70/A) in vigore, per quanto applicabile.

I condensatori saranno del tipo rinforzato per reti con presenza di armoniche, massima tensione ammessa 1,1VN, massima corrente ammessa 1,3IN (incluse armoniche).

Saranno del tipo con dielettrico in film di propilene metallizzato, autocicatizzante, a basse perdite, impregnato con olio vegetale, in contenitore cilindrico di alluminio munito di piedino filettato per il fissaggio diretto sul supporto e di dispositivo di separazione elettrica per sovrappressione. In alternativa possono essere proposti condensatori in carta bimetallizzata con dielettrico e caratteristiche c.s..

I condensatori dovranno essere completamente esenti da PCB, PCT o prodotti comunque non biodegradabili secondo le norme CEE 76/769. Dovranno essere dotati di resistenza di scarica conforme alle norme CEI 33-1.

Le perdite nel dielettrico, alla tensione nominale, dovranno essere inferiori a 0,2 W/kVar (valore garantito da dichiarare nell'offerta).

La diminuzione della potenza rifasante dopo un anno solare di funzionamento non dovrà superare il 3% della potenza nominale.

31.5.5.3 Apparecchiature

L'interruttore di manovra-sezionatore in ingresso del quadro, od unità autonoma, dovrà essere dimensionato per una corrente maggiore o uguale a 1,5 volte quella nominale. Dovrà essere munito di contatto ausiliario (ad apertura anticipata rispetto a quella dei contatti principali) che provvederà ad aprire i circuiti di comando dei contattori in modo tale da impedirne l'apertura sotto carico; dovrà inoltre essere munito di sbarre, adeguatamente supportate, per l'allacciamento dei cavi di alimentazione e per la distribuzione interna.

Il fattore di potenza verrà controllato tramite un unico regolatore automatico a microprocessore con uscita a relé a gradini.

Il regolatore dovrà essere munito di logica di inserzione - disinserzione basata sul confronto fra potenza reattiva e capacitiva necessaria alla regolazione, tale da eliminare pericolosi pendolamenti.

Dovrà essere munito di indicatore a display per la lettura dei parametri:

- valore corrente del fattore di potenza (cosfmetro digitale);
- valori di tensione e corrente;
- regolazione del valore del fattore di potenza impostato;
- regolazione dell'impostazione del rapporto C/K;
- regolazione del carico armonico;
- microinterruttore per la selezione del comando MANUALE/AUTOMATICO;
- comando per l'inserzione/disinserzione manuale delle batterie;
- LED di segnalazione di presenza tensione ausiliaria;
- LED di segnalazione di sovratensione;
- LED di segnalazione di rifasamento insufficiente con contatto in uscita;
- LED di segnalazione delle batterie inserite;
- segnalazione di guasto e di errore;
- segnalazione ottica di ventilazione inefficiente o alta temperatura (inserimento a 40°C);
- segnalazione di stato di allarme;
- pulsante di ripristino allarmi;

- comando automatico della ventilazione;
- allarme e blocco della centralina in caso di superamento della temperatura di ca. 60°C.

Dovrà essere installato un ventilatore di raffrescamento di portata adeguata, capace di mantenere i condensatori ad una temperatura inferiore alla massima ammessa per l'esercizio normale; sulla portella frontale, dovranno essere disposti i filtri d'ingresso aria.

Ciascun gruppo di condensatori dovrà essere comandato con teleruttori tripolari in esecuzione speciale per carichi capacitivi con resistenze di precarico atte a ridurre le sovracorrenti di inserzione, calcolati in modo da garantire almeno 0,3 milioni di manovre, dotati di contatti ausiliari.

I condensatori dovranno essere protetti con una terna di fusibili NH su ogni batteria.

Il trasformatore dei circuiti ausiliari di comando e segnalazione dovrà essere ad isolamento doppio o rinforzato, costruito secondo le norme CEI 14-6.

31.5.6 Impianto di messa a terra

31.5.6.1 Materiali per impianto di messa a terra

Tutto il materiale in acciaio dovrà essere protetto contro la corrosione mediante zincatura a caldo (Norme CEI 7-6 E DIN 50976) ottenuta per immersione in bagno di zinco fuso dopo la lavorazione con spessore di zinco di $50 \div 57 \mu = 300-400 \text{ g/m}^2$ di zinco sulla singola superficie.

31.5.6.2 Dispensori verticali – Puntazze

Dispensori di acciaio ramato e accessori per il collegamento al conduttore di terra dalle seguenti caratteristiche generali:

- picchetti modulari di lunghezza pari a 1.5 m aventi sezione circolare con diametro esterno pari a 20 mm ottenuti con deposizione elettrolitica di un rivestimento di 1000 μm di rame su anima di 18 mm in acciaio (Fe 60);
- giunti a bicchiere d'ottone (OT 58) lavorato al tornio per l'unione di più picchetti a comporre dispensori verticali di lunghezza > 1.5 m;
- morsetti a U composti di piastra e contropiastra di serraggio di bronzo pieno (CuSn2 UNI 252774);
- capicorda di bronzo pieno (CuSn2 UNI 252774).

31.5.6.3 Dispensori orizzontali

Corda di rame nuda da 50 mm²

31.5.6.4 Conduttore di terra (CT)

Corda di rame isolata con guaina giallo verde da 50mm² tipo N07V-K per connettere i dispensori con i collettori di terra.

31.5.6.5 Piastre collettrici (o nodi) di terra per cabina elettrica

Materiale	Acciaio zincato galvanicamente
-----------	--------------------------------

Coperchio	In plastica antiurto
Morsetteria	Ottone nichelato
Capacità	nr. 1 conduttore $\varnothing = 8-10$ mm nr. 4 conduttori singoli fino a 16mm^2 di sezione

31.5.6.6 Punti di sezionamento per le misure e controlli della rete interrata

Punto di sezionamento alloggiato entro cassetta per installazione a vista all'esterno del fabbricato, adatto per ricevere conduttori in corda di rame isolata da 50 mm².

31.5.6.7 Conduttori di protezione

Corda di rame isolata con guaina giallo verde tipo N07V-K, in galleria tipo N07G9-K.

31.5.7 Mezzi di prevenzione e sicurezza per cabine elettriche

La cabina dovrà essere dotata di accessori, istruzioni, segnaletica, dispositivi individuali di protezione (DPI) e attrezzature di pronto soccorso, indicati di seguito e comunque di quanto richiesto da norme e prescrizioni di legge.

31.5.7.1 Cartelli segnaletici

Serie completa di cartelli di divieto e monitori in lamiera d'acciaio smaltata da affiggere sulle porte d'ingresso ed all'interno dei locali della cabina elettrica in conformità alla Norma CEI 11-1 ed al DPR 547/55.

- I segnali di pericolo, divieto, obbligo ecc., dovranno avere le seguenti caratteristiche:
- dovranno essere in materiale resistente all'aggressività dell'ambiente in cui sono esposti (agenti atmosferici, umidità, acidi, etc.) sia per quanto riguarda il supporto (che sarà quindi a seconda dei casi lamiera di alluminio o di acciaio zincato o PVC) sia per quanto riguarda le vernici; queste dovranno essere anche indelebili ed inalterabili alla luce solare;
- se in lamiera avranno spessore di almeno 0,5 mm, se in PVC di almeno 1,5 mm;
- dovranno portare oltre al simbolo (di pericolo, di divieto, di obbligo, etc.) anche la scrittura esplicativa;
- dovranno essere conformi alle vigenti disposizioni legislative relative alla segnaletica di sicurezza per tutto quanto in essa è previsto (simboli, colori, dimensioni, etc.);
- dovranno essere affissi esclusivamente mediante viti o rivetti; non saranno pertanto ammessi i tipi autoadesivi.

31.5.7.2 Lampada portatile per ogni locale

Tipo a batteria, portatile, costituita da un robusto contenitore in materiale antiurto provvisto da impugnatura e completa di:

- batterie al Ni-Cd di tipo ermetico ricaricabile e di capacità sufficiente ad assicurare un'autonomia di almeno due ore;

- lampada fluorescente da 6 W;
- dispositivi elettronici per la carica automatica e di mantenimento delle batterie e per l'alimentazione della lampada stessa;
- indicatore luminoso per segnalare la carica delle batterie;
- cavo di alimentazione scollegabile (con presa a spina) della lampada;
- adatto supporto in lamiera di acciaio verniciata, fissato a parete per il sostegno della lampada stessa.

31.5.7.3 Schema elettrico per i locali tecnici

Secondo quanto previsto dal DPR 547 del 27/04/1955 nelle officine elettriche dovrà essere esposto lo schema dell'impianto elettrico relativo.

Ciò dovrà essere fatto a cura dell'Appaltatore.

A tale scopo dovrà essere fornita una cornice con vetro (o plastificazione del disegno in alternativa al vetro) entro cui porre lo schema unifilare dei circuiti di potenza. Il fondo del quadro così ottenuto dovrà essere facilmente removibile e reinseribile onde consentire l'aggiornamento e/o la sostituzione dello schema medesimo.

31.5.7.4 Estintori

Per ogni locale della cabina dovrà essere installato un estintore a CO₂ da 5 Kg omologato classe BCF e comunque adatto per lo spegnimento di focolai in presenza di apparecchiature elettriche.

31.5.7.5 Attrezzature per il pronto soccorso

In caso d'incidente per elettrocuzione, il possibile verificarsi di fenomeni quali la fibrillazione ventricolare e la tetanizzazione muscolare, oltre a possibili ustioni, rende indispensabile un soccorso rapido.

E' comunque necessario che nei locali delle cabine siano previste le istruzioni di primo intervento e dei numeri telefonici del pronto soccorso.

Tutti i dispositivi individuali di pronto soccorso devono essere marcati CE in ottemperanza alla Direttiva 89/686/CEE, recepita in Italia con D. Legislativo 475/92.

31.6 Cavi elettrici e tracciati cavi

31.6.1 Cavi elettrici e accessori

La Nuova norma CEI 64-8 VARIANTE V4 (01.06.2017), contiene integrazioni di alcuni articoli della Sezione 527 e della Sezione 751 della Norma CEI 64-8:2012 ai fini della realizzazione degli impianti elettrici destinati ad essere incorporati in modo permanente in opere di costruzione o in parti di esse così come definite all'articolo 2 comma 3 del Regolamento UE 305/2011 e introduce le modifiche necessarie per l'allineamento della norma al Regolamento prodotti da costruzione (UE) 305/2011. Pertanto, a partire dal 1° Luglio 2017 la norma EN 50575:2014 Cavi di energia, comando e comunicazioni - Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizioni di reazione al fuoco, è in regime di armonizzazione per il Regolamento CPR 305/2011, Com. 2016/C 209/03 e quindi anche i cavi elettrici, soggetti già a marcatura CE per la Direttiva Bassa Tensione

2014/35/UE, dovranno essere marcati CE anche ai sensi del Regolamento CPR (UE) 305/2011.

31.6.1.1 Cavo media tensione RG7H1R 12/20 kV

I cavi elettrici HT dovranno essere di tipo unipolare RG7H1R con isolamento in mescola elastomerica reticolata, aventi le seguenti caratteristiche:

- Conduttori in rame stagnato a corda rotonda compatta, rispondenti alle norme CEI 20-29 classe 2;
- Tensione di isolamento $U_0/U = 12/20$ kV;
- Tensione di esercizio 23 kV;
- Tensione massima 24 kV;
- Schermatura metallica di rame non stagnato;
- Temperatura massima di esercizio 105°C;
- Temperatura massima di cto.cto. 250°C;
- Isolante in gomma di qualità G7 sintetica, a base di HEPR;
- Guaina esterna in PVC di qualità RZ, colore rosso, antiabrasiva a ridotta emissione di HCl;
- Non propagazione dell'incendio a Norma CEI 20-22 II.

31.6.1.2 Cavo flessibile FG16(0)R16 0,6/1kV

Cavo conforme al marchio di qualità norme CEI-UNEL CEI 20-13

Caratteristiche del cavo

Cavi unipolari e multipolari per energia e segnalamento a ridotta emissione di fumi e gas tossici e non propaganti l'incendio. Adatti per posa fissa interrata, su muratura e su strutture metalliche all'interno e all'esterno.

TEMPERATURA FUNZIONAMENTO 90°C

TEMPERATURA CORTOCIRCUITO 250°C

CEI 20-35

CEI 20-22 III

CEI 20-37

CEI 20-38

SENZA PIOMBO

FLESSIBILE

ANIMA: Conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto.

ISOLANTE: Gomma HEPR ad alto modulo, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche.

Colori delle anime : 1) nero

2) blu chiaro-nero

3) blu chiaro-marrone-nero

3) giallo/verde-nero-blu chiaro

- 4) blu chiaro-marrone-nero-nero
- 5) giallo/verde-nero - blu chiaro-marrone
- 6) giallo/verde-nero blu chiaro-marrone - nero

Le anime dei cavi per segnalamento sono nere, numerate ed è previsto il conduttore di terra giallo/verde.

Guaina : termoplastica, colore grigio.

Marcatura : Stampigliatura ad inchiostro speciale: CEI 20-22 III IEMMEQU< sigla di designazione secondo tabelle CEI UNEL 35011> AFUMEX 1000 <numero di conduttori per sezione> marca (G)<anno> SAFETY LINE. Marcatura metrica progressiva.

Condizioni di posa

- temperatura minima di posa 0°C
- interrato con protezione
- in tubo interrato
- in canale interrato
- in aria libera
- in tubo o canalina in aria

31.6.1.3 Cavo flessibile FG16(0)M16 0,6/1kV a bassissima emissione di fumi e gas tossici

Cavo conforme al marchio di qualità norme CEI-UNEL CEI 20-13

Caratteristiche del cavo

Cavi unipolari e multipolari per energia e segnalamento a bassissima emissione di fumi e gas tossici (limiti previsti dalla CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla CEI 20-37). Adatti per posa fissa interrata, su muratura e su strutture metalliche all'interno e all'esterno.

TEMPERATURA FUNZIONAMENTO 90°C

TEMPERATURA CORTOCIRCUITO 250°C

CEI 20-35

CEI 20-22 III

CEI 20-37

CEI 20-38

SENZA PIOMBO

FLESSIBILE

Descrizione del cavo

ANIMA: Conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto.

ISOLANTE: Gomma HEPR ad alto modulo, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche.

Colori delle anime : 1) nero

- 2) blu chiaro-nero

- 3) blu chiaro-marrone-nero
- 3) giallo/verde-nero-blu chiaro
- 4) blu chiaro-marrone-nero-nero
- 5) giallo/verde-nero - blu chiaro-marrone
- 6) giallo/verde-nero blu chiaro-marrone - nero

Le anime dei cavi per segnalamento sono nere, numerate ed è previsto il conduttore di terra giallo/verde.

Guaina : termoplastica speciale di qualità m1, colore verde.

Marcatura : Stampigliatura ad inchiostro speciale: CEI 20-22 III IEMMEQU<sigla di designazione secondo tabelle CEI UNEL 35011> AFUMEX 1000 <numero di conduttori per sezione> marca (G)<anno> SAFETY LINE. Marcatura metrica progressiva.

Condizioni di posa

- temperatura minima di posa 0°C
- interrato con protezione
- in tubo interrato
- in canale interrato
- in aria libera
- in tubo o canalina in aria

31.6.1.4 Cavo FTG10(O)MI 0,6/1 kV resistenti al fuoco

Cavo conforme al marchio di qualità norme CEI-UNEL CEI 20-45

Caratteristiche del cavo

Sono destinati per impianti in cui la continuità di funzionamento deve essere garantita, per un determinato periodo di tempo, anche durante l'incendio, come ad esempio in tutti i circuiti di emergenza e sicurezza. Posa fissa.

TEMPERATURA FUNZIONAMENTO 90°C

TEMPERATURA CORTOCIRCUITO 250°C

CEI 20-36

CEI 20-22 III

CEI 20-37

CEI 20-38

FLESSIBILE

Descrizione del cavo

ANIMA: Conduttore di rame rosso o stagnato con nastratura ignifuga.

ISOLANTE : gomma atossica tipo G10.

Colori delle anime : 1) nero

- 2) blu chiaro-nero
- 3) blu chiaro-marrone-nero
- 3) giallo/verde-nero-blu chiaro

- 4) blu chiaro-marrone-nero-nero
- 4) giallo/verde-nero - blu chiaro-marrone
- 5) giallo/verde-nero - blu chiaro-marrone - nero

I cavi per segnalamento sono numerati senza conduttore di terra.

GUAINA :Termoplastica speciale di qualità M1.

Marcatura : Stampigliatura ad inchiostro speciale: CEI 20-45 - CEI 20-22 III IEMMEQU
<sigla> RF 31-22 0,6/1 kV AFUMEX <formazione> marca (Z) 1999 SAFETY LINE.

Condizioni di posa

- temperatura minima di posa 0°C
- interrato con protezione
- in tubo interrato
- in canale interrato
- in aria libera
- in tubo o canalina in aria

31.6.1.5 Cavo FG17 450/750V

Caratteristiche del cavo

Particolarmente indicati per installazioni in luoghi con rischio di incendio e con elevata presenza di persone. Posa fissa.

TEMPERATURA FUNZIONAMENTO 90°C

TEMPERATURA CORTOCIRCUITO 250°C

CEI 20-22 II

CEI 20-37

CEI 20-38

FLESSIBILE

Descrizione del cavo

ANIMA: Conduttore di rame flessibile rosso o stagnato.

ISOLANTE : Elastomero reticolato qualità G9.

Colori isolante: 1) nero

- 2) blu
- 3) marrone
- 4) giallo/verde
- 5) Rosso
- 6) Grigio

Condizioni di posa

- temperatura minima di posa -15°C

31.6.1.6 Accessori per cavi MT

I terminali dovranno essere termorestringenti unipolari del tipo per interno in ambiente inquinato e/o con presenza di umidità, corredati di idonei capicorda appositi per tensione di esercizio a 20 kV.

31.6.1.7 Accessori per cavi BT

Per la giunzione e derivazione dei cavi dovranno essere impiegati i seguenti sistemi:

- Giunti di derivazione in amalgama di gel con involucro in materiale plastico autoestinguente e non propagante l'incendio, stagni all'immersione in acqua, classe d'isolamento II, connessioni riaccessibili anche dopo lunghi periodi di esercizio.
- In alternativa:
- Cassette in materiale metallico con imbocchi a tenuta e morsettiera componibile, grado di protezione minimo IP 54.

Per il supporto e il fissaggio delle apparecchiature previste, dovrà essere impiegato materiale in acciaio INOX.

31.6.2 Cavi per sistemi di comunicazione

31.6.2.1 Cavi in fibra ottica a 48 fibre

Cavo ottico monomodale, armato, idoneo per interrimento o posa in canaline, contenente 48 fibre ottiche monomodali SM, conforme allo standard internazionale ITU-T G.652 D OS2 Low Water Peak, di tipo loose SZ, con 8 tubetti contenenti 8 fibre ottiche, guaina interna in polietilene, armatura metallica antiroditoro, con struttura corrugata livello 3, nastro impermeabile, guaina esterna in LSZH HF1 colore nero, marcatura della guaina esterna.

31.6.2.1 Cavi in fibra ottica a 108 fibre

Cavo ottico monomodale MTU 04 UNIVERSALE JFWB jelly Filled water blocking, armato, idoneo per interrimento o posa in canaline, contenente 108 fibre ottiche monomodali SM, conforme allo standard internazionale ITU-T G.652 D OS2 Low Water Peak, di tipo loose SZ, con 9 tubetti contenenti 12 fibre ottiche, guaina interna in polietilene, armatura metallica antiroditoro, con struttura corrugata livello 3, nastro impermeabile, guaina esterna in LSZH HF1 colore nero, marcatura della guaina esterna.

31.6.2.2 Cavi UTP cat.6

Cavo U/UTP Cat. 6 per trasmissione dati, sezione AWG 23, rigido in rame rosso - sezione nominale AWG 24/1 o 0,51 mmq, isolamento singolo dei conduttori in polietilene (PE) spessore 0,98 mm, guaina esterna in cloruro di polivinile non propagante l'incendio (PVC-FR).

31.6.3 Posa dei cavi

31.6.3.1 Predisposizione alla posa dei cavi

L'esecutore della posa dei cavi nelle tubazioni interrate, prima della posa, dovrà verificare:

- l'esistenza dei tappi di chiusura dei tubi;
- la presenza di sonde per il tiro dei cavi;
- l'avvenuto soffiaggio dei tubi.

Se le tre condizioni non sono soddisfatte, dovrà provvedere all'infilaggio di sonde su tutti i tubi, previo soffiaggio.

A fine posa dovrà provvedere alla chiusura delle estremità dei tubi liberi, con tappi di consistenza tale da non permettere l'ingresso a corpi estranei.

Per le canalizzazioni in passerelle e in canale, dovrà essere verificata, per tutto il percorso, la mancanza di punti taglienti, quali sbavature ecc. o altri difetti che possano danneggiare i cavi.

31.6.3.2 Identificazione dei cavi

Ogni cavo dovrà essere provvisto di apposito cartellino d'identificazione del tipo adatto per la stampigliatura a macchina dei dati quali:

- codice;
- tipo (ad esempio FG7R/1);
- formazione e sezione.
- I cartellini dovranno essere applicati:
 - alle due estremità del cavo;
 - in corrispondenza dei pozzetti rompitratta;
 - nelle vie cavi in passerella, ogni 50 m circa.

31.6.3.3 Posa dei cavi

A. Temperatura di posa

Durante le operazioni di installazione la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi potranno venir piegati o raddrizzati, non dovrà essere inferiore a 0°C o comunque al valore indicato dal Costruttore. Questo limite di temperatura è riferito ai cavi stessi e non all'ambiente.

Quindi, se i cavi sono rimasti a lungo a bassa temperatura occorrerà che siano fatti stazionare in ambiente a temperatura sensibilmente superiore a 0°C per un congruo numero di ore e posati entro un tempo tale che la temperatura della guaina non scenda sotto detto valore.

B. Tiro di posa

Se la sollecitazione è modesta, è consentito effettuare il tiro durante la posa mediante una calza di acciaio applicata sulla guaina esterna. Se la sollecitazione raggiunge valori elevati è indispensabile applicare il tiro solo ai conduttori, tenendo presente di non superare i valori massimi imposti dal Costruttore dei cavi.

Particolari raccomandazioni di posa dettate dal Costruttore dovranno essere rispettate (ad es.: temperatura di posa, raggi di curvatura, ecc.).

C. Posa in vie cavi interrate o in canaline e passerelle

La posa dei cavi sulle passerelle o canale dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte (allineati e paralleli) e dopo che le passerelle o canaline siano state pulite dai corpi estranei.

Nei pozzetti rompitratta di collegamento tra cabine e strade, i cavi dovranno essere fissati su opportuni supporti da predisporre nei pozzetti stessi.

Nel casi di percorsi inclinati o verticali i cavi dovranno essere opportunamente fissati nella parte superiore del percorso e nella parte intermedia nel caso sia presenti pozzetti o box rompitratta, al fine di evitare tiri anomali dovuti al peso dei cavi stessi.

D. Posa cavi ausiliari e potenza

I cavi di comando e controllo potranno essere sistemati anche su più strati, ma comunque non oltre il bordo della passerella, mentre i cavi di potenza a bassa e media tensione, di norma, dovranno essere posati sulle passerelle in un solo strato e distanziati di almeno un diametro. La posa affiancata a contatto è ammessa poiché nel calcolo di dimensionamento è stato applicato l'opportuno fattore di correzione.

Nei cavidotti interrati i cavi di potenza dovranno essere posati entro tubi dedicati e, possibilmente, non insieme ai cavi ausiliari. I cavi schermati potranno essere posati insieme solo ai cavi ausiliari.

Nella posa dei cavi si dovrà osservare la suddivisione in funzione dei rispettivi livelli di disturbo secondo le prescrizioni indicate a progetto.

In particolare, nelle canalizzazioni interrate, i cavi di potenza di maggiore dimensione dovranno essere posati nei tubi inferiori, ad esaurimento della capacità del tubo. Nei primi tratti delle canalizzazioni interrate verso le gallerie, dove è più alta la densità dei cavi, i pozzetti rompitratta sono posti ad una distanza di 25 - 30 m al fine di permettere lo sfruttamento completo della superficie del tubo.

In linea di principio, i cavi le cui sezioni non sono comprese entro tre sezioni adiacenti unificate (ad esempio, 10, 16 e 25mm²) dovranno essere posati in tubi separati.

Infatti, la portata di cavi aventi sezioni molto differenti tra loro dovrà essere moltiplicata per il fattore di correzione pari a $1/\sqrt{n}$ dove n è il numero di cavi posati dentro lo stesso tubo.

Per gli impianti in oggetto la portata dei conduttori è stata calcolata considerando la necessità di posare cavi di potenza con sezioni differenti e oltre ai valori sopra riportati; pertanto sarà possibile la posa, nello stesso tubo, di cavi con sezioni diverse.

Nella posa dei cavi si dovrà evitare di scendere al di sotto dei raggi di curvatura minimi ammessi dal fornitore dei cavi (in generale il raggio minimo dovrà essere non inferiore a 8 volte il diametro del cavo).

A tale precauzione si dovrà prestare particolare cura nello smistamento dei cavi sulle passerelle o canaline, nelle cassette e nei pozzetti rompitratta.

E. Fissaggio cavi su passerelle e canale

Sulle passerelle o canaline disposte in verticale o inclinate, i cavi dovranno essere fissati alle passerelle o all'interno delle canaline con apposite fascette, in materiale non combustibile, distanziate non più di 2 m l'una dall'altra.

Sulle passerelle disposte in orizzontale i cavi dovranno essere fissati alle passerelle o all'interno delle canaline con apposite fascette, in materiale non combustibile, distanziate non più di 10 m l'una dall'altra.

Nel caso di cavi di piccola dimensione la fascetta potrà essere usata per fissare più cavi. Le fascette ferma cavi dovranno essere di tipo adeguato che non danneggi l'isolamento dei cavi.

F. Cavi per circuiti particolari

Tutti i cavi relativi a circuiti di comando, misura e segnalazione riguardanti i sistemi di emergenza, di sicurezza, reti informatiche, linee seriali e sistemi simili, dovranno essere di norma protetti da tubi o canaline lungo tutto il percorso o comunque separatamente dagli altri cavi.

Nei pozzetti rompitratta comuni ai cavi di potenza e di telecomunicazione (telefonici, fibra ottica ecc.) quest'ultimi dovranno essere protetti, all'interno dei pozzetti, per tutta la loro lunghezza; ad esempio tramite canaline oppure infilati in tubi flessibili d'acciaio.

I cavi dovranno essere posati senza alcuna giunzione intermedia salvo in casi previsti dal progetto o per lunghezze di tratta superiore alla lunghezza commerciale del cavo.

Nei casi in cui le tratte senza interruzioni superassero le pezzature allestite dai Costruttori, le necessarie giunzioni come pure le derivazioni dovranno essere eseguite con sistemi di tipo a gel ed entro scatole isolanti non propaganti l'incendio e garantite per una classe d'isolamento II; cassette e giunzioni dovranno essere sempre ubicate in luoghi facilmente accessibili.

G. Attrezzature per posa cavi

Gli attrezzi impiegati per la posa dei cavi dovranno essere quelli consigliati dai Costruttori. In caso d'impiego di argani meccanici, questi dovranno essere dotati di sistema dinamometrico tarato in modo che il tiro non superi mai il valore consigliato dal Costruttore.

31.6.3.4 Collegamenti

A. Preparazione dei cavi per i collegamenti

Prima della posa delle condutture l'Appaltatore dovrà effettuare le misure sulle distanze tra quadri e utenze al fine di verificare la rispondenza con le lunghezze delle tabella cavi considerando che questa è solitamente superiore del 5% al valore "teorico" misurato sui

disegni. Nel caso in cui tali distanze fossero significativamente maggiori (oltre il 5%), l'Appaltatore è tenuto alla verifica della sezione del cavo sia per la caduta di tensione, sia per la minima corrente di corto circuito a fine linea.

La fase successiva è la verifica ed il rispetto del riempimento tubi.

I cavi multipolari all'entrata dei quadri dovranno essere sguainati per una lunghezza sufficiente, in modo da permettere ai singoli conduttori di raggiungere i rispettivi morsetti.

Dovranno essere assicurati con apposite fascette a un profilato di sostegno, in modo che il peso del cavo stesso non venga ad essere sostenuto dai singoli conduttori e dai morsetti.

La disposizione dei cavi dovrà essere tale da permettere il fissaggio dei cartellini di identificazione in modo da permetterne una comoda lettura.

Dove prevista, la schermatura dei cavi dovrà essere collegata, se non diversamente indicato, a terra ad una sola estremità con apposito cordoncino.

L'ingresso dei cavi nelle cassette di transito e di derivazione dovrà essere eseguito a mezzo di appositi raccordi pressacavo oppure passacavo in modo da garantire al quadro o cassetta il grado di protezione nominale.

I conduttori isolati senza guaina dovranno essere raccolti in mazzi o in canaline e sistemati in modo tale da collegarsi alle morsettiere in maniera ordinata.

Quando gli attacchi terminali (in sbarra o morsetto) di macchine o apparecchiature non sono dimensionati per ricevere i cavi di alimentazione previsti a progetto, si dovrà provvedere alla costruzione e posa in opera di adattatori in sbarra di rame (squadre, prolunghe, ecc) ed eventuali cassette di contenimento con raccordi per tubi di protezione in modo da realizzare le migliori condizioni di sicurezza del collegamento.

B. Identificazione dei circuiti: colorazione delle guaine dei cavi

Per la identificazione dei conduttori è richiesto il sistema sotto riportato conforme all'attuale normativa.

Tale soluzione dovrà essere comunque approvata dalla D.L.

Colore delle guaine per i circuiti a 400-230V 50Hz:

- Fase L1: Marrone;
- Fase L2: Grigio
- Fase L3: Nero
- Neutro N: Blu chiaro
- Conduttore di protezione PE: Giallo verde.

In particolare per il conduttore PE e Neutro dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- I conduttori di fase e di neutro per l'illuminazione delle strade, dovranno essere identificati con nastratura colorata in corrispondenza delle derivazione e, comunque, ogni 25m.

C. Conduttore di protezione (PE) (CEI 64-8 art. 514.3.1)

La norma prescrive che la colorazione Giallo-Verde sia riservata esclusivamente al conduttore di protezione (PE) ed equipotenziale.

Non è ammesso utilizzare un cavo "giallo-verde" per usi diversi dal conduttore di protezione, anche se la parte finale fosse completamente nastrata d'altro colore.

Non è ammesso utilizzare come conduttore di protezione un cavo di colore diverso dal "giallo-verde", anche se la parte finale viene nastrata "giallo-verde", oppure identificata con un numero o altre scritte.

Quanto sopra continua a valere anche se le nastrature siano applicate su tutti i terminali accessibili del cavo.(cassette, pozzetti, ecc.).

D. Conduttore di neutro (N)

La norma prescrive che la colorazione "blu chiaro" sia riservata al conduttore Neutro.

Per i conduttori di neutro vale quanto detto per quello di protezione con la differenza che dovranno essere contrassegnati con nastratura di colore blu chiaro all'estremità, nei pozzetti rompitratta e nei punti di derivazione.

Per il collegamento a terra degli scaricatori di corrente da fulmine e di sovratensione (SPD), la Norma CEI 64-8 prescrive che il conduttore che collega a terra uno scaricatore, non è considerato un conduttore di protezione (PE).

Per la messa a terra non sono ammessi conduttori con guaina giallo/verde; potranno essere impiegati cavi con guaine di qualunque colore, diverso dal:

- giallo/verde, riservato al conduttore di protezione (PE);
- blu chiaro riservato al conduttore di neutro.

E. Connessioni

Tutti i cavi dovranno essere intestati, battuti e collegati secondo gli schemi.

I cavi ausiliari con formazione uguale o superiore a 5 anime, dovranno avere stampigliato nelle guaine del singolo conduttore un numero.

Il cavo dovrà essere sempre battuto al fine di una sicura individuazione dello stesso.

Su tutti i singoli conduttori dovranno essere infilate opportune boccole terminali e gli anellini in plastica numerati (marcafilo) con codici alfanumerici secondo gli schemi o secondo quanto disporrà la Direzione Lavori.

Il fondo o il tetto dei quadri sarà munito di una piastra cieca di acciaio per l'ingresso dei cavi.

La piastra dovrà essere forata e dovranno essere installati opportuni passacavi stagni al fine di rendere stagna la separazione tra l'interno e l'esterno del quadro.

I materiali impiegati per le terminazioni dovranno essere della migliore qualità e tale da garantire un isolamento pari a quello del cavo e dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Gli allacciamenti terminali dei cavi di potenza, comando e controllo dovranno essere eseguiti con capicorda a compressione, messi in opera con apposite pinzatrici, montati a diretto contatto con il primo strato di isolante in modo da non lasciare scoperti tratti di conduttore nudo.

31.6.3.5 Tamponamenti antifiamma su attraversamenti di cavi elettrici BT e sulle vie cavi

A fine lavori, tutte le feritoie, aperture, tubi per cavi entranti in cabina e nei pozzetti rompitratta, dovranno essere opportunamente sigillate al fine di evitare l'ingresso di acqua, roditori, insetti ecc.

I tamponamenti dovranno essere eseguiti prevalentemente su fori (tubi) circolari, mediante corredi REI 120 – 180 costituiti da separatori e profili ad incastro per strutture alveolari profondità minima 100mm, sigillato alle estremità con due tappi e stucco intumescente.

Nella cabina elettrica/locale tecnico dovranno essere previste delle barriere taglia fiamma realizzate con opportuno materiale intumescente.

Tale trattamento dovrà essere previsto:

- in corrispondenza della salita verso i quadri.

31.6.4 Cavidotti

Idonei sistemi di sostegno e di contenimento devono essere previsti e realizzati tutte le volte che sia necessario proteggere e vincolare meccanicamente cavi e conduttori, conformemente a quanto appresso specificato ed a quanto indicato negli elaborati di progetto.

Successivamente alla realizzazione e posa di tali sistemi, occorre provvedere al ripristino di qualunque manufatto che risulti danneggiato o comunque deteriorato, anche per necessità, da tale operazione.

Interramento in terreni in genere

I cavidotti devono essere realizzati mediante tubi in PVC serie pesante da interrare a profondità non inferiore a cm 50 dal piano di calpestio misurati dalla generatrice superiore del tubo.

Le giunzioni fra le canne di tubo devono essere realizzate con giunto a bicchiere ed apposito collante.

Appositi pozzetti rompitratta, ai quali devono essere attestate le tubazioni, devono essere previste all'estremità del cavidotto, ad ogni cambiamento di direzione ad ogni raccordo con

cavidotti a vista, e comunque ad interdistanze dipendenti dall'andamento geometrico del percorso cavi ma mai superiori a 40m.

Interramento in conglomerato cementizio o bituminoso

Qualora lo scavo interessi zone di transito di veicoli, la profondità di posa dei tubi deve essere non inferiore a cm 60 dal piano di calpestio misurati dalla generatrice superiore del tubo, prima del reinterro occorre provvedere al rinzafo delle tubazioni con calcestruzzo magro; il riempimento dello scavo deve lasciare libero lo spessore richiesto dal manto stradale.

Nel caso i pozzetti rompitratta vengano ubicati nelle zone interessate al transito dei veicoli i pozzetti e il relativo chiusino devono essere carrabili.

Tubazioni in PVC

Le tubazioni in PVC devono essere della serie pesante, di norma di diametro esterno di 125/160mm, rispondenti alle specifiche norme CEI in vigore.

Per ogni tratta dell'impianto deve essere calcolato la quantità di tubi che necessita posare in funzione al numero dei cavi presenti. Le linee dello stesso circuito non devono essere posate in tubi diversi.

E' da evitare un riempimento eccessivo dei tubi al fine di evitare qualunque tipo di abrasione alle guaine ed ai rivestimenti in genere.

Deve essere sempre previsto per ogni tratta un tubo di scorta.

Posa in opera tubazioni PVC

Il fondo dello scavo deve essere regolarizzato onde eliminare qualsiasi asperità che possa danneggiare i tubi stessi.

Le tubazioni devono essere attestate ai pozzetti di derivazione, smistamento, rompitratta, ecc.

I pozzetti rompitratta devono essere posti ad interdistanze variabili in dipendenza della conformazione del terreno e dell'andamento geometrico del percorso cavi (ad esempio presenza di curve) ma comunque mai superiori a m. 40.

L'esecuzione del lavoro comprende lo scavo, la regolarizzazione del fondo, la sistemazione dei tubi comprese le eventuali piegature, sagomature e tagli, il reinterro, il trasporto a rifiuto del materiale di risulta, nonché eventuali armature delle pareti di scavo.

Sigillature dei cavidotti

Onde evitare l'ingresso di animali, tutti i cavidotti in corrispondenza dei pozzetti di smistamento e transito cavi, devono essere opportunamente sigillati con schiuma poliuretanica monocomponente, da impiegare secondo le modalità descritte dal costruttore.

Per l'ingresso dei cavi ai quadri elettrici dovranno essere previsti elementi passacavi isolanti con tecnologia multidiametro a spellamento da installare su telaio in resina premontato nella zona dedicata del locale ricovero del quadro stesso.

31.6.5 Impianto di illuminazione esterna

31.6.5.1 Caratteristiche generali

Gli impianti elettrici per illuminazione esterna, facenti parte di questo capitolo, comprendono:

- Illuminazione nuovo svincolo (rampe di salita e discesa)
- Illuminazione aree di collegamento alla viabilità esistente comunale (comuni di Chiomonte);
- Illuminazione di cantiere (cantierizzazione);
- Illuminazione delle strade di sicurezza (security);

Illuminazione nuovo svincolo e aree di collegamento alla viabilità esistente

L'infrastruttura si costituisce sostanzialmente delle seguenti parti:

- Rampa in salita e rampa in discesa;
- Piazzale di manovra;
- Strada di collegamento alla viabilità esistente;
- Galleria artificiale.

L'impianto di illuminazione è composto dalle seguenti tipologie installative:

- Rampa in discesa:
 - pali h=9,6 m. f.t. conici, curvati, fissati su apposita staffa a bicchiere, equipaggiati con apparecchio illuminante a LED 128W con inclinazione 15° (nel tratto di affiancamento con l'autostrada A32);
 - pali h=9,6 m. f.t. conici, curvati, fissati su apposita staffa a bicchiere, equipaggiati con apparecchio illuminante a LED 96W con inclinazione 0°;
 - pali h=9,6 m. f.t. conici, curvati, fissati su apposita staffa a piastra, equipaggiati con apparecchio illuminante a LED 96W con inclinazione 0°;
 - pali h=9,6 m. f.t. conici, curvati, in basamento, equipaggiati con apparecchio illuminante a LED 96W con inclinazione 0°;
- Rampa in salita:
 - pali h=9,6 m. f.t. conici, curvati, fissati su apposita staffa a bicchiere, equipaggiati con apparecchio illuminante a LED 128W con inclinazione 15° (nel tratto di affiancamento con l'autostrada A32);
 - pali h=9,6 m. f.t. conici, curvati, fissati su apposita staffa a bicchiere, equipaggiati con apparecchio illuminante a LED 96W con inclinazione 0°;
 - pali h=9,6 m. f.t. conici, curvati, in basamento, equipaggiati con apparecchio illuminante a LED 96W con inclinazione 0°;
- Piazzale di manovra:
 - pali h=9 m. f.t. conici, dritti, in basamento, equipaggiati con apparecchio illuminante a LED 96W;
 - pali h=9 m. f.t. conici, dritti, fissati su apposita staffa a bicchiere, equipaggiati con apparecchio illuminante a LED 96W con inclinazione 0°;
- Strada di collegamento alla viabilità esistente:
 - pali h=9 m. f.t. conici, dritti, in basamento, equipaggiati con apparecchio illuminante a LED 64W;
- Galleria artificiale:
 - Apparecchi illuminanti a LED 48W fissati a soffitto.

Illuminazione strade di sicurezza (security)

Gli apparecchi illuminanti saranno di tipo SAP-T 250W per l'illuminazione stradale e di tipo JM-T 400W per l'illuminazione delle zone della recinzione, in classe I e II, standardizzati alla tipologia di apparecchiature già presenti nell'area del cantiere in oggetto, al fine di ottimizzare l'esercizio e la manutenzione delle apparecchiature stesse.

L'impianto di illuminazione è composto dalle seguenti tipologie installative:

- **Strada di vigilanza delle vigne:**
 - palo a stelo, conico, diritto, $htot=9,8$ m., $h=9,0$ f.t., posato in plinto di fondazione in calcestruzzo, con doppio braccio a testapalo per l'installazione di apparecchio illuminante asimetrico $P=250W$ (lampada SAP-T), IP66, classe I, tipo Disano Rodio 3 o equivalente con inclinazione 0° rispetto all'orizzontale e apparecchio asimetrico, $P=400W$ (lampada JM-T), IP66, classe II, tipo Disano Rodio 3 o equivalente con inclinazione 80° rispetto all'orizzontale. Ogni apparecchio illuminante dovrà essere dotato di apposita griglia a protezione del vetro.
- **Strada di vigilanza Pile IP4 – IP5 – UP8 – UP9:**
 - **Strada Asse A:** palo a stelo, conico, diritto, $htot=9,8$ m., $h=9,0$ f.t., posato in plinto di fondazione in calcestruzzo o su apposita staffa a bicchiere, con doppio braccio a testapalo per l'installazione di apparecchio illuminante asimetrico $P=250W$ (lampada SAP-T), IP66, classe I, tipo Disano Rodio 3 o equivalente con inclinazione 0° rispetto all'orizzontale e apparecchio asimetrico, $P=400W$ (lampada JM-T), IP66, classe II, tipo Disano Rodio 3 o equivalente con inclinazione 80° rispetto all'orizzontale. Ogni apparecchio illuminante dovrà essere dotato di apposita griglia a protezione del vetro;
 - **Strada Asse B:** palo a stelo, conico, diritto, $htot=12,8$ m., $h=12,0$ f.t., posato in plinto di fondazione in calcestruzzo o su apposita staffa a bicchiere, con doppio braccio a testapalo per l'installazione di apparecchio illuminante asimetrico $P=250W$ (lampada SAP-T), IP66, classe I, tipo Disano Rodio 3 o equivalente con inclinazione 0° rispetto all'orizzontale e apparecchio asimetrico, $P=400W$ (lampada JM-T), IP66, classe II, tipo Disano Rodio 3 o equivalente con inclinazione 80° rispetto all'orizzontale. Ogni apparecchio illuminante dovrà essere dotato di apposita griglia a protezione del vetro.

L'impianto sarà realizzato con allacciamento in derivazione da una dorsale trifase a 400V con neutro, gli apparecchi saranno alimentati a 230V e l'impianto verrà realizzato con la tecnica del doppio isolamento e con l'impiego di apparecchi di illuminazione in classe II per alcuni circuiti (proiettori da 400W), mentre saranno utilizzati apparecchi di illuminazione in classe I per i circuiti dei proiettori da 250W.

31.6.5.2 Cavidotti

Nell'esecuzione dei cavidotti dovranno essere tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi, indicati negli elaborati di progetto. Dovranno inoltre essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- Esecuzione di scavo in trincea

- Fornitura e posa in opera delle tubazioni in materiale plastico a sezione circolare di diametro e nel numero come definito negli elaborati grafici
- Posa delle tubazioni mediante l'impiego di selle di supporto in materiale plastico, al fine di garantire e assicurare il completo conglobamento nel cassonetto di calcestruzzo
- Formazione di cassonetto di calcestruzzo dosato a 250kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, a protezione delle tubazioni
- Riempimento dello scavo con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata e costipamento con mezzi meccanici.

31.6.5.3 Pozzetti con chiusino in ghisa

Nell'esecuzione dei pozzetti dovranno essere tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicati negli elaborati di progetto. Dovranno inoltre essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- Esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto
- Formazione di platea in calcestruzzo dosata a 200kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua
- Fornitura e posa di pozzetti prefabbricati in calcestruzzo vibrato con fori di drenaggio, predisposizione sulle pareti per l'innesto delle tubazioni
- Riempimento dello scavo con ghiaia naturale costipata.

31.6.5.4 Blocchi di fondazione dei pali

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione dei pali dovranno essere tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicati negli elaborati di progetto. Dovranno inoltre essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- Esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco
- Formazione di platea in calcestruzzo dosata a 200kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto
- Fornitura e posa di plinto monoblocco prefabbricato in calcestruzzo vibrato con sede circolare per palo e foro disperdente, collegamento a pozzetto ispezionabile di cablaggio con impronte laterali per innesto cavidotti, foro disperdente, foro passacavi, chiusino in ghisa classe B125

31.6.5.5 Pali di sostegno

I pali di illuminazione dovranno essere realizzati in lamiera d'acciaio di qualità pari a quello FE360 grado B o migliore, con caratteristiche meccaniche conformi alla norma UNI EN 10025, a sezione circolare e forma conica, saldati longitudinalmente secondo norma UNI EN ISO 15609-2.

La protezione superficiale, interna ed esterna, dovrà essere assicurata mediante zincatura a caldo in conformità alla norma UNI EN ISO 1461.

Nell'esecuzione dei pali dovranno essere tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicati negli elaborati di progetto. Dovranno inoltre essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- Foro ad asola della dimensione minima 150x150mm, per il passaggio dei conduttori, posizionato con il bordo inferiore a 500mm dal previsto livello del suolo

- Finestrella d'ispezione delle dimensioni minime 200x75mm, posizionata con l'asse orizzontale parallelo al piano verticale passante per l'asse longitudinale dell'apparecchio di illuminazione e collocata dalla parte opposta al senso di transito del traffico veicolare
- Portello di chiusura finestrella in lamiera zincata a filo palo con bloccaggio mediante chiave triangolare
- Protezione del percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore sino alla morsettiera di connessione tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante diametro 50 mm, posati all'atto della collocazione dei medesimi pali.

31.6.5.6 Derivazioni

La derivazione agli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare della sezione di 2,5 mmq, dovrà essere realizzata con l'impiego di idonea cassetta di connessione in classe II, collocata nell'alloggiamento di cui all'articolo precedente, con transito della medesima dei cavi quadri polari di dorsale.

Tutti i conduttori infilati entro i pali dovranno essere ulteriormente protetti, agli effetti del doppio isolamento, da una guaina isolante di diametro adeguato e rigidità dielettrica ~ 10kV/mm.

31.6.5.7 Apparecchi di illuminazione

Illuminazione nuovo svincolo e aree di collegamento alla viabilità esistente

Gli apparecchi illuminanti sono del tipo a LED delle seguenti caratteristiche:

- Potenza LED: 48W;
- Potenza apparecchi illuminazione: 52W;
- Flusso LED: 7379 lm;
- Flusso: 5903 lm
- Angolo di apertura: 0°;
- Temperatura di colore 4000K;
- Dimensioni: 628*250*80 (mm);
- Fattore di potenza: >0,9;
- Temperatura di funzionamento: -10 +45°;
- Grado di protezione: IP66;
- Classe: I;

tipo PRILUX EGEE LED NOVA 48W 32LED, o equivalente

- Potenza LED: 64W;
- Potenza apparecchi illuminazione: 73W;
- Flusso LED: 9820 lm;
- Flusso: 7785 lm
- Angolo di apertura: 0°;
- Temperatura di colore 4000K;
- Dimensioni: 628*250*80 (mm);
- Fattore di potenza: >0,9;
- Temperatura di funzionamento: -10 +45°;
- Grado di protezione: IP66;
- Classe: I;

tipo PRILUX EGEA LED NOVA 64W 32LED, o equivalente

- Potenza LED: 96W;
- Potenza apparecchi illuminazione: 108W;
- Flusso LED: 13064 lm;
- Flusso: 9798 lm
- Angolo di apertura: 0°;
- Temperatura di colore 4000K;
- Dimensioni: 628*250*80 (mm);
- Fattore di potenza: >0,9;
- Temperatura di funzionamento: -10 +45°;
- Grado di protezione: IP66;
- Classe: I;

tipo PRILUX EGEA LED NOVA 96W 32LED, o equivalente

- Potenza LED: 128W;
- Potenza apparecchi illuminazione: 148W;
- Flusso LED: 19640 lm;
- Flusso: 15771 lm
- Angolo di apertura: 0°;
- Temperatura di colore 4000K;
- Dimensioni: 630*280*105 (mm);
- Fattore di potenza: >0,9;
- Temperatura di funzionamento: -10 +45°;
- Grado di protezione: IP66;
- Classe: I;

tipo PRILUX EGEA LED NOVA 128W 2*32LED, o equivalente

I pali per l'installazione dei suddetti apparecchi illuminanti sono del tipo conico, curvato, per installazione in basamento, su apposita piastra a pavimento o per apposita piastra a bicchiere, zincato a caldo, completo di tutti gli accessori e verniciato a polveri RAL da definire con la Committenza, tipo Landini serie Atlante, o equivalente.

Illuminazione strade di sicurezza (security)

Gli apparecchi di illuminazione della security, per la parte relativa alla recinzione, dovranno essere realizzati in Classe II e cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti e dotati completi di lampade ed ausiliari elettrici rifasati.

Le lampade dovranno essere agli ioduri metallici (JM-T), della potenza di 400W, flusso luminoso di 32000 lm.

Gli apparecchi dovranno avere:

- Corpo senza telaio: In alluminio pressofuso, con alettature di raffreddamento;
- Riflettore: Asimmetrico, in alluminio martellato 99.85, ossidato anodicamente spessore 3µ e brillantato;
- Diffusore: Vetro temperato sp. 5 mm resistente agli shock termici e agli urti (prove UNI EN 12150-1:2001);

- Verniciatura: a polvere poliestere, colore grigio grafite, resistente alla corrosione e alle nebbie saline;
- Portalampada: In ceramica con contatti argentati;
- Cablaggio: Alimentazione 230V/50Hz con protezione termica. Cavetto flessibile capicordato con puntali in ottone stagnato, isolamento con calza in fibra di vetro, sezione 1 mm². Morsettiera 2P+T con massima sezione dei conduttori 4 mm²;
- Equipaggiamento: Guarnizione di gomma siliconica. Pressacavo in nylon f.v. Ø 1/2 pollice gas. Viterie in acciaio imperdibili, anticorrosione e antigrippaggio. Staffa in acciaio con scala goniometrica. Vetro frontale, apribile a cerniera senza l'uso di utensili, rimane agganciato al corpo dell'apparecchio. Con valvola di ricircolo aria. Ganci di chiusura in acciaio AISA316L con vite di sicurezza;
- Normativa: Prodotti in conformità alle norme EN60598 - CEI 34 - 21. Hanno grado di protezione secondo le norme EN60529;
- Superficie di esposizione al vento: 1900 cm².

Gli apparecchi di illuminazione della security, per la parte relativa alle strade, dovranno essere realizzati in Classe I e cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti e dotati completi di lampade ed ausiliari elettrici rifasati.

Le lampade dovranno essere al sodio alta pressione (SAP-T), della potenza di 250W, flusso luminoso di 33000 lm.

Gli apparecchi dovranno avere:

- Corpo senza telaio: In alluminio pressofuso, con alettature di raffreddamento;
- Riflettore: asimmetrico, in alluminio martellato 99.85, ossidato anodicamente spessore 3µ e brillantato;
- Diffusore: Vetro temperato sp. 5 mm resistente agli shock termici e agli urti (prove UNI EN 12150-1:2001);
- Verniciatura: a polvere poliestere, colore grigio grafite, resistente alla corrosione e alle nebbie saline;
- Portalampada: In ceramica con contatti argentati;
- Cablaggio: Alimentazione 230V/50Hz con protezione termica. Cavetto flessibile capicordato con puntali in ottone stagnato, isolamento con calza in fibra di vetro, sezione 1 mm². Morsettiera 2P+T con massima sezione dei conduttori 4 mm²;
- Equipaggiamento: Guarnizione di gomma siliconica. Pressacavo in nylon f.v. Ø 1/2 pollice gas. Viterie in acciaio imperdibili, anticorrosione e antigrippaggio. Staffa in acciaio con scala goniometrica. Vetro frontale, apribile a cerniera senza l'uso di utensili, rimane agganciato al corpo dell'apparecchio. Con valvola di ricircolo aria. Ganci di chiusura in acciaio AISA316L con vite di sicurezza;
- Normativa: Prodotti in conformità alle norme EN60598 - CEI 34 - 21. Hanno grado di protezione secondo le norme EN60529;
- Superficie di esposizione al vento: 1900 cm².

31.6.6 Impianto TVCC su strade di sicurezza

31.6.6.1 Caratteristiche generali

Le telecamere termiche dovranno essere montate "ad inseguimento" per anti-intrusione con interasse massimo pari a 75mt, ad un'altezza massima di 4,5mt. Devono inoltre essere dotate di sistema di detection automatico a bordo camera in grado di identificare la presenza di una persona (o un veicolo) ad una distanza di 90 mt (risoluzione minima 6pixel per un oggetto sul ground alto 1mt posto a 90mt) e con una dimensione trasversale del cono di copertura al suolo non inferiore a 6,5mt.

In presenza di punti angolosi (sporgenze e/o rientranze) del perimetro la posizione delle telecamere va definita in modo da garantire la copertura dell'area tenendo conto delle zone d'ombra (per una telecamera posta ad una quota di 4,5 mt con una focale di 19mm copre un'area compresa fra i 15/16 metri e i 90/92 metri dal punto di installazione).

Le telecamere DOME saranno montate per il monitoraggio della recinzione ad un interasse massimo l'una dall'altra di 150mt.

31.6.6.2 Telecamera FISSA TERMICA

Telecamera fissa termica con angolo di visualizzazione orizzontale di almeno 18°, PoE, risoluzione video 380x280, sensibilità termica (NETD) inferiore a 0,08°C, con microfono integrato, MOTION JPEG con almeno 8,3 fps e H264 con almeno 20 fps, adatta a visualizzare immagini in scene di nebbia, conforme agli standard ISO/IEC 14496-10, Advanced video coding (H.264) e NEMA 250 4x, range di operatività -40/+60°C con umidità compresa tra il 10% e il 100%, tipo AXIS Q1941 o equivalente, completo di apposita staffa.

La telecamera è costituita da una custodia in metallo (alluminio) classe IP66 e IP67 con membrana deumidificante integrata e una finestra in germanio e funziona a temperature nell'intervallo compreso tra -40° C e +60° C.

La telecamera supporta la codifica H.264 con almeno 8,3 fotogrammi al secondo in tutte le risoluzioni.

La telecamera è progettata per fornire un flusso video termico nativo alla risoluzione di 384x288 pixel a 8,3 fotogrammi al secondo utilizzando H.264 o Motion JPEG e fornisce una sensibilità NetD minore di 70 mK.

La telecamera supporta il profilo di base, principale ed elevato H.264.

La telecamera per l'implementazione H.264 supporta il controllo della velocità in bit con adattamento alla scena con ROI dinamico automatico per ridurre la velocità in bit per le regioni senza priorità al fine di ridurre i requisiti di larghezza di banda e di archiviazione.

La telecamera fornisce l'audio full duplex bidirezionale.

La telecamera è in grado di attivare la funzione di gestione degli eventi incorporata sulla base di:

- Rilevamento di suoni;
- Accesso al flusso dal vivo;
- Temperatura;
- Attivazione manuale/Ingressi virtuali;
- Ingresso esterno;
- Applicazioni incorporate di terzi;
- Rilevamento di interruzioni dell'archiviazione su dispositivi Edge;
- Urti rilevati.

31.6.6.3 Telecamera PTZ

Telecamera PTZ HDTV 1080p (1920x1080), PoE, motion jpeg/H264, con frame rate selezionabile in un range fino ad almeno 50fps, funzione panoramica/inclinazione con intervallo con intervallo di panoramica continua di 360° e intervallo di inclinazione da +20° a

-90° e velocità fino a 500°/s, D&N, autofocus, HDR, zoom ottico 30x, zoom digitale 10x, adatta a visualizzare immagini in scene di nebbia, conforme agli standard ISO/IEC 14496-10, Advanced video coding (H.624) e NEMA 250 4x, range di operatività -40/+50°C con umidità compresa tra il 10% e il 100%, tipo AXIS Q6155 o equivalente, completo di apposita staffa.

La telecamera supporta un laser integrato che fornisce messa a fuoco istantanea e corretta, fornisce zoom ottico 30x e zoom digitale 12x e fornisce contemporaneamente flussi video Motion JPEG e H.264.

La telecamera è dotata della funzionalità di panoramica/inclinazione con un intervallo di panoramica a 360° (continua) e un intervallo di inclinazione compreso tra +20° e -90°.

La telecamera è in grado di rilevare e seguire automaticamente gli oggetti in movimento nel campo visivo delle telecamere.

La telecamera è in grado di attivare la funzione di gestione degli eventi incorporata sulla base di:

- Rilevamento oggetti in movimento nel video;
- Accesso al flusso dal vivo;
- Attivazione manuale/Ingressi virtuali;
- Funzione PTZ;
- Applicazioni incorporate di terzi;
- Rilevamento di interruzioni dell'archiviazione su dispositivi Edge;
- Urti rilevati

La telecamera dispone di un buffer video per la memorizzazione delle immagini pre/post allarme ed è dotata di uno slot per scheda SD per supportare l'archiviazione locale dei video.

La telecamera dispone di una porta Ethernet RJ45 10BASE-T/100BASE-TX PoE e di alimentazione Power over Ethernet Plus IEEE 802.3at, Tipo 2 Classe 4.

31.6.6.4 Dispositivo di protezione dalle sovratensioni

Ogni telecamera deve essere dotata di dispositivo di protezione contro le sovratensioni Ethernet in grado di schermare le reti stesse dalle sovratensioni causate dai fulmini, tipo AXIS T8061 o equivalente.

31.6.6.5 Registratore sistema TVCC

Il sistema TVCC comprende registratore completo di tutte le licenze necessarie per il funzionamento di tutto il sistema e la connessione di tutte le telecamere, 8GB di RAM, dotato di software per gestione video, in grado di registrare come minimo 50 flussi video alla massima frequenza di trasmissione, configurati singolarmente in alta definizione, tipo AXIS Camera Station o equivalente.

Il software per la gestione video accetta notifiche e allarmi provenienti da un numero illimitato di unità di controllo degli accessi collegate alla rete ed è in grado di generare eventi all'interno del software stesso per le notifiche e gli allarmi ricevuti.

Il software per la gestione video offre le seguenti funzioni di visualizzazione in tempo reale:

- Immagini singola in tempo reale di videocamera;
- Viste multiple;

- Viste in sequenza;
- Viste della telecamera in tempo reale Multi Ultra HD (3 viste 4K).

Il software per la gestione video offre le seguenti funzioni di registrazione:

- Registrazione continua;
- Registrazione programmata;
- Registrazione pilotata da evento;
- Registrazione avviata manualmente;
- Risoluzione e velocità in fotogrammi configurabili individualmente per ogni fonte video.

Il software per la gestione video offre le seguenti funzioni di riproduzione:

- Riproduzione sincronizzata di almeno quattro diversi flussi video registrati;
- Riproduzione contemporanea di almeno 8 flussi video alla massima frequenza di trasmissione in Full HDTV 1080p (1920x1080 pixel).

Per le telecamere PTZ, per ogni canale video, il software per la gestione video:

- consente di controllare le funzioni di Pan, Tilt e Zoom direttamente dall'interfaccia utente;
- fornisce un minimo di 100 posizioni preimpostate, in funzione della telecamera;
- supporta la funzione giro di ronda, che consente al dispositivo PTZ di spostarsi automaticamente tra le posizioni preimpostate selezionate, utilizzando un tempo di visualizzazione individuale per ogni posizione preimpostata;
- supporta il controllo di rotazione e inclinazione, che si esegue facendo clic sull'immagine per spostare la telecamera utilizzando il mouse;
- supporta il controllo dello zoom mediante selezione di un'area dell'immagine utilizzando il mouse;
- supporta l'utilizzo del joystick e di altri pannelli di controllo.

Il software per la gestione video deve essere in grado di gestire eventi quali notifiche e allarmi generati all'interno del software stesso e fornisce una cronologia degli eventi, contenente uno storico di massimo un anno.

Quando si accede al software per la gestione video, l'applicazione per la gestione video fornisce le seguenti funzioni:

- Funzione di visualizzazione in tempo reale;
- Riproduzione dei materiali registrati;
- Possibilità di creare/acquisire istantanee.

31.6.6.6 Server sistema TVCC

Il sistema TVCC comprende server per gestione video, tipo AXIS S1032 MK II o equivalente.

Il server per la gestione video è predisposto per il montaggio da 19" e richiede solo 1U e funziona a temperature nell'intervallo compreso tra +5°C e +40°C (+41°F e +104°F).

Il sistema per la gestione video forma parte di un sistema su piattaforma aperta IP realmente digitale, basato su un server per la gestione video e client per la gestione video separati, oltre che su applicazioni per la gestione video per visualizzare e amministrare le informazioni.

Il server per la gestione video supporta video e audio da telecamere di rete e codificatori video conformi al protocollo ONVIF ed è in grado di registrare come minimo 32 flussi video alla massima frequenza di trasmissione, configurati singolarmente in Full HDTV 1080p (1920 x 1080 pixel) su reti IP.

Il server per la gestione video fornisce una capacità di registrazione totale minima pari a 3.000 fotogrammi al secondo e supporta una velocità di trasmissione totale di 384 Mbps.

Il server per la gestione video supporta la seguente funzionalità di controllo degli accessi:

- Accetta notifiche e allarmi provenienti da un numero illimitato di unità di controllo degli accessi collegate alla rete
- Le notifiche e gli allarmi ricevuti sono in grado di generare eventi all'interno del sistema per la gestione video

Il client per la gestione video è dotato di un'interfaccia utente grafica che:

- consente di visualizzare fino a 25 flussi video differenti;
- consente di visualizzare fino a 100 flussi video differenti, utilizzando viste parziali multiple;
- supporta il rendering ottimizzato per visualizzazione fluida di video con risoluzioni fino a 4K;
- consente la navigazione in tempo reale tra viste multiple utilizzando un pulsante di visualizzazione rapida;
- consente di trascinare e rilasciare fonti video all'interno dell'interfaccia utente;
- supporta schermi multipli quando si opera su un computer che supporta tale funzione;
- consente di visualizzare le mappe delle strutture mediante le icone interattive della telecamera utilizzate per richiamare video e audio dalla telecamera selezionata in tempo reale;
- consente di importare i dati grafici della mappa nei seguenti formati:
 - JPEG
 - BMP
 - PNG
 - GIF
- l'accesso a funzioni quali planimetrie, flussi video e allarmi deve essere configurabile a un livello per utente;
- supporto di qualsiasi proporzione fornita dalla telecamera, tra cui il formato panorama (proporzione 4:3 e 16:9) e formato Corridor (proporzione 3:4 e 9:16);
- Disponibilità in almeno 20 lingue diverse e supporto per il set di caratteri a doppio byte

Il client per la gestione video offre le seguenti funzioni di visualizzazione in tempo reale:

- Vista in tempo reale per ogni singola telecamera
- Viste multiple
- Viste in sequenza
- Viste della telecamera in tempo reale Multi Ultra HD (3 viste 4K)

Il client per la gestione video offre le seguenti funzioni di registrazione:

- Registrazione continua
- Registrazione programmata
- Registrazione pilotata da evento
- Registrazione avviata manualmente
- Risoluzione e velocità in fotogrammi configurabili individualmente per ogni fonte video
- Materiale registrato illimitato in base alla disponibilità del dispositivo di archiviazione
- I materiali video e audio sono registrati utilizzando un formato progettato dal produttore in grado di prevenire la manipolazione del contenuto; contengono informazioni riguardanti data, ora e fonte del materiale registrato
- Recupero di failover recording da telecamere o codificatori

Il client per la gestione video offre le seguenti funzioni di riproduzione:

- Riproduzione sincronizzata di almeno quattro diversi flussi video registrati
- Riproduzione contemporanea di almeno 8 flussi video alla massima frequenza di trasmissione in Full HDTV 1080p (1920x1080 pixel)
- Esportazione di molteplici video selezionati e sequenze audio in formato ASF con lettore indipendente

Il client per la gestione video offre, per ogni canale, le seguenti funzioni PTZ:

- consente di controllare le funzioni di Pan, Tilt e Zoom direttamente dall'interfaccia utente;
- fornisce un minimo di 100 posizioni preimpostate, in funzione della telecamera;
- supporta la funzione giro di ronda, che consente al dispositivo PTZ di spostarsi automaticamente tra le posizioni preimpostate selezionate, utilizzando un tempo di visualizzazione individuale per ogni posizione preimpostata;
- supporta il controllo di rotazione e inclinazione, che si esegue facendo clic con il mouse sull'immagine per spostare la telecamera;
- supporta il controllo dello zoom mediante selezione di un'area dell'immagine utilizzando il mouse;
- supporta l'utilizzo del joystick e di altri pannelli di controllo.

Il client per la gestione video deve essere in grado di gestire eventi quali notifiche e allarmi generati all'interno del sistema per la gestione video e fornisce una cronologia degli eventi, contenente uno storico di massimo un anno.

31.6.6.7 Sistema TVCC per gestione video

Il sistema TVCC comprende un sistema di analisi video perimetrale, in grado di rilevare e classificare intrusioni da parte di persone o veicoli, circolazioni sospette, tipo AXIS Perimeter Defender o equivalente.

Le analisi sono in grado, con alta precisione di rilevamento, di classificare automaticamente almeno i seguenti oggetti di interesse:

- Umani;
- Veicoli.

Le analisi sono in grado, con alta precisione di rilevamento, di classificare automaticamente almeno i seguenti scenari di comportamento:

- Intrusione;
- Attraversamento zona;
- Circolazione sospetta;
- Intrusione condizionale (quando un oggetto entra in una zona di destinazione senza partire o passare attraverso una o più zone selezionate).

Le analisi sono in grado, con alta precisione di rilevamento, di rilevare un comportamento e generare allarmi in base alle seguenti combinazioni di oggetti:

- Solo umani
- Solo veicoli
- Umani o veicoli

Le analisi contengono una funzione che analizza costantemente la scena, mitiga in modo efficace gli effetti esterni come il clima avverso, il movimento della telecamera, le ombre, il movimento della vegetazione e la luce variabile, si adatta quindi continuamente a questi cambiamenti nella scena. Le analisi supportano la definizione di zone monitorate tramite poligoni composti liberamente che contengono tutti i punti desiderati e non richiedono specifiche regolazioni delle condizioni da parte dell'utente (ad esempio superficie minima e massimo, rapporto dimensioni e velocità).

31.6.7 Impianto approvvigionamento acqua su strade di sicurezza

31.6.7.1 Caratteristiche generali

L'impianto di approvvigionamento acqua verrà realizzato nell'intorno delle strade di vigilanza delle pile IP4- IP5-UP8-UP9 a servizio delle forze dell'ordine.

L'impianto sarà costituito da un circuito idranti ad anello realizzato con una tubazione in PEAD PN16 DN125 coibentata ed interrata ad una profondità di 100cm. Tutto il circuito sarà protetto dall'azione del gelo mediante cavo scaldante alimentato da quadro di alimentazione ubicato nei pressi del serbatoio di riserva idrica antincendio con capacità utile 90mc. Tale quadro sarà alimentato dalla cabina elettrica n. 4.

In corrispondenza di ogni idrante (sottosuolo) verrà realizzato uno stacco in PEAD DN75 ed un pozzetto ispezionabile di dimensioni 80x80x90cm con un chiusino carrabile UNI EN 124 D400.

L'idrante sottosuolo sarà del tipo UNI 70 con attacco a baionetta e sarà anch'esso coibentato e protetto da cavo scaldante.

L'impianto antincendio completamente interrato (come desumibile dagli elaborati, comprende:

- N° 3 vasche di accumulo da cm. 750x250x250h ciascuna, complete di solette carrabili e chiusini in ghisa;
- N° 1 locale tecnico dimensioni indicative cm. 950x250x250h, completa di soletta carrabile e locale di accesso da superficie, con copertura a spiovente.

L'alimentazione dell'impianto verrà realizzata mediante un gruppo di surpressione composto da n. 2 elettropompe principali ed una pompa pilota con le seguenti caratteristiche:

- Portata: 90 mc/h
- Prevalenza: 7 bar.

Ogni gruppo, elettropompe e pompa di compensazione, dispone di un proprio quadro separato, per assicurare il funzionamento del sistema anche in caso di guasto ad uno dei quadri elettrici. L'avviamento avviene per diminuzione di pressione nella rete antincendio; prima parte l'elettropompa principale, e se la pressione non risale, prima si avvia l'altra pompa (UNI 12845:2015).

I quadri sono realizzati in cassette metalliche stagne, con grado di protezione IP 55, verniciate a polveri epossidiche. I quadri sono dotati di interruttore generale bloccaporta, morsetti e collegamenti di terra, targhette segnaletiche in osservanza al D.Lgs. 81/08 e sono costruiti secondo le Norme C.E.I.

Il gruppo è a norma UNI 12845:2015; e tutti gli accessori dovranno essere conformi a tale norma.

Per il riempimento della vasca e il suo mantenimento al livello richiesto, è prevista la fornitura e posa di una tubazione in PEAD PN16 diametro esterno 40mm con presa dalla tubazione di alimentazione degli attuali uffici. Sul punto di presa sarà realizzato un pozzetto di ispezione di dimensioni 50x50 con interposizione di una valvola di intercettazione a sfera.

Tutta la tubazione sarà interrata ad eccezione del passaggio sotto il ponte Bailey e sarà protetta contro il gelo da apposito isolamento e cavo scaldante.

31.6.7.2 Serbatoio riserva idrica antincendio

Serbatoio di riserva idrica per approvvigionamento acqua di volume utile 90 mc, costituito da n. 3 vasche monoblocco prefabbricata in C.A. per installazione interrata realizzata con calcestruzzo autocompattante SCC (Self Compacting Concrete), confezionato con CEMENTO PORTLAND conforme a UNI EN 197-1, con aggiunta di minerali tipo I – carbonato di calcio filler ventilato ed inerti conformi a UNI EN 12620, avente resistenza a compressione C40/50 ($R_{ck} \geq 500 \text{ Kg./cmq.}$), classi di esposizione XC4 (cls resistente alla corrosione da carbonatazione), XS2/XD2 (cls resistente alla corrosione da cloruri), XF3 (cls resistente all'attacco del gelo/disgelo) conformi norma UNI EN 206-1, dotate di armature interne d'acciaio ad aderenza migliorata e rete elettrosaldata tipo B450C controllate in stabilimento, a perfetta tenuta idrica, il tutto conforme D.M. 14.01.2008, aventi superfici esterne ed interne con finitura faccia a vista a totale eliminazione di porosità e nidi di ghiaia.

Deve essere realizzata una copertura carrabile.

La riserva deve essere completata con i seguenti accessori:

- n. 1 manicotto in acciaio inox AISI 304, diam. 2" per innesto tubazione di reintegro
- n. 1 rubinetto a galleggiante DN50 per blocco afflusso acqua di reintegro
- n. 3 manicotti in PVC diam. 110 mm per realizzazione sfiati aria (uno per ogni vasca)
- n. 1 manicotto in PVC diam. 110 mm per realizzazione scarico troppo pieno
- n. 1 foro per passaggio cavidotti elettrici
- n. 1 livellostato per segnalazione allarme livello basso vasca

- fori e manicotti in acciaio inox AISI 304 necessari per innesto tubazioni di aspirazione e ricircolo
- manicotti in acciaio inox AISI 304 per collegamento fondo vasca
- n. 1 piastra antivivice in acciaio inox AISI 304 realizzata in conformità alla norma UNI EN 12845
- n. 1 foro nella copertura carrabile per realizzazione passo d'uomo completo di chiusino carrabile dim. 60x60 cm

31.6.7.3 Locale tecnico

Il locale tecnico che ospita il gruppo di pompaggio è interamente interrato con una copertura con solato carrabile. Per accedere al locale tecnico, viene realizzato un piccolo locale, fuori terra con accesso dall'esterno e copertura a spiovente, che mediante una scala metallica consente l'accesso al locale tecnico. Le caratteristiche del PRE-LOCALE TECNICO sono le seguenti:

Struttura monoblocco prefabbricata in C.A. ad uso PRE-LOCALE TECNICO FUORI TERRA realizzata con calcestruzzo autocompattante SCC (Self Compacting Concrete), confezionato con CEMENTO PORTLAND conforme a UNI EN 197-1, con aggiunta di minerali tipo I – carbonato di calcio filler ventilato ed inerti conformi a UNI EN 12620, avente resistenza a compressione C40/50 ($R_{ck} \geq 500 \text{ Kg./cmq.}$), classi di esposizione XC4 (cls resistente alla corrosione da carbonatazione), XS2/XD2 (cls resistente alla corrosione da cloruri), XF1 (cls resistente all'attacco del gelo/disgelo) conformi norma UNI EN 206-1, dotate di armature interne d'acciaio ad aderenza migliorata e rete elettrosaldata tipo B450C controllate in stabilimento, il tutto conforme D.M. 14.01.2008, aventi superfici esterne ed interne con finitura faccia a vista a totale eliminazione di porosità e nidi di ghiaia completa di:

- n.ro 1 porta d'accesso REI 60 dim. min. 80x200 in lamiera d'acciaio verniciata;
- n.ro 1 scala di accesso inclinata in alluminio - da ancorare in locale tecnico interrato;
- ringhiera in acciaio per protezione accesso alla vasca interrata;
- impianto elettrico per illuminazione normale e di emergenza
- asola di fondo per accesso vasca interrata;
- VERNICIATURA SUPERFICI ESTERNE interne a mezzo pittura impermeabilizzante elastica antifessure colore bianco;
- VERNICIATURA SUPERFICI ESTERNE PARETI a mezzo pittura impermeabilizzante elastica antifessure tipo colore grigio;

Il locale tecnico interrato dovrà avere le seguenti caratteristiche:

LOCALE TECNICO monoblocco prefabbricato in C.A. per installazione INTERRATA realizzato con calcestruzzo autocompattante SCC (Self Compacting Concrete), confezionato con CEMENTO PORTLAND conforme a UNI EN 197-1, con aggiunta di minerali tipo I – carbonato di calcio filler ventilato ed inerti conformi a UNI EN 12620, avente resistenza a compressione C40/50 ($R_{ck} \geq 500 \text{ Kg./cmq.}$), classi di esposizione XC4 (cls resistente alla corrosione da carbonatazione), XS2/XD2 (cls resistente alla corrosione da cloruri), XF1 (cls resistente all'attacco del gelo/disgelo) conformi norma UNI EN 206-1, dotate di armature interne d'acciaio ad aderenza migliorata e rete elettrosaldata tipo B450C controllate in

stabilimento, il tutto conforme D.M. 14.01.2008, aventi superfici esterne ed interne con finitura faccia a vista a totale eliminazione di porosità e nidi di ghiaia completo di:

- fori/manicotti in acciaio INOX AISI 304 e PVC per innesto/passaggio tubazioni idrauliche e ventilazione interna locale;
- impianto elettrico di illuminazione interna e di emergenza
- quadro elettrico generale di potenza cablato e dimensionato in modo da garantire le corrette alimentazioni agli impianti di luce e forza motrice necessari al corretto funzionamento del gruppo di pressurizzazione.
- cablaggi interni necessari per il corretto funzionamento dell'impianto
- FORNITURA DI SILICONE A TENUTA AL FUOCO (sigillatura giunto di contatto tra locale e copertura lato interno);
- FORNITURA DI SILICONE A BASSO MODULO (sigillatura giunto di contatto tra locale e copertura lato esterno);
- VERNICIATURA SUPERFICI ESTERNE interne a mezzo pittura impermeabilizzante elastica antifessure colore bianco;
- VERNICIATURA SUPERFICI ESTERNE PARETI a mezzo pittura impermeabilizzante elastica antifessure tipo colore grigio
- RIVESTIMENTO PROTETTIVO IMPERMEABILIZZANTE SUPERFICI ESTERNE LOCALE TECNICO INTERRATO

31.6.7.4 GRUPPO PRESSURIZZAZIONE ANTINCENDIO

Fornitura di gruppo di surpressione antincendio EN 12845 sottobattente, costituito da:

n. 2 elettropompe

Portata: m³/h 90

Prevalenza: mca 70

COMPOSTO DA:

- n.2 pompe principali
- n.1 pompa pilota
- n.2 valvole di ritegno a due battenti per interposizione tra flange in mandata pompe di servizio;
- n.1 valvola a sfera in mandata pompa pilota;
- n.1 valvola di ritegno in mandata della pompa pilota;
- n.1 giunto elastico flangiato antivibrante in mandata motopompa;
- n.1 collettori di mandata in acciaio zincato, biflangiato;
- potenza motore pompa principale in grado di garantire la potenza necessaria alla portata della pompa collaudata in fabbrica e conformemente certificata in condizione di $NPSH \leq 16$ m;
- tronchetto di mandata per ciascuna pompa principale in acciaio zincato conico concentrico con angolazione totale $\leq 20^\circ$ e DN lato mandata sempre maggiore di 2 valori rispetto al DN lato pompa e a quello di mandata della stessa, equipaggiato con:
 - stacco a T (3/8") con una uscita valvolata per sfiato aria e prova funzionale valvola ritegno
 - stacco valvolato (3/8") per manometro a bagno di glicerina per il controllo delle pressione erogata
 - stacco per consentire il funzionamento della pompa senza surriscaldamento nel caso in cui vengano meno i motivi che ne hanno provocato l'avviamento

- stacco (2'') per collegamento del circuito per garantire l'adescamento della pompa grazie al collegamento di serbatoi di alimentazione
 - valvola d'intercettazione a farfalla wafer luccettabile, con chiusura in senso orario e riduttore a volantino per $DN \geq 200$, completa di indicatore visivo per controllo dello stato di apertura posizionata a valle della valvola di ritegno;
 - valvola di ritegno ispezionabile montata a valle di ciascun tronchetto conico concentrico di mandata;
 - tronchetto d'aspirazione per ciascuna pompa principale in acciaio zincato conico eccentrico con angolazione sul lato inferiore $\leq 20^\circ$ e lunghezza ≥ 2 volte il suo DN maggiore al quale è accoppiata la valvola d'intercettazione a farfalla wafer;
- Circuito pressostati per ciascuna pompa principale, posizionato a valle della valvola di ritegno, costituito da:
- nr 2 pressostati (uno di riserva all'altro) di avviamento, IP 55, con scala di taratura differenziale leggibile installati su stacco da $\varnothing 15$ mm
 - by-pass in rame completo di valvola di ritegno
 - valvola di scarico per prova
 - manometro a bagno di glicerina
 - quadri di comando per ciascuna pompa (principali elettriche e pilota,);
 - cablaggio elettrico (pompe, quadri, pressostati) realizzato con cavi elettrici antifiamma inseriti in guaine fissate rigidamente al telaio;
 - basamento ad altissima rigidità con profilati d'acciaio a U da 100 mm saldati e trattati con smalto antiruggine
 - n.1 quadro elettrico in cassetta di lamiera stagna IP 55 a norme EN 12845 per comando elettropompa principale;
 - n.1 quadro elettrico in cassetta di lamiera stagna IP 55 a norme EN 12845 per comando elettropompa di riserva
 - n.1 quadro elettrico in cassetta termoplastica IP 55 a norme EN 12845 per comando pompa pilota
 - n.1 basamento in acciaio completo di piano d'appoggio per le elettropompe, per i quadri elettrici di comando e per gli accumulatori;
 - valvolame ed accessori vari onde consentire il perfetto funzionamento del gruppo di pressurizzazione secondo norma EN 12845;
 - n.2 serbatoi di adescamento 500lt

Il gruppo antincendio EN 12845 descritto, dovrà essere fornito completamente assemblato elettricamente ed idraulicamente su di un unico basamento in profilati di acciaio verniciato. Il prezzo del gruppo si intende comprensivo delle operazioni di collaudo dello stesso, delle certificazioni e del primo avviamento.

31.6.7.5 Riepilogo

- N.ro 1 GRUPPO PRESSURIZZAZIONE ANTINCENDIO a norma UNI EN 12845 preassemblato all'interno del locale tecnico e collaudato c/o ns. sede, composto da:
- N.2 ELETTRROPOMPA DI SERVIZIO centrifuga normalizzata monogirante con diffusore a chiocciola e tenuta meccanica, montata su robusto basamento in profilati metallici e accoppiata, mediante giunto elastico con spaziatore e dotato di riparo antinfortunistico, a motore elettrico trifase normalizzato, forma B3, chiuso ventilato esternamente.
- - N. 1 ELETTRROPOMPA PILOTA centrifuga monoblocco, di portata ridotta, destinata a mantenere in pressione la rete antincendio compensando eventuali perdite,

corredata di valvolame di intercettazione, pressostato di comando e n. 1 serbatoio a membrana da 20 litri, avente le seguenti caratteristiche:

- Installazione SOTTO BATTENTE;
 - portata elettropompa: 90 mc/h
 - prevalenza: 70 m.c.a. (7 bar)
- completo di:
 - tubazioni idrauliche in acciaio INOX AISI 304 per collegamenti gruppo all'interno del locale;
 - n.ro 2 quadri elettrici (uno per ogni pompa) realizzati secondo le norme UNI EN 12845 in cassa di lamiera metallica IP 54, fissati sul basamento del gruppo e collegati elettricamente a pompe e comandi;
 - n.ro 1 scatola a morsettiera per collegamento alimentazioni elettriche gruppo di pressurizzazione;
 - n.ro 1 quadro elettrico per alimentazione e gestione componenti locale tecnico antincendio;
 - n.ro 1 quadro elettrico, fornito sfuso, per segnalazione cumulativa a distanza degli allarmi, alimentazione 230 V monofase, predisposto per fissaggio a parete, completo di batteria tampone, caricabatteria;
 - n.ro 2 avvisatore/sirena acustico-visiva (allarme remoto) vedi appendice 1 prospetto 1.1 UNI EN 12845;
 - n.ro 1 collettore di mandata in acciaio elettrosaldato e verniciato, biflangiato, completo di attacchi alle pompe ed alle utenze;
 - n.ro 2 kit diaframma circuito ricircolo per raffreddamento pompe servizio durante funzionamento a portata nulla;
 - accessori idraulici in mandata alle pompe di servizio allargati a
 - n.ro 1 kit aspirazione per n.ro 2 pompe con valvole a farfalla per le pompe di servizio allargate a 2 con tronchetto eccentrico + piastra antivortice in acciaio INOX AISI 304 dotata di relativi supporti;
 - n.ro 1 collettore di prova portata in acciaio INOX AISI 304 realizzato per garantire il necessario tratto rettilineo prima del misuratore di portata, corredato di valvole a farfalla d'intercettazione;
 - n.ro 1 flussimetro a lettura rinviata;
 - valvole a farfalla tipo wafer PN 6/10/16 in ghisa;
 - flange UNI 2254 PN 16;
 - n.ro 1 arresto temporizzato UNI 10779 per elettropompa/motopompa;
 - schemi per collegamenti-installazione;
 - dichiarazione conformità macchinari e quadri elettrici in rispetto delle normative vigenti in materia.

31.6.7.6 Prescrizioni

Prescrizioni di posa

Il gruppo di pressurizzazione è preassemblato (con posizionamento verticale od orizzontale) con pompe e quadri elettrici. Dovrà essere posizionato su basamento con supporto che non trasmette vibrazioni.

Per la realizzazione degli impianti si intendono incluse nelle prestazioni della ditta tutte le opere indicate e descritte nella documentazione di riferimento ed in genere tutto quanto

necessario per una perfetta esecuzione e funzionamento degli impianti, anche nelle parti eventualmente non descritte o mancanti sui disegni.

Si prescrive l'inserimento del dispositivo di misura della portata del gruppo antincendio (Asametro) per mezzo di un sistema di valvole di bypass al fine di rendere disponibile la mandata del gruppo antincendio in ogni caso ed in corrispondenza di fuori servizio o manutenzione dello stesso dispositivo.

Verifiche funzionali e collaudo

Prima del collaudo la Ditta dovrà rilasciare un certificato di installazione dell'impianto a norma UNI EN 12845:2015 (per le parti applicabili).

Le prove e le verifiche di collaudo dovranno essere eseguite a cura della Ditta che raccoglierà ordinatamente tutti i risultati con i relativi riferimenti nei disegni AS-BUILT

La D.L. controllerà la conformità funzionale con il progetto e ripeterà, a discrezione, le prove più significative in contraddittorio con la Ditta.

Il collaudo dovrà essere effettuato con le modalità previste dalle norme sopra indicate e facendo riferimento alla relazione tecnica allegata.

In generale le prove consisteranno in:

- prove a pressione d'acqua;
- prove delle alimentazioni;
- prova di funzionamento di ogni quadro elettrico, di ogni singola pompa, dello scambio pompe della strumentazione e degli allarmi.
- prova di intervento simulato.

Verifiche e prove preliminari

A discrezione della D.L. possono essere eseguite in corso d'opera tutte quelle verifiche tecniche e pratiche ritenute opportune.

Si intendono per verifiche e prove preliminari tutte quelle operazioni atte a rendere l'impianto perfettamente funzionante.

Le verifiche e le prove preliminari di cui appresso si devono in ogni caso effettuare durante l'esecuzione delle opere ed in modo che esse risultino completate prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.

31.6.7.7 Tubazioni in PEAD

Riferimenti normativi

UNI EN 12201-1 2012: Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE)

ISO 4427: Sistemi di tubazione in materiale plastico – Polietilene (PE) tubazioni e connessioni per adduzione idrica

UNI EN 1519-1 2001: Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Polietilene (PE) - Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema

UNI 7613/7615, tipo 303 per condotte di scarico interrate (tubazioni scarico da filo fabbricato al pozzetto);

La fornitura comprende i pezzi speciali, gli ancoraggi, i supporti e tutti gli accessori.

Caratteristiche tecniche

Le tubazioni in polietilene ad alta densità (PEAD), ricavate per estrusione, devono corrispondere alle prescrizioni igienico-sanitarie riportate nel Decreto 6 aprile 2004, n.174 del Ministero della Salute, sia alle norme citate.

La fornitura comprende i pezzi speciali, gli ancoraggi, i supporti e tutti gli accessori.

Giunzioni

Per le tubazioni conformi a EN 12201 le giunzioni sono ottenute mediante raccordi di metallo o resina fino al diametro esterno di 90 mm e per saldatura di testa per diametri superiori.

Per le tubazioni conformi a EN 1519-1:2001 le giunzioni devono essere collegabili tra loro mediante manicotti di innesto, raccordi a vite, manicotti elettrici, manicotti scorrevoli, congiunzioni a flange e saldatura di testa. I manicotti e gli eventuali raccordi devono essere in resine poliolefiniche, costituiti da un manicotto con anello di gomma che garantisca la tenuta idraulica, completato da un anello espandibile con scanalatura interne che impedisca lo sfilamento del tubo dal giunto, mediante il bloccaggio realizzato con apposita ghiera filettata.

L'Appaltatore deve disporre delle apparecchiature necessarie per effettuare le giunzioni con saldatura testa/testa dei tubi mediante polifunzione nonché della relativa manodopera specializzata.

I giunti tra tubazioni in polietilene e tubazioni metalliche devono essere di tipo speciale a bicchiere o a manicotti con anelli di tenuta ed eventualmente adattatori.

Prescrizioni di posa

Per la realizzazione degli impianti si intendono incluse nelle prestazioni della ditta tutte le opere indicate e descritte nella documentazione di riferimento ed in genere tutto quanto necessario per una perfetta esecuzione e funzionamento degli impianti, anche nelle parti eventualmente non descritte o mancanti sui disegni.

Verifiche funzionali e collaudo

Le tubazioni saranno fornite di certificati di prova in fabbrica e dopo la messa in opera sottoposte a prove di pressione idraulica in accordo alla Normativa.

Prescrizioni per tubazioni interrate

Per la posa delle tubazioni interrate, sia per l'alimentazione degli idranti, che per l'alimentazione dall'acquedotto principale per riempimento vasca di accumulo, si dovrà procedere come segue:

- Scavo in trincea
- Posa di uno strato di 10 cm di sabbia di livellamento prima della posa della tubazione
- Posa della tubazione con realizzazione sigillature tra i tronchi delle tubazioni
- Posa del cavo scaldante
- Posa in opera di rivestimento coibente con finitura con guaina in PVC adatto per tubazioni interrate
- Ricoprimento delle tubazioni sia nella parte laterale che superiore fino ad uno spessore di 10 cm sopra tubo
- Reinterro con materiale di scavo e compattazione del terreno
- Posa di nastro di segnalazione a circa 50 cm sotto il filo del terreno con indicante il sottoservizio interrato

31.6.7.8 Collettori di distribuzione

Caratteristiche tecniche

I collettori in arrivo, partenza e di distribuzione saranno realizzati con tubazione in un solo pezzo in acciaio zincato senza saldatura in accordo alla norma UNI EN 10255:2007.

Devono essere dimensionati considerando come loro portata la somma delle portate contemporanee in partenza dai collettori stessi per una velocità di 2 m/s ed applicando un aumento del 30% sull'area della tubazione risultante dal calcolo.

Le staffe di sostegno saranno complete di piastre di appoggio da affogare nella struttura, e di bulloni e dado in acciaio inox. Tra le staffe ed i collettori sarà interposto isolante per dispersioni elettriche.

Ogni collettore, oltre agli attacchi previsti dai circuiti idraulici da realizzare, dovrà essere provvisto di valvola di scarico collegata, dopo bicchiere, alla rete prevista.

Nel caso di attacco filettato dovrà essere prevista l'installazione di un giunto a tre pezzi.

Sui collettori dovrà inoltre essere installato il seguente equipaggiamento:

- a) collettori di mandata
 - misura visiva pressione;
 - attacco valvolato e flangiato di riserva;
- b) collettori dei ritorni
 - attacco con guaina per termometro di prova sulla tubazione principale di ritorno;
 - misura visiva di pressione;
 - attacco valvolato e flangiato di riserva.

Prescrizioni di posa

Per la realizzazione degli impianti si intendono incluse nelle prestazioni della ditta tutte le opere indicate e descritte nella documentazione di riferimento ed in genere tutto quanto necessario per una perfetta esecuzione e funzionamento degli impianti, anche nelle parti eventualmente non descritte o mancanti sui disegni.

31.6.7.9 Tubazioni in acciaio nero e zincato e tubazioni in materiale plastico

Riferimenti normativi

UNI EN 10255:2007, Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura;

UNI EN 10224 - 2006 Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi

UNI EN 1452 – 2010 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U)

UNI EN 12666-1 2011 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Polietilene (PE)

UNI EN 10255:2007: Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura

UNI EN 10216-1 2014: Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione

UNI EN 10240 1999 Rivestimenti protettivi interni e/o esterni per tubi di acciaio - Prescrizioni per i rivestimenti di zincatura per immersione a caldo applicati in impianti automatici

UNI EN 10241 - 2002: Raccordi di acciaio filettati per tubi

UNI EN ISO 228-1 2003: Filettature di tubazioni per accoppiamento non a tenuta sul filetto

UNI EN 1092-1:2013 Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Parte 1: Flange di acciaio

UNI 9182:2014, "Impianti di alimentazione e distribuzione di acqua fredda e calda. Progettazione, installazione e collaudo;

Norme UNI per accessori e saldature;

Raccomandazioni emanate dall'Istituto Italiano Plastici (IIP).

Caratteristiche tecniche

Tubazioni in acciaio

Le tubazioni dovranno essere in acciaio al carbonio senza saldatura rispondenti alla UNI EN 10255:2007. Gli spessori sono definiti dalla serie media.

Le tubazioni dovranno essere accompagnate in ogni caso da attestato di conformità redatto secondo le disposizioni della EU 21.

Le tubazioni saranno fornite come segue:

- zincate a caldo secondo UNI EN 10240 con le estremità filettate coniche secondo UNI ISO 7/1 con manicotto conforme alle UNI EN 10241 avvitato ad una estremità;
- nere con le estremità lisce, tagliate perpendicolarmente all'asse del tubo, esenti da sbavature.

I tubi saranno forniti in tratti da 6 m ciascuno (dove possibile). Le tolleranze dimensionali, di spessore e di massa lineica dovranno rispettare i requisiti della normativa. Ciascun tratto sarà fornito, marcato in maniera indelebile con i seguenti contrassegni:

- nome o marchio del fabbricante;
- la sigla S che definisce i tubi senza saldatura;
- la sigla M che identifica la serie media;
- la normativa UNI EN 10255:2007 ed il materiale del tubo.

Raccorderia

I raccordi per tubi saranno zincati.

I raccordi di connessione tra tubi saranno:

- con giunti filettati di diametri fino a DN50;
- flangiati o saldati per diametri superiori.
- I raccordi zincati avranno entrambe le estremità filettate gas UNI ISO 228 (ex UNI 338). I raccordi grezzi avranno entrambe le estremità atte ad essere saldate.

Le flange di collegamento dei tratti di tubazioni in acciaio nero saranno del tipo piano UNI EN 1092 in acciaio, da saldare a sovrapposizione al tubo, fornite forate e con risalto tornito.

Supporti e ancoraggi

Gli ancoraggi per le tubazioni orizzontali e verticali, laddove non diversamente indicato nei disegni di progetto, saranno del tipo a collare, con attacco a parete e/o a soffitto, in acciaio zincato.

I supporti saranno realizzati previo controllo delle quote, da eseguire in opera da parte del fornitore, in relazione alle esigenze di montaggio.

Tutti i collari, supporti e staffe di sostegno delle tubazioni idriche saranno opportunamente isolate sia tra loro sia con le tubazioni in modo da interrompere ogni circolazione di corrente vagante.

Il materiale da adottare per le parti in lamiera e profilato sarà acciaio Fe 360 B UNI EN 10025, mentre per i tubi di carpenteria si adotterà Fe 35.1 e equivalenti.

Prescrizioni di posa

Collegamenti tubazioni zincate

I vari tratti di tubazioni zincate saranno collegati tra di loro tramite manicotto filettato, fornito con il tubo stesso. Si avranno connessioni filettate per diametri fino a DN 50, flangiati per diametri superiori. Qualora il tratto di tubo da montare fosse inferiore alla lunghezza di barra fornita si procederà al taglio della barra a misura ed alla filettatura dell'estremità tagliata secondo UNI 160 7/1.

I tratti di tubazioni in acciaio zincato da collegare a raccorderia e valvolame saranno filettati all'estremità secondo le filettature della raccorderia e del valvolame. Tutte le filettature saranno ben pulite per eliminare ogni residuo dell'operazione. I tagli saranno ben rifiniti per asportare le sbavature interne.

Collegamenti tubazioni in acciaio

I vari tratti di tubazioni in acciaio nero saranno collegati tramite accoppiamento saldato di testa o giunto flangiato. Le estremità andranno pulite prima della saldatura e preparate secondo quanto previsto dalla normativa. Le saldature andranno eseguite da saldatore qualificato in base ad una scheda di saldatura omologata da ente riconosciuto.

Il fornitore, in base alle saldature da operare, consegnerà su richiesta del cliente le schede di saldatura relative ed una specifica di saldatura.

Tutti i manicotti filettati, saldati ai tubi, saranno rimaschiati al fine di eliminare eventuali deformazioni dovute alla saldatura. Tutte le filettature saranno ben pulite per eliminare ogni residuo dell'operazione.

Per gli accoppiamenti flangiati, i fori delle flange dovranno essere sfaldati rispetto ai piani principali di simmetria. Nessun accoppiamento tra flange dovrà avvenire senza interposizione di guarnizioni. Dove esiste il pericolo di disallineamento per effetto del ritiro della saldatura, le flange dovranno essere accoppiate con interposizione di una guarnizione provvisoria e quindi saldate.

Tutti i tiranti ed i bulloni dovranno essere trattati con olio grafitato prima di essere installati.

Tutte le teste dei bulloni dovranno essere montate dalla stessa parte; i tiranti dovranno sporgere in egual misura dai dadi.

Sui giunti flangiati, dove si prevede l'inserzione di dischi ciechi per l'esecuzione dei collaudi idrostatici, dovranno essere montate guarnizioni provvisorie in luogo di quelle definitive. I giunti flangiati tra parti in acciaio e parti in ghisa, dovranno essere eseguiti, serrando i bulloni uniformemente dopo aver predisposto il perfetto parallelismo ed allineamento laterale e aver portato a contatto i piani delle flange e la guarnizione.

Collegamenti tubazioni con giunti scanalati

In via subordinata ed in accordo con il parere della D.L. è possibile l'utilizzo di giunti scanalati (ed i relativi accessori) per l'accoppiamento delle tubazioni mediante l'interposizione di idonea guarnizione, il collegamento deve consentire flessibilità sia lineare che angolare (compresa tra $1^\circ \div 2^\circ$ a seconda delle dimensioni), con pressione massima di esercizio pari 34,5 bar.

I giunti ed i relativi accessori saranno in ghisa malleabile (ASTM A-536 grado 65-45-12) zincati a caldo, guarnizioni in EPDM, vite e dadi in acciaio al carbonio placcato a caldo. Le temperature di esercizio del giunto saranno comprese min/max $-34^\circ\text{C}/110^\circ\text{C}$.

La suddetta tipologia di collegamento delle tubazioni è stata utilizzata nelle installazioni degli impianti antincendio delle stazioni delle tratte precedenti nonché in galleria.

Montaggio tubazioni

La posa delle tubazioni, in posizione orizzontale e verticale dovrà essere eseguita rispettando gli interassi minimi ammissibili dalle norme.

I supporti a collare da fissare a parete ed a soffitto per le tubazioni orizzontali e verticali saranno disposti a 2 m l'uno dall'altro. Per le tubazioni orizzontali, i supporti saranno posti a distanza decrescente al crescere del diametro della tubazione e comunque tali da evitare avvallamenti.

Il fornitore dovrà presentare in fase esecutiva un disegno particolareggiato dello staffaggio che intende adottare, dal quale si evinca il tipo di collare adottato, con il relativo sistema di fissaggio a parete e la posizione di ciascun collare con i relativi interassi.

Per ciò che riguarda i supporti riportati nei disegni di progetto, il fornitore dovrà rispettare le indicazioni dimensionali riportate sugli stessi.

Tutti gli attraversamenti di pareti e pavimenti dovranno essere realizzati con manicotti di acciaio zincato, installati e sigillati nei relativi fori prima della posa delle tubazioni.

Per gli attraversamenti delle pareti in calcestruzzo armato si useranno manicotti annegati nel getto mediante zanche fissate ai manicotti stessi.

Il diametro dei manicotti sarà di una grandezza superiore a quella dei tubi passanti, al lordo di isolamento. Le estremità sporgenti dal filo esterno di pareti e solette saranno di almeno 25 mm.

I manicotti passanti attraverso le solette saranno posati prima nel getto di calcestruzzo ed otturati in modo da impedire eventuali penetrazioni. Lo spazio libero fra il tubo e il manicotto sarà riempito con lana di roccia o altro materiale incombustibile; le estremità sigillate con mastice e ricoperte con rosetta in acciaio verniciato se in vista.

Quando più manicotti debbano essere disposti affiancati, si dovranno fissare i manicotti su un supporto comune poggiante sul solaio, per mantenere lo scarto ed il parallelismo.

Le tubazioni interrato dovranno essere posate su letto di sabbia, rinfiancate e ricoperte sempre con sabbia. La sabbia deve essere ben costipata. In corrispondenza di derivazioni dovranno essere previsti blocchi di ancoraggio in calcestruzzo per proteggere le tubazioni dalle sollecitazioni di carattere dinamico.

I circuiti in partenza dai collettori saranno identificati con targhette indicatrici, realizzate in acciaio zincato o in materiale plastico con schermo protettivo in plexiglas trasparente.

Verniciature tubazioni

Le tubazioni degli impianti antincendio saranno verniciate nel colore rosso RAL 3000. Per gli altri impianti il colore verrà indicato dalla D.L.

Tubazioni in materiale plastico

Le giunzioni dovranno essere realizzate secondo le raccomandazioni dell'Istituto Italiano Plastici, contenute nelle pubblicazioni:

- n. 4 per tubi di PVC;
- n. 10 per tubi di PEAD.

In linea generale le giunzioni sulle tubazioni di PEAD dovranno essere eseguite solo con manicotti a saldatura elettrica; possono essere accettate saldature di testa su tronchi e sistemi preassemblati in stabilimento dal fornitore o, in casi particolari, solo dietro esplicita approvazione della Direzione Lavori.

Per le tubazioni interrato si farà riferimento a quanto detto per le tubazioni in acciaio.

Trattamenti protettivi

Tubazioni di acciaio interrato

Rivestimento esterno pesante costituito da:

- fondo: pellicola di bitume;
- protettivo: strato di miscela bituminosa;
- 1a armatura: strato di feltro di vetro impregnato di miscela bituminosa;
- 2a armatura: strato di tessuto di vetro impregnato di miscela bituminosa;
- finitura: pellicola di idrato di calcio.

Verifiche funzionali e collaudo

Tubazioni

Dovranno essere previsti sfiati e drenaggi sui punti alti e bassi delle linee da collaudare.

Tutte le giunzioni delle tubazioni, comprese quelle saldate, dovranno essere lasciate non verniciate fino al completamento dei collaudi a pressione.

Dovranno essere installati dischi ciechi o fondelli sulle linee che si collegano a linee esistenti, per permettere la loro pressatura ed il lavaggio.

La pressione di collaudo di ciascuna linea sarà pari a 1,5 volte la pressione di esercizio con un minimo di 10 bar. La pressione di collaudo sarà mantenuta due ore ed in ogni caso per un tempo sufficientemente adeguato per permettere la completa ispezione del sistema sotto collaudo.

Nessuna perdita sarà ammessa, ogni perdita dovrà essere riparata ed il collaudo ripetuto.

La pressione di collaudo dovrà essere misurata mediante strumenti aventi fondo scala non superiore a 2 volte la pressione di collaudo.

Gli strumenti di misura per il collaudo dovranno essere installati il più vicino possibile al punto più basso del sistema di tubazioni oggetto della prova.

La prova si considera superata se il manometro di controllo non rileva cadute di pressione superiori a 0,3 bar per tutto il tempo stabilito.

Tutti gli sfiati e le altre connessioni che possono servire da sfiato dovranno essere lasciate aperte durante il riempimento in modo da permettere l'evacuazione dell'aria.

I collaudi delle tubazioni non dovranno aver luogo a temperatura del metallo inferiore a 1,5°C. Se il collaudo deve essere eseguito a temperatura inferiore, dovrà essere aggiunto all'acqua di riempimento, un additivo antigelo nella proporzione necessaria.

Dopo il collaudo idrostatico, tutte le linee ed apparecchiature dovranno essere drenate.

Per le tubazioni installate “a misura” le modalità di misurazione saranno le seguenti:

- rilevazione sui disegni del progetto costruttivo e verifica della lunghezza dei tronchi di tubo misurati lungo l'asse includendo i pezzi speciali;
- determinazione del peso moltiplicando le lunghezze per il peso unitario nominale delle tubazioni in funzione dello spessore secondo le norme UNI;
- determinazione con la D.L. dell'incidenza percentuale per la lavorazione dei pezzi speciali e per la realizzazione degli staffaggi;
- i prezzi unitari al kg, dell'elenco riferito al peso così calcolato compensano ogni onere e cioè: il costo del tubo e dei pezzi speciali, gli sfridi, i supporti, di qualunque tipo, la mano d'opera diretta e indiretta per la posa, i trasporti al cantiere, la movimentazione all'interno del cantiere, i ponteggi, i materiali e accessori di consumo, le assistenze e le opere murarie fatta eccezione per le predisposizioni riportate sui disegni del progetto esecutivo.

31.6.7.10 Giunti dielettrici

Riferimenti normativi

UNI 10285 1993: Giunti isolanti monoblocco

UNI EN 10204 2005: Prodotti metallici - Tipi di documenti di controllo

Parti metalliche: anelli in acciaio ASTM A 104 INI Fe 510 B o equivalenti

Tronchetti: tubo API 5L Gr. B-API 5LX-ASTM A 106 – UNI 4491- 68

Anelli di isolamento: stratificato di vetro e resina epossidica classe G10 – G11 (NEMA LI 1)
R. compr. > 400 N/mm²

Caratteristiche tecniche

I giunti dielettrici saranno del tipo per installazione lungo tubazioni.

In condizioni di emergenza per incendi del treno in stazione o incendio in galleria, i giunti possono essere sottoposti a temperatura elevata pertanto è necessari che ogni giunto sia protetto con intonaco refrattario con caratteristiche REI 120, e successivamente inscatolato.

I giunti saranno posizionati sull'anello di distribuzione sprinkler di stazione installata alla quota via di corsa dei treni, nonché lungo la tubazione antincendio a idranti in galleria.

Caratteristiche tecniche

- Guarnizioni di tenuta: butadiene acrilonitrile-fluoropolimero (VITON) per alte temperature di servizio
- Materiale sigillante: resina epossidica indurente a freddo
- Rivestimento interno: resina epossidica in polvere a 220°C
- Pressione nominale: PN 25 (ANSI 150)
- Rivestimento esterno: fondo epossifenolico

Proprietà meccaniche e dielettriche

- Pressione di esercizio: pari a PN (ANSI Rating)
- Pressione di collaudo: pari a 1.5 PN
- Temperatura di esercizio: -10°C / 70°C
- Rigidità dielettrica: $\geq 3.000 \text{ V}$ (a 50 Hz)
- Resistenza elettrica: $\geq 5 \text{ Mohm}$
- Resistenza elettrica con giunto pieno d'acqua:

$$R(\text{Ohm}) = Q(L-2l) / A$$

dove:

R = Resistenza (Ohm)

Q = Resistività media dell'acqua (Ohm x cm)

L = Lunghezza totale del giunto (cm)

l = Lunghezza delle parti interne del giunto non rivestite (cm)

A = Sezione interne del giunto (cm²)

Prescrizioni di posa

I giunti saranno interposti lungo le tubazioni in acciaio zincato come sopra citato in accordo ai collegamenti meccanici delle tubazioni stabili dalle norme

Verifiche funzionali e collaudo

- Verifica qualitativa e quantitativa
- Verifica delle conformità ai certificati di omologazione.
- Verifica del corretto funzionamento e montaggio
- Assenza di vibrazioni a valle del giunto.
- Inoltre sarà verificata l'assenza di trafiletti di fluido attraverso il corpo del giunto e le giunzioni nel corso delle prove di tenuta dell'impianto.

31.6.7.11 Valvole con attacchi filettati e valvole con attacchi a flangia

Riferimenti normativi

UNI EN 19, "Marcatura delle valvole industriali di impiego generale";

UNI 6884, "Valvole di intercettazione e regolazione di fluidi. Condizioni tecniche di fornitura e collaudo";

UNI EN 1171 2004: Valvole industriali - Valvole a saracinesca di ghisa

Norme ISPESL;

UNI 9157 "Disconnettore a tre vie".

Caratteristiche tecniche

- Costruzione di marca e tipo approvati dalla Direzione Lavori e tale da garantire un'ottima tenuta nel tempo anche con manovre poco frequenti;
- Pressione nominale (PN) in accordo con le prescrizioni delle tubazioni sulle quali il valvolame è montato.

Valvolame di intercettazione filettato

Valvole a sfera a passaggio totale PN 16:

- corpo in ottone OT58 UNI 5705-65 nichelato e cromato. Sfera in ottone OT58 nichelata, cromata e diamantata;
- tenuta sulla sfera in PTFE;
- tenuta sull'asta con O-ring in Viton e guarnizione in PTFE;
- attacchi a manicotto, filettati gas;
- leva in acciaio plastificato o alluminio con boccola distanziatrice per tubazioni coibentate.

Valvolame di intercettazione flangiato

Sconnettore a zona di pressione ridotta:

- corpo e coperchio in ghisa Ft 25;
- rivestimento interno ed esterno in vernice epossidica di qualità alimentare con spessore di 150 micron;
- - otturatori a monte ed a valle in bronzo;
- - guarnizioni di tenuta in EPDM
- - aste e molla in acciaio inox;
- - sede in bronzo;
- membrana in tessuto poliammidico a struttura compatta con rivestimento in neoprene aderente;
- supporto membrana in nylon;
- attacchi a flangia;
- complete di controflange bulloni e guarnizioni.

Valvole a sfera in ghisa

- corpo in ghisa;
- sfera in AISI 304;
- leva in acciaio al carbonio;
- completa di controflange, bulloni e guarnizioni.

Valvolame di ritegno

Valvole di ritegno a battente filettate PN 16:

- Corpo e coperchio in ottone;
- tipo a clapet con otturatore in gomma dura.

Valvole di ritegno a membrana:

- Tipo a passaggio venturimetrico;
- corpo in ghisa;
- guida e otturatore in ghisa;

- guarnizione di tenuta piana in elastomero;
- molla in acciaio inox;

Valvole di ritegno a palla:

- tipo a sfera rivestita in gomma, con facile accesso alla sfera;
- corpo in ghisa;
- funzionamento orizzontale e verticale;
- attacchi a flangia PN 10.

Giunti antivibranti:

- tipo a spinta eliminata, con attacchi flangiati.
- corpo: gomma di caucciù in unico pezzo con flange di acciaio vulcanizzate sul corpo.
- controflange a collarino secondo UNI EN 1092-1 PN 16, bulloni e guarnizioni
- temperatura massima d'esercizio: 100 °C
- funzionamento in orizzontale e verticale;
- pressione nominale minima: 16 kg/cmq

Filtri ad"Y":

- corpo in ghisa GG25
- cestello filtrante e rete in acciaio inox.
- controflange a collarino secondo UNI EN 1092-1 PN 16, bulloni e guarnizioni
- temperatura massima d'esercizio: 300 °C
- funzionamento in orizzontale con il flusso d'acqua in direzione dell'indicazione riportata sul filtro stesso;
- pressione nominale minima: 16 kg/cmq

Prescrizioni di posa

Tutto il valvolame impiegato ed i pezzi speciali saranno verniciati secondo le medesime modalità indicate per le tubazioni, o catramati a caldo se interrati.

Le valvole saranno con attacchi filettati o con attacchi flangiati in funzione delle indicazioni progettuali.

Sui collettori saranno sempre con attacchi flangiati.

Tutto il valvolame filettato sarà montato con bocchettone a tre pezzi, per permettere un agevole smontaggio.

Le leve o gli organi di manovra dovranno permettere manovre di chiusura o apertura senza interferire con tubazioni o valvolame adiacente.

Verifiche funzionali e collaudo

- Verifica qualitativa e quantitativa
- Verifica delle conformità ai certificati di omologazione.
- Verifica del corretto funzionamento e montaggio
- Assenza di vibrazioni a valle del giunto.

- Inoltre sarà verificata l'assenza di trafiletti di fluido attraverso il corpo del giunto e le giunzioni nel corso delle prove di tenuta dell'impianto.

31.6.7.12 Specifica tecnica per idrante UNI 70

Riferimenti normativi

- Norme UNI per i singoli componenti;
- UNI 10779 2007: Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio
- UNI EN 671-1 2003: Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Naspi antincendio con tubazioni semirigide
- UNI EN 671-2 2004: Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Parte 2: Idranti a muro con tubazioni flessibili
- UNI EN 14540 2007: Tubazioni antincendio - Tubazioni appiattibili impermeabili per impianti fissi
- UNI 9487 2006: Apparecchiature per estinzione incendi - Tubazioni flessibili antincendio di DN 70 per pressioni di esercizio fino a 1,2 MPa
- UNI 7422 2011: Apparecchiature per estinzione incendi - Sistemi di fissaggio per tubazioni appiattibili prementi

Caratteristiche tecniche

Idrante antincendio UNI 70 comprendenti:

- rubinetto idrante in bronzo UNI 70;
- manichetta
- attacco a baionetta

Prescrizioni di posa

Modalità di installazione secondo quanto previsto, nell'ordine, in:

- prescrizioni di legge e dei VV.F. in materia di prevenzione incendi;
- norma UNI EN 10779 e UNI EN 12845:2015 per quanto applicabile;
- si prescrive la dotazione di idoneo coibente e relative finiture per i terminali UNI 70 al fine di evitare il congelamento della tubazione in arrivo dalla stazione e del rubinetto idrante, come da requisiti UNI 10779 par. 7.1.4 e UNI EN 12845:2015 11.1.2.2.
- specifiche richiamate per i singoli componenti.

Verifiche funzionali e collaudo

Prima del collaudo la Ditta dovrà rilasciare un certificato di installazione dell'impianto come da UNI EN 10779 e UNI EN 12845:2015 (per quanto applicabile).

Le prove e le verifiche di collaudo dovranno essere eseguite in conformità alla norma UNI sopracitata a cura della Ditta che raccoglierà ordinatamente tutti i risultati con i relativi riferimenti nei disegni del "AS-BUILT".

La D.L. controllerà la conformità funzionale con il progetto e ripeterà, a discrezione, le prove più significative in contraddittorio con la Ditta.

La D.L. eseguirà anche in corso d'opera, e/o in sede di collaudo provvisorio la verifica quantitativa e qualitativa delle installazioni per accertarne, in linea di principio, le conformità con le caratteristiche fondamentali indicate nel capitolato.

In generale le prove consisteranno in:

- prova a pressione come da specifica tubazioni;
- prova di erogazione;
- verifica funzionale della strumentazione.

31.6.7.13 Valvole di intercettazione a sfera

Riferimenti normativi

Si fa riferimento alla normativa UNI che riguarda specificamente l'apparecchiatura in oggetto, ed alle altre normative correlate.

Caratteristiche tecniche

Valvole di intercettazione a sfera a passaggio totale, corpo in ottone e sfera in ottone cromato, leva in duralluminio plastificato, attacchi filettati gas.

Prescrizioni di posa

Per la realizzazione degli impianti si intendono incluse nelle prestazioni della ditta tutte le opere indicate e descritte nella documentazione di riferimento ed in genere tutto quanto necessario per una perfetta esecuzione e funzionamento degli impianti, anche nelle parti eventualmente non descritte o mancanti sui disegni.

Verifiche funzionali e collaudo

Le prove e le verifiche di collaudo dovranno essere eseguite a cura della Ditta che raccoglierà ordinatamente tutti i risultati con i relativi riferimenti nei disegni del "AS-BUILT".

La D.L. controllerà la conformità funzionale con il progetto e ripeterà, a discrezione, le prove più significative in contraddittorio con la Ditta.

Il collaudo dovrà essere effettuato con le modalità previste dalle norme sopra indicate.

31.6.7.14 Cavi scaldanti

Riferimenti normativi

Si fa riferimento alla normativa UNI che riguarda specificamente l'apparecchiatura in oggetto, ed alle altre normative correlate.

Caratteristiche tecniche

I cavi scaldanti autoregolanti dovrà essere costituito da:

- due conduttori in rame stagnato immersi in una matrice semiconduttiva irradiata;
- un isolante primario;
- una calza metallica per la protezione meccanica e collegamento a terra;
- una guaina isolante esterna in elastomero termoplastico o fluoropolimero nel caso di esposizione a sostanze organiche.

La matrice semiconduttiva, realizzata con un materiale dalle particolari caratteristiche resistive e capacitive, conferisce al cavo la caratteristica di autoregolazione in funzione della temperatura.

Alle basse temperature, la conducibilità della matrice aumenta permettendo un maggiore passaggio di corrente attraverso il circuito parallelo, che collega i conduttori per l'intera lunghezza del cavo scaldante

La potenza erogata per effetto Joule così aumenta e di conseguenza aumenta anche la temperatura del cavo.

Con il riscaldamento del cavo, la resistenza della matrice aumenta ed il passaggio di corrente tra i due conduttori si riduce.

I cavi scaldanti autoregolanti possono essere forniti in matasse o bobine in lunghezza arbitraria.

Prescrizioni di posa

Il cavo dovrà essere posizionato e fissato alle tubazioni nelle seguenti modalità:

- Longitudinalmente sotto le tubazioni, a 45° rispetto alla verticale, 1 metro di cavo per ogni metro di tubo nelle tubazioni interrate
- Spiralato intorno alle tubazioni per le tubazioni installate a vista

Il cavo scaldante viene fissato alle tubazioni:

- con nastro in fibra di vetro adesivo, effettuando 3 giri di nastro sovrapposti ogni 0,3 metri di tubazione.
- con nastro in alluminio adesivo, posando il nastro longitudinalmente sul cavo scaldante; questa soluzione è particolarmente indicata per migliorare la distribuzione termica nei casi:
 - tubazioni in materiale plastico
 - coibentazioni di spessore ridotto o scarso isolamento termico

Il cavo scaldante dovrà essere dotato di termostato a bulbo con la sonda applicata a contatto con la tubazione, nella posizione più fredda. Il termostato dovrà essere in grado di interrompere il passaggio di corrente al raggiungimento della temperatura limite, fissata a 5°C.

Avvertenze

- durante la posa e fino alla installazione degli accessori, le teste libere del cavo vanno protette contro l'ingresso di umidità.

- non inserire il cavo scaldante autoregolante all'interno di cavidotti (tubazioni, corrugati, ecc.) in quanto tale applicazione potrebbe danneggiare il cavo a seguito del suo
- per la connessione del cavo scaldante autoregolante utilizzare cavi d'alimentazione sotto guaina (multipolari – es. FG7OR) in modo da consentire la corretta fuoriuscita del gel dalle estremità delle connessioni
- Non cortocircuitare le estremità dei cavi scaldanti autoregolanti.
- Verificare sempre la potenza effettiva disponibile;

Verifiche funzionali e collaudo

Una volta fissato il cavo alle tubazioni occorre procedere alle seguenti verifiche:

- Misura della resistenza di isolamento tra conduttori e schermo, che deve risultare superiore a 20 MOhm.
- Verifica della funzionalità del cavo, alimentando le tratte alla tensione nominale per verificare l' idoneità del collegamento.

32.SISTEMI ANTIRUMORE

32.1 Prequalifica del sistema antirumore

I sistemi antirumore devono essere caratterizzati sia in termini di proprietà prettamente acustiche, descritte da alcune prestazioni funzionali (caratteristiche acustiche), sia in termini di proprietà meccaniche, di sicurezza, di compatibilità ambientale, ecc. (caratteristiche non acustiche).

L'insieme di queste caratteristiche, acustiche e non acustiche, deve essere opportunamente certificato, secondo le metodologie e le norme di riferimento di seguito esplicitate.

I sistemi antirumore stradali, in quanto rientranti fra i “dispositivi fissi per la circolazione”, sono regolamentati dalla Direttiva Europea 89/106 CEE “Prodotti da Costruzione” (CPD) recepita a livello italiano dal DPR 246/93. Fondamento della direttiva è il principio in base al quale i prodotti impiegati nelle costruzioni debbano essere dotati di caratteristiche idonee a garantirne la conformità ai seguenti requisiti essenziali:

- resistenza meccanica e stabilità;
- sicurezza in caso di incendio;
- igiene salute e ambiente;
- sicurezza di utilizzazione;
- protezione contro il rumore;
- risparmio energetico e isolamento termico.

Le norme armonizzate europee riguardano le caratteristiche intrinseche dei prodotti utilizzati e costituiscono il riferimento per il rilascio del marchio CE.

Pertanto, il “sistema barriera antirumore”, costituito da diversi elementi (pannelli, montanti, guarnizioni, etc.), deve possedere i requisiti funzionali minimi dettagliati dalla norma armonizzata UNI EN 14388 (Road traffic noise reducing devices – Specifications) ed essere commercializzato come sistema omogeneo riportante la marcatura CE.

Seguendo lo spirito che è alla base delle norme armonizzate, la marcatura CE si intende applicata al sistema barriera antirumore e non al singolo componente; inoltre la marcatura CE garantisce la conformità di un certo numero di prestazioni “minime” e non è quindi esaustiva di altre funzionalità o requisiti dettagliati dal presente Capitolato Speciale al fine di tener conto di particolari situazioni di installazione dei prodotti.

La marcatura CE si riferisce pertanto ad un insieme di caratteristiche prestazionali che attestano la prequalifica del sistema antirumore.

L'attestato di marcatura e relativi certificati di prova rilasciati da laboratorio accreditato devono essere esibiti in fase di approvazione degli elaborati di officina, in ogni caso prima dell'inizio delle attività di cantiere.

La marcatura CE non esime comunque il fornitore dal presentare:

- certificati relativi a prove integrative alla prequalifica eventualmente richieste dal progettista;
- certificati di conformità di prodotti e materiali richiesti dalla Direzione Lavori in base alle caratteristiche prescritzionali (vedi più avanti);
- certificati di collaudo e verifiche di durabilità richieste dalla Direzione Lavori in base alle indicazioni progettuali.

Nei paragrafi seguenti sono trattate separatamente le singole caratteristiche prestazionali, indicando per ognuna le grandezze da verificare, corredate delle norme di riferimento secondo cui le prove devono essere eseguite.

In alcuni casi le norme di riferimento forniscono i valori minimi di accettazione e/o i criteri per la ripartizione in classi dei risultati ottenuti.

32.1.1 Requisiti acustici. Modalità di esecuzione delle prove e classificazione dei sistemi

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

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

I valori minimi indicati dalla norma tecnica non escludono specifiche richieste effettuate dal progettista in relazione alle peculiarità dei singoli progetti. In questi casi i sistemi antirumore, all'atto della prequalifica, dovranno soddisfare i requisiti minimi di Progetto.

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

A fini di collaudo i rilievi devono essere eseguiti in ragione di almeno un punto individuato dalla Direzione Lavori, per 2.000 metri lineari di barriera. Rispetto ai valori nominali di

prequalificazione è ammessa una tolleranza in difetto pari al 10% per quanto riguarda l'indice di riflessione, DL_{RI} , in ciascuna banda di 1/3 ottava, e a 2 dB per quanto riguarda il fonoisolamento, espresso come DL_{SI} .

Se previsto dal piano di manutenzione, le stesse procedure possono essere utilizzate per verificare la durabilità dei materiali impiegati, con riferimento all'invecchiamento (condizioni meteorologiche, effetti chimico-fisici).

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

- **Assorbimento acustico**

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

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

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

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

- DL_α per prodotti sottoposti a prova, in accordo alla UNI EN 1793-1;
- DL_{RI} per prodotti sottoposti a prova, in accordo alla UNI CEN/TS 1793-5.

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

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

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

La categoria A0 è da intendersi riferita a sistemi antirumore per i quali la valutazione della caratteristica di fonoassorbimento non è rilevante.

- **Isolamento acustico**

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

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

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

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

- DL_R , per prodotti provati in accordo alla UNI EN 1793-2;
- DL_{SI} , per prodotti provati in accordo alla UNI CEN/TS 1793-5.

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

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

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

La categoria B0 è da intendersi riferita a sistemi antirumore per i quali la valutazione della caratteristica di fonoisolamento non è rilevante.

- **Diffrazione del bordo superiore**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

32.1.2 *Requisiti strutturali*

• *Premessa*

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

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

I sistemi antirumore dovranno essere posti in opera a una distanza sufficiente dalle barriere di sicurezza, tale da garantire il funzionamento indipendente dei due sistemi. Qualora il Progetto preveda l'utilizzo di sistemi combinati di sicurezza ed antirumore, questi, oltre alle verifiche di conformità previste per le barriere antirumore, dovranno rispondere anche alla normativa vigente in materia di barriere di sicurezza stradale (D.M.21/6/2004, UNI EN 1317-1 e UNI EN 1317-2).

• *Requisiti meccanici*

La norma UNI EN 1794 Parte 1 specifica i requisiti meccanici dei sistemi per la riduzione del rumore; tali sistemi sono soggetti alle tipologie di carico seguenti, come definite dalla stessa norma:

- carichi indotti dal vento (Appendice A);
- pressione dinamica dovuta al passaggio dei veicoli (Appendice A);

- neve (barriere non verticali - Appendice A);
- peso proprio (Appendice B);
- impatto di pietre (Appendice C);
- carichi indotti dalla rimozione della neve (Appendice E)

In particolare, anche nel caso in cui la barriera antirumore sia collocata su un ponte stradale, l'azione del vento da considerare per le verifiche di stabilità del sistema è ricavata dal documento ENV 1991-2-4 (Eurocodice 1: Basi di calcolo ed azioni sulle strutture – Parte 2-4: Azioni sulle strutture – Azioni del vento) e dal relativo Documento Nazionale di riferimento.

Le combinazioni, la contemporaneità e i fattori di combinazione dei carichi elementari elencati sono definiti nelle Appendici A e B della UNI EN 1794-1

La conformità di un sistema antirumore ai requisiti meccanici richiesti deve essere dimostrata da una relazione di calcolo, firmata da un professionista abilitato che se ne assume la piena responsabilità, quando tutti i fattori concorrenti, incluse le tipologie di vincolo, siano determinabili con affidabilità. Il resoconto di calcolo deve includere tutte le informazioni richieste nell'Appendice A della UNI EN 1794-1.

• **Prove**

La verifica della conformità del sistema antirumore ai requisiti richiesti può essere ottenuta mediante prove, da condurre in accordo alla UNI EN 1794-1. E' richiesta la prova sperimentale in presenza di elementi acustici compositi (esempio lastra trasparente con cornice) e, in generale, quando alcuni fattori, come le caratteristiche di resistenza del prodotto, le tipologie di vincolo, etc., non possano essere determinati con piena affidabilità.

Qualora in Progetto si preveda che, a causa della vicinanza della barriera alla corsia di marcia e della presenza di notevoli volumi di traffico, la barriera antirumore sia soggetta a fenomeni di fatica, occorre effettuare, oltre alla verifica della struttura portante, anche una verifica sperimentale del comportamento dei moduli acustici (pannelli o lastre trasparenti con relative cornici). Tale prova dovrà essere eseguita secondo procedure e modalità di carico concordate con il progettista, in funzione delle caratteristiche specifiche dell'opera da eseguire.

Il resoconto di prova deve includere una descrizione completa delle condizioni di prova, inclusi i dettagli dei supporti, delle procedure seguite e del carico degli elementi; deve inoltre fornire tutte le informazioni richieste nell'Appendice A della UNI EN 1794-1.

32.1.3 Requisiti di sicurezza nell'esercizio e compatibilità ambientale dei materiali impiegati.

Per quanto riguarda la sicurezza nell'esercizio, la normativa europea tratta i seguenti aspetti:

- comportamento degli elementi in presenza di fuoco;
- pericolo di caduta di parti di barriera in seguito a violenti urti;
- uscite di sicurezza;
- riflessione della luce e trasparenza

Per quanto riguarda la compatibilità ambientale dei materiali impiegati valgono le normative e prescrizioni tecniche sulle proprietà intrinseche dei materiali utilizzati: atossicità, riciclabilità,

smaltimento. La compatibilità dei sistemi antirumore alle specifiche inerenti i temi sopraelencati viene valutata con riferimento alla norma tecnica UNI EN 1794-2.

- ***Sistemi anticaduta e Pericolo di caduta di frammenti***

Frammenti di barriera, derivanti da rotture a seguito di impatti violenti, non devono costituire elementi di pericolo per gli occupanti dei veicoli o per altre persone poste in vicinanza della barriera.

Per i materiali fragili (esempio lastre trasparenti) è previsto l'impiego di lastre rinforzate (esempio lastre in PMMA con armatura interna realizzata con fili in poliammide) o di sistemi di ritenuta dei frammenti (esempio rete di sicurezza installata a tergo della barriera).

Inoltre è importante che a seguito di urti violenti i pannelli, pur rimanendo integri, non cadano creando pericoli per persone sottostanti, sia dal lato strada che dal lato ricettori. Per questo tipo di prodotti si ricorre in genere a sistemi di cavi di sicurezza che assicurano il pannello alla struttura portante della barriera.

In generale quindi, nel caso di barriere posizionate su opere d'arte sovrastanti altre infrastrutture di trasporto o abitazioni, come anche nel caso di barriere poste nelle immediate vicinanze di abitazioni o di aree in cui è probabile lo svolgimento di attività umane, vengono definiti criteri di accettabilità e test da eseguire, secondo quanto riportato nell'allegato B della norma tecnica UNI EN 1794 – 2.

- ***Comportamento in presenza di fuoco***

I sistemi antirumore possono essere esposti a fiamme provenienti dalla vegetazione secca o da altro materiale in stretta vicinanza.

Fiamme di maggiore intensità possono levarsi come risultato di incidenti. Particolarmente critico in caso d'incendio risulta il comportamento dei rivestimenti utilizzati per le gallerie o delle coperture parziali della sede viaria.

La conformità di un sistema antirumore per infrastrutture di trasporto ai requisiti di resistenza all'incendio della macchia deve essere dimostrata da una prova sperimentale, conforme alla UNI EN 1794-2, appendice A.

Il campione sottoposto a prova deve avere la medesima composizione del sistema antirumore per infrastrutture di trasporto che verrà effettivamente installato; se, per esempio, si vuole caratterizzare la resistenza al fuoco di un sistema antirumore composto da pannelli di materiali differenti, posti a diverse altezze dal suolo, il campione in prova deve essere costituito da pannelli dello stesso tipo e con la stessa posizione relativa.

Poiché la prova specificata nella UNI EN 1794-2, appendice A, non sottopone alle medesime condizioni tutti i materiali di cui può essere composto un sistema antirumore (per esempio, in un sistema antirumore composto da pannelli di due materiali differenti, con cambiamento della tipologia a partire da 2 m dal suolo, i pannelli posti ad altezza maggiore non sono esposti alla fiamma di prova come quelli vicini al suolo) e poiché comunque tale prova non contempla aspetti quali la classe di reazione al fuoco dei singoli materiali componenti, la tossicità dei fumi sprigionati in presenza di combustione, ecc. essa deve essere intesa solo come un'attestazione convenzionale di alcune caratteristiche di prodotto.

Al fine di assicurare requisiti minimi di sicurezza in presenza di un elevato carico d'incendio, il presente Capitolato Speciale d'Appalto raccomanda l'applicazione dei seguenti criteri:

- mantenere una distanza minima di 8 m tra i sistemi antirumore per infrastrutture di trasporto contenenti materiali non combustibili ed i più vicini siti con presenza di persone e/o di materiali infiammabili; per distanze inferiori, i sistemi antirumore devono essere totalmente costruiti con materiali incombustibili;
- per la sicurezza al fuoco dei rivestimenti di gallerie o per coperture parziali di infrastrutture di trasporto occorre valutare il carico d'incendio e la temperatura massima raggiungibile in accordo con le autorità competenti; nei casi suddetti non utilizzare la prova specificata in UNI EN 1794-2 app.A;
- al fine di evitare la propagazione della combustione lungo sistemi antirumore costruiti con materiali non combustibili, tali sistemi devono includere almeno ogni 150 m un tratto di lunghezza pari almeno a 6 m costruito con materiali incombustibili;
- su entrambi i lati di ogni via di fuga e/o accesso d'emergenza i sistemi antirumore devono comprendere un tratto di almeno 3 m di lunghezza costruito con materiali incombustibili;
- i materiali, combustibili e non combustibili, utilizzati nella realizzazione dei sistemi antirumore non devono sviluppare in caso di incendio fumi densi e/o tossici né provocare la caduta di materiale infiammato o produrre gocce o fili incandescenti che possano essere trasportati dal vento.

A supporto delle scelte tecniche di cui sopra, tutti i prodotti e/o componenti del sistema antirumore riguardo alla reazione al fuoco, devono essere testati e classificati in conformità alla UNI EN 13501-1.

- ***Riflessione della luce***

Per angoli di incidenza specifici, la luce solare o quella dei corpi illuminanti dei veicoli riflettendosi sui sistemi antirumore, può produrre effetti di abbagliamento per gli utenti dell'infrastruttura, pregiudicando la sicurezza stradale.

L'effetto dipende da parametri intrinseci dei prodotti da caratteristiche estrinseche dei siti di installazione.

Le norme tecniche non fissano pertanto un valore limite di riflessività. E' tuttavia richiesto che i prodotti siano testati così da poter disporre dei valori di riflessività determinati in condizioni normalizzate.

Per i sistemi antirumore per impieghi stradali o comunque in prossimità di strade i valori di riflessività sono misurati in conformità al metodo di prova prescritto dalla UNI EN 1794-2, appendice E.

- ***Trasparenza statica e dinamica***

Per le barriere si considerano due aspetti della trasparenza:

- trasparenza statica per le persone che vivono oltre la barriera
- trasparenza dinamica per gli utenti dell'infrastruttura stradale.

La trasparenza statica è importante per ragioni estetiche; quella dinamica viene valutata al fine di migliorare la visibilità e l'orientamento degli utenti della strada (ad esempio in corrispondenza di incroci e corsie di accesso), contribuendo alla sicurezza.

Tra i requisiti prestazionali richiesti per i sistemi antirumore, devono essere forniti valori di trasparenza statica e dinamica calcolati in conformità al metodo di prova prescritto dalla UNI EN 1794-2, appendice F.

- ***Vie di fuga in caso di emergenza***

Gli accessi per la manutenzione delle barriere e dei margini della strada, per i servizi di emergenza in soccorso ad un incidente e come via di fuga devono essere conformi a quanto prescritto dalla UNI EN 1794-2, appendice D.

Sono in genere previste porte attrezzate (dispositivi di apertura azionabili dall'esterno con chiavi e dall'interno con maniglioni antipánico) realizzate con gli stessi elementi costituenti la barriera o elementi equivalenti.

Ove necessario, si prevederanno scale realizzate secondo le norme di sicurezza vigenti, o altri provvedimenti qualora le uscite si trovino in condizioni avverse.

In mancanza di un indicazione precisa relativamente alla distanza minima tra le vie di fuga, si assume come riferimento la norma sui collegamenti pedonali previsti nelle gallerie a doppio fornice (ogni 300 metri), secondo il D.M. 05.11.01, capitolo 4.1.2, salvo specifiche indicazioni progettuali più restrittive.

- ***Compatibilità ambientale***

Relativamente ai requisiti di protezione ambientale deve essere rilasciata una dichiarazione dal fornitore del sistema antirumore, per la quale è possibile eventualmente avvalersi delle attestazioni emesse dai produttori dei singoli materiali componenti. Le voci da esplicitare chiaramente e compiutamente sono di seguito riportate:

- elenco dei materiali costituenti il sistema antirumore, utilizzando la nomenclatura chimica ed evitando i nomi commerciali,
- elenco delle sostanze che risultano dalla decomposizione a seguito di esposizione naturale durante l'intera vita di servizio del sistema antirumore,
- elenco delle sostanze che risultano dall'esposizione al fuoco del sistema antirumore,
- elenco delle condizioni chimiche o fisiche che potrebbero determinare il rilascio nell'ambiente di sostanze potenzialmente nocive o tossiche per l'uomo e per l'ambiente,
- elenco dei materiali che possono essere riciclati, indicando in quale misura sono presenti ed eventuali limitazioni d'uso,
- elenco dei materiali riciclati e relativa percentuale,
- elenco dei materiali che devono essere smaltiti secondo particolari procedure, da indicare in dettaglio,
- elenco di eventuali benefici legati al riutilizzo dei materiali costituenti, indicando tutte le limitazioni esistenti alle condizioni di trasformazione.

32.1.4 Requisiti di durabilità e criteri di manutenzione

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

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

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

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

Essa può essere stabilita in due modi:

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

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

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

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

A lavori ultimati deve essere predisposto un piano di manutenzione che specifichi tipologia e frequenza dei controlli da effettuare oltre gli interventi di pulizia ordinaria, rimozione dei graffi ed in genere, lavori dovuti a cause accidentali.

Indicazioni sui requisiti di durabilità e manutenibilità delle opere in relazione ai diversi materiali impiegati sono contenute nel capitolo successivo, relativo ai requisiti prescrittivi dei prodotti impiegati.

32.2 Caratteristiche dei pannelli e dei materiali costituenti le barriere

I componenti di sistemi antirumore per infrastrutture di trasporto possono essere realizzati con materiali di varia natura che devono garantire i requisiti prestazionali enunciati nel capitolo precedente.

Il presente capitolo, per le tipologie di prodotto finito comunemente utilizzate, specifica le caratteristiche fisiche e chimiche rilevanti dei materiali costituenti e definisce i rispettivi valori di riferimento affinché il sistema antirumore mantenga le prestazioni dichiarate per l'intera durata della vita di servizio.

Viene inoltre elencata la documentazione ed i principali controlli che l'Appaltatore dei lavori è tenuto a consegnare a corredo dei materiali forniti a garanzia della conformità del prodotto al campione oggetto di prove di prequalifica.

Vengono trattati in sequenza i moduli acustici delle principali famiglie di materiali. Seguono gli elementi strutturali, le guarnizioni ed i sigillanti, gli accessori metallici e le porte di servizio.

Separatamente vengono trattati i sistemi antirumore per i quali non è sempre possibile distinguere tra elementi acustici ed elementi strutturali (terrapieni naturali ed in terra rinforzata, biomuri, barriere inverdibili a basso ingombro trasversale).

32.2.1 Pannelli metallici

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

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

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

- **Caratteristiche del guscio in alluminio**

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

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

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

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

La lega di alluminio non deve essere stabilmente in contatto con materiale di diverso potenziale elettrico al fine di prevenire fenomeni di corrosione per effetto galvanico

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

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

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

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

- **Materiale fonoassorbente**

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

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

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

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

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

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

32.2.2 Pannelli in legno

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

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

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

Per le caratteristiche prescrizionali delle parti metalliche si rinvia al paragrafo specifico.

Per le caratteristiche prescrizionali del materassino fonoassorbente si rinvia al paragrafo specifico.

Segue una trattazione specifica delle componenti in legno.

• **Caratteristiche della struttura scatolare in legno**

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

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

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

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

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

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

- telaio scatolare in legni di massello con sezione di 100 mm x 80 mm, bloccati fra loro da incastrini angolari;

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

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

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

32.2.3 Pannelli trasparenti

L'impiego di lastre trasparenti nelle barriere antirumore è dovuto ad esigenze di tipo architettonico o inserimento paesaggistico, di visibilità e, in casi specifici, di sicurezza dell'esercizio (garanzia di visuale su corsie di immissione o segnaletica).

Queste lastre non hanno proprietà fonoassorbenti intrinseche. Devono comunque garantire i valori di fonoisolamento minimi richiesti a Progetto.

I materiali trasparenti comunemente impiegati sono il polimetilmetacrilato, il policarbonato ed il vetro stratificato. Il modulo pannello è realizzato con idonee guarnizioni ed una cornice strutturale portante realizzata in acciaio, alluminio o legno.

Nei paragrafi seguenti sono trattati specificatamente le singole tipologie di materiale trasparente e relativi accessori (guarnizioni / bulloneria).

Per le caratteristiche della cornice strutturale portante si rimanda al paragrafo 36.2.7 se di acciaio ed al paragrafo 36.2.2.1 se di legno.

- **Pannelli trasparenti con lastre in polimetilmetacrilato (PMMA)**

Le lastre di polimetilmetacrilato (PMMA) possono essere di tipo colato conforme alla UNI EN ISO 7823-1 o estruso conforme alla UNI EN ISO 7823-2.

In tabella sono elencate le caratteristiche tecniche del materiale.

Caratteristiche delle lastre in PMMA		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
Massa volumica	ISO 1183-1	$\geq 1190 \text{ kg/m}^3$
Assorbimento d'acqua	UNI EN ISO 62, metodo 1 (24h, 23°C)	$\leq 0,5 \%$

Caratteristiche delle lastre in PMMA		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
	le provette sono quadrate, di lato pari a 50 mm e di spessore pari a 3 mm	
Resistenza a flessione	UNI EN ISO 178	≥ 100 MPa
Resistenza a trazione	UNI ISO 527-2/1B/50	≥ 65 MPa
Resistenza a trazione dopo invecchiamento	UNI EN ISO 527-2/1B/50	≥ 60 MPa
Modulo elastico a flessione	UNI EN ISO 178	$\geq 3\ 000$ MPa
Modulo elastico a trazione	UNI EN ISO 527-2/1B/1	$\geq 3\ 000$ MPa
Modulo elastico a trazione dopo invecchiamento	UNI EN ISO 527-2/1B/1	$\geq 2\ 800$ MPa
Resistenza all'urto Izod con intaglio	UNI EN ISO 180-4	$\geq 1,5$ kJ/m ²
Resistenza all'urto Charpy senza intaglio	UNI EN ISO 179-1/1fU	≥ 10 kJ/m ²
Temperature di rammollimento Vicat	UNI EN ISO 306, metodo B50	$\geq 95^{\circ}$ C
Coefficiente di dilatazione termica lineare	UNI 6061	$\leq 8.10^{-5}$ ° C ⁻¹
Fattore di trasmissione luminosa totale	UNI EN ISO 13468-1 le provette sono incolore e di spessore pari a 3 mm (UNI EN ISO 7823-1 e UNI EN ISO 7823-2)	$\geq 90\%$
Fattore di trasmissione luminosa a 420 mm: prima dell'esposizione	UNI EN ISO 13468-1	$\geq 90\%$
Fattore di trasmissione luminosa a 420 mm: dopo l'esposizione alla lampada allo Xenon	UNI EN ISO 4892-2 per 1000 h	$\geq 88\%$
Tensione ammessa sul materiale (fino a 40° C)	---	≤ 7 N/mm ²

Le lastre in PMMA devono essere inserite in un telaio metallico con interposta una guarnizione in EPDM, per una profondità tale da evitare l'uscita delle lastre per effetto della deformazione sotto carico.

Le lastre in PMMA devono potersi dilatare o ritirare in funzione della temperatura.

Lo spessore della lastra deve essere determinato in funzione dei carichi dinamici e statici richiesti, delle dimensioni delle lastre e del tipo di cornice utilizzata. Lo spessore delle lastre di PMMA deve essere non inferiore a 15 mm.

La verifica di resistenza ai carichi dinamici e statici, secondo quanto richiesto dalla UNI EN 1794-1, appendice A, deve essere eseguita sull'intero pannello comprensivo di lastra, guarnizione e cornice metallica.

Analogamente per la prova di impatto e caduta dei frammenti prevista in conformità alla UNI EN 1794-2, appendice B. Per le condizioni di impatto più severe previste dalla norma, oltre ai sistemi tradizionali di ritenuta dei frammenti (rete di contenimento) è possibile utilizzare lastre in PMMA rinforzate internamente con filamenti in poliammide o altro materiale compatibile. Le lastre di PMMA rinforzate devono essere assicurate alla struttura portante (HE o altro) mediante idonei collegamenti come, per esempio, cavetti di sicurezza in acciaio (con una resistenza a trazione non minore di 1 500 N/mm²), fissati sui 4 angoli della lastra in PMMA, a non meno di 140 mm dal bordo. Per l'esecuzione dei fori sulla lastra devono essere rispettate le istruzioni del produttore.

Tra i requisiti di protezione ambientale per le lastre in PMMA deve essere fornita specifica scheda di sicurezza CE per le lastre in PMMA estruso e colato in quanto le due tipologie di materiale vanno trattate in modo diverso in fase di riciclo a fine vita di esercizio.

Al fine di rendere visibile l'ostacolo barriera ai volatili può essere adottata una opportuna colorazione in massa; questa soluzione è consigliata altresì per minimizzare l'effetto sporco nei periodi di siccità. In alternativa è possibile ricorrere a trattamenti serigrafici o ad applicazione di decalcomanie.

Per la pulizia delle lastre devono essere programmate operazioni di pulizia periodiche delle lastre di PMMA con acqua in pressione, in conformità alla cadenza temporale dichiarata dal produttore del PMMA.

Al fine di individuare l'onere connesso con la manutenzione degli elementi in PMMA, deve essere indicato il tipo di trattamento a cui occorre che tali elementi siano sottoposti per la rimozione della polvere e dei graffi.

Le guarnizioni che vengono impiegate a contatto con il PMMA, devono essere realizzate in EPDM o altro materiale compatibile con il materiale trasparente; non devono cioè rilasciare, durante la vita di servizio, prodotti chimici che aggrediscano chimicamente il materiale

trasparente. La geometria della guarnizione deve essere tale da consentire la dilatazione ed il ritiro delle lastre evitando che queste fuoriescano durante la vita di servizio.

Le guarnizioni devono avere le caratteristiche minime elencate nel prospetto.

Caratteristiche delle lastre in PMMA		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore minimo (*)
Durezza	UNI EN ISO 868	70 ± 5 Shore A/3 (± 3 Shore A/3)
Carico di rottura	UNI 6065	10 Mpa (± 5%)

Allungamento a rottura	UNI 6065	300% ($\pm 15\%$)
------------------------	----------	---------------------

(*) Tra parentesi sono riportate le variazioni ammesse dopo invecchiamento termico di sette giorni alla temperatura di 70 °C, in conformità alla UNI ISO 188.

La cornice metallica deve essere installata su almeno tre lati della lastra, offrendo a quest'ultima idonea resistenza meccanica per effetto della forma, dello spessore e delle caratteristiche meccaniche del materiale impiegato.

- **Pannelli trasparenti con lastre in policarbonato protetto a UV**

L'impiego di lastre in policarbonato presuppone che non si tratti di materiale riciclato e che sia prevista idonea protezione per i raggi UV. Possono essere impiegate lastre in policarbonato a partire da uno spessore minimo di 12 mm.

In tabella sono elencate le caratteristiche tecniche del materiale.

Caratteristiche delle lastre in policarbonato		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
Massa volumica	UNI 7092, metodo A	$\geq 1\ 000\ \text{kg/m}^3$
Assorbimento d'acqua	UNI EN ISO 62, metodo 1(24h, 23°C) le provette sono quadrate, di lato pari a 50 mm e di spessore pari a 3 mm	$\leq 16\ \%$
Resistenza a trazione	UNI EN ISO 527-2/1B/50	$\geq 60\ \text{MPa}$
Resistenza a trazione dopo invecchiamento	UNI EN ISO 527-2/1B/50	$\geq 55\ \text{MPa}$
Modulo elastico a trazione	UNI EN ISO 527-2/1B/1	$\geq 2\ 200\ \text{MPa}$
Modulo elastico a trazione dopo invecchiamento	UNI EN ISO 527-2/1B/1	$\geq 2\ 000\ \text{MPa}$
Resistenza all'urto Charpy con intaglio	UNI EN ISO 179-1/1eA	$\geq 6\ \text{Kj/m}^2$
Temperatura di rammollimento Vicat	UNI EN ISO 306, metodo B50	$\geq 145^\circ\text{C}$
Coefficiente di dilatazione termica lineare	UNI 6061	$\leq 6,5 \cdot 10^{-5}\ \text{°C}^{-1}$
Modulo elastico a trazione	UNI EN ISO 527-2/1B/1	$\geq 2\ 200\ \text{MPa}$
Fattore di trasmissione luminosa a 420 mm		
Prima dell'esposizione	UNI EN ISO 13468-1	$\geq 85\%$
Dopo l'esposizione	UNI EN ISO 4892-2 per 1 000 h	$\geq 82\%$
Tensione ammessa sul	---	$\leq 10\ \text{N/mm}^2$

materiale (fino a 40°C)		
-------------------------	--	--

Valgono per i pannelli con lastra in policarbonato tutte le caratteristiche generali riportate precedentemente per le lastre in PMMA.

- ***Pannelli trasparenti con lastre in vetro stratificato***

Per motivi di sicurezza gli elementi acustici in vetro devono essere realizzati esclusivamente con lastre di vetro stratificato ottenute da procedimento di lavorazione float per colata su bagno metallico in atmosfera controllata e da un film intermedio in polivinilbutirrale (PVB), avente uno spessore costante di 0.76 mm, per uno spessore totale minimo di 15 mm (6+8+PVB).

Le singole lastre devono essere sottoposte a trattamento termico di tempera o di indurimento in funzione del tipo di applicazione e del grado di sicurezza che si vuole conseguire in caso di urto.

Il trattamento di tempera aggiunge al livello di sicurezza dovuto alla stratificazione i risultati di maggior resistenza meccanica ed agli shock termici, migliorando la sicurezza di impiego del prodotto nel caso di applicazione in barriere antirumore poste a lato delle infrastrutture di trasporto.

In caso di lastre curve è preferibile la stratificazione di due o più vetri temperati della stessa natura e spessore.

Qualora le lastre siano applicate in copertura, si raccomanda l'uso di vetro stratificato costituito da una lastra temperata ed una indurita; il vetro temperato ha una migliore resistenza meccanica; il vetro indurito ha una compattezza in caso di rottura superiore al vetro stratificato temperato, poiché presenta una frammentazione di grandi dimensioni.

I pannelli realizzati in vetro possono essere costituiti da materiale incolore o colorato, eventualmente con serigrafie decorative. Il colore può essere ottenuto con l'impiego di fogli di PVB della colorazione richiesta.

Caratteristiche delle lastre in policarbonato		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
Spessore totale	---	≥ 15 mm
Caratteristiche del materiale di base e limitazione dei difetti ottici e visivi	UNI EN 572-1, UNI EN 572-2 e UNI EN ISO 12543-6	
Resistenza ad alta temperatura, all'umidità e all'irraggiamento solare simulato	UNI EN ISO 12543, parti 1, 2, 3 e 4	
Dimensioni, scostamenti limite e finiture dei bordi	UNI EN ISO 12543-5	
Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie	UNI 7697	

Molatura delle lastre	UNI 6028	
Trattamento serigrafico (eventuale)	UNI EN 12150-1	
Fattore di trasmissione luminosa ¹	UNI EN 410 e UNI EN 673	0,81
Fattore di riflessione luminosa ¹	UNI EN 410 e UNI EN 673	0,07
Fattore di trasmissione energetica ¹	UNI EN 410 e UNI EN 673	0,54
Fattore di riflessione energetica ¹	UNI EN 410 e UNI EN 673	0,40
Fattore di assorbimento energetico ¹	UNI EN 410 e UNI EN 673	0,06
Fattore solare ¹	UNI EN 410 e UNI EN 673	0,65

Valgono per i pannelli con lastra in vetro tutte le caratteristiche generali riportate per le lastre in PMMA al paragrafo 36.2.3.1

Per assicurare la compatibilità con il plastico PVB, è preferibile impiegare guarnizioni a miscela a base siliconica.

32.2.4 Pannelli in calcestruzzo

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

Lo strato portante assicura le proprietà fonoisolanti del pannello; lo strato poroso assicura le proprietà fonoassorbenti grazie alla sua geometria ed al materiale di cui può essere costituito (granuli di argilla espansa o lapillo vulcanico).

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

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

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

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

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

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

- **strato in cls armato**

I pannelli che costituiscono la barriera saranno realizzati con calcestruzzo durevole avente requisiti di resistenza e porosità adeguati al tipo di protezione antifonica richiesta; in ogni

caso la resistenza a compressione, secondo UNI EN 12390-3 non dovrà essere inferiore a 40 N/m² e lo spessore del pannello non inferiore a 8 cm per ottenere uno spessore adeguato del copriferro.

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

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

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

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

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

L'armatura sarà in reti elettrosaldate e/o barre d'acciaio ad aderenza migliorata Fe B 44K come da D.M. Min.LL.PP. 09/01/1996 e successive modificazioni.

- ***Strato fonoassorbente in argilla espansa o pomice***

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

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

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

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

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

Metodi di prova e valori raccomandati di alcune proprietà dell'argilla espansa in granuli utilizzata in conglomerati cementizi non strutturali
--

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

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

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

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

Metodi di prova e valori raccomandati di alcune proprietà dell'inerte naturale di pomice in conglomerati cementizi non strutturali		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
Massa volumica in mucchio dell'inerte naturale di pomice	UNI EN 13055-1	$600 \text{ kg/m}^3 \leq M_{va} \leq 900 \text{ kg/m}^3$
Diametro massimo dei granuli	UNI EN 13055-1	$\leq 14 \text{ mm}$
Dosaggio del cemento (pozzolanico o Portland) per metro cubo di inerte		$200 \text{ kg/m}^3 \leq M_{va} \leq 350 \text{ kg/m}^3$
Massa volumica del calcestruzzo con inerte naturale di pomice	UNI EN 13055-1	$\leq 1200 \text{ kg/m}^3$
Spessore minimo dello strato in calcestruzzo poroso		$\geq 40 \text{ mm}$
Resistenza media a compressione del calcestruzzo poroso di argilla espansa misurata su cubetti stagionati con lato di 100 mm	UNI EN 1345	$\geq 5 \text{ N/mm}^2$

32.2.5 Sistemi di copertura a "baffles"

Si tratta di un sistema di copertura a cielo aperto ottenuta con pannelli fonoisolanti/fonoassorbenti sospesi (baffles) sulla sede stradale così da formare una griglia in grado di attenuare l'onda acustica e garantire lo smaltimento dei fumi; integrati con altri sistemi di copertura (trasparente o cieca) consentono di gradualizzare il livello di luminosità all'interno della copertura.

I pannelli tipo baffles sono generalmente costituiti da un involucro metallico e materassino fonoassorbente/fonoisolante interno con caratteristiche rispondenti alle specifiche elencate al paragrafo 36.2.1.

Dal punto di vista prestazionale è richiesta la qualificazione acustica del sistema con l'effettuazione di un test di fonoisolamento secondo la UNI/EN 1793-1. Il campione deve essere rappresentativo del sistema di copertura e costituito quindi da una porzione di grigliato a baffles montato nella camera di prova così come previsto dagli elaborati progettuali, rispettando cioè le quote relative agli interassi fra i pannelli.

Sono inoltre richieste le prove di prequalifica acustica sul prodotto come riportato al capitolo 35.1.1.

Considerata la modalità di impiego dei pannelli baffles, è richiesta la verifica strutturale prevista al paragrafo 36.1.2.1 relativa ai carichi aerodinamici e statici.

Relativamente ai requisiti di sicurezza e compatibilità ambientale occorre siano prodotti i certificati di comportamento in presenza di fuoco e le attestazioni relative ai materiali come elencato nei precedenti paragrafi specifici.

32.2.6 *Diffrattori di sommità per barriere*

Si tratta di dispositivi che installati sulla sommità delle barriere antirumore agiscono sull'onda diffratta migliorando le prestazioni globali della barriera stessa.

Sono in genere elementi lineari collegati alla struttura portante della barriera e costituiti da un guscio metallico con materassino interno fonoassorbente. In questi casi le loro caratteristiche tecniche devono essere rispondenti alle specifiche elencate al paragrafo 36.2.1.

Dal punto di vista acustico è prevista l'effettuazione del test di diffrazione del bordo superiore (rif. Par. 36.1.1.3).

Relativamente alle prove di tipo statico deve essere verificata la resistenza ai carichi (rif. par. 36.1.2.1).

Relativamente alla sicurezza in esercizio devono essere verificati i sistemi anticaduta ed il comportamento in presenza di fuoco (rif. par. precedenti).

32.2.7 *Biomuri in calcestruzzo armato vibrato*

I biomuri in calcestruzzo sono costituiti da una griglia spaziale tridimensionale di elementi prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato, che, incastrati o comunque collegati fra di loro, realizzano un'intelaiatura avente larghe superfici aperte, atta però a contenere materiale di riempimento a matrice terrosa di modo che la struttura prefabbricata, a regime, possa restare pressoché totalmente immersa all'interno dell'inverdimento del proprio paramento frontale.

Gli elementi prefabbricati costituenti il muro devono essere modulari e vincolabili, atti a qualsivoglia configurazione planimetrica, comprese le curvilinee. Inoltre gli elementi costituenti le parti frontali esterne della barriera devono essere sagomati in modo da evitare la fuoriuscita del terreno di riempimento, garantendo nel contempo la minima presenza di calcestruzzo prefabbricato in facciata e la massima capacità di accogliere le essenze arbustive e/o erbacee.

Le strutture costituenti l'intelaiatura devono avere conformazioni e sagome tali da realizzare una struttura autostabile. Devono altresì poter essere applicate in collegamento con strutture similari utilizzate per il sostegno di terrapieni per le conformazioni a duna.

I suddetti elementi prefabbricati saranno realizzati con calcestruzzo durevole avente requisiti di resistenza e porosità adeguati al tipo di protezione antifonica richiesta; in ogni caso la resistenza a compressione, secondo UNI EN 12390-3 non dovrà essere inferiore a 40 N/m² e lo spessore dell'elemento tale da garantire uno spessore adeguato del copriferro.

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

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

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

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

L'armatura sarà in reti elettrosaldate e/o barre d'acciaio ad aderenza migliorata Fe B 44K come al D.M. Min.LL.PP. 09/01/1996 e successive modificazioni.

A richiesta del Committente gli elementi prefabbricati possono presentare colorazioni a seguito di pigmentazione dell'impasto di calcestruzzo.

La colorazione dell'impasto di cemento ed aggregati avverrà utilizzando ossidi di ferro, pigmenti insolubili in acqua, resistenti agli alcali ed aventi ottima stabilità alla luce e alle intemperie.

I contenitori andranno riempiti con materiale a matrice terrosa, con la tolleranza di una quota-parte fino ad una percentuale pari al 25% di materiale a matrice pietroso-lapidea, diametro massimo di 15 cm, a fungere da scheletro.

Detto materiale di riempimento ha la funzione di configurarsi come massa resistente nei confronti della propagazione del rumore oltre che la funzione di conferire stabilità all'opera di attenuazione dei fenomeni acustici, ma altresì soprattutto la funzione di substrato per lo sviluppo della vegetazione; deve quindi essere esente da qualsivoglia sostanza inquinante e comunque possedere caratteristiche tali da non ostacolare o addirittura impedire la buona propagazione al suo interno della radicazione delle essenze messe a dimora nello strato superficiale più ricco di terreno agrario.

L'impianto delle essenze deve essere preceduto dalla rimozione di eventuali materiali estranei quali detriti, ciottoli, radici e/o eventuali erbe infestanti.

Per assicurare la massima velocità di sviluppo delle pianticelle il paramento frontale del biomuro deve essere arricchito con la somministrazione di terreno agrario prelevato ad una profondità massima di 0.50 m, privo di pietre, tronchi, rami, radici e loro parti che possano ostacolare le lavorazioni agronomiche del terreno dopo la posa in opera, e chimicamente neutro (pH 6,5-7).

La quantità di scheletro non dovrà eccedere il 5% del volume totale e la percentuale di sostanza organica non dovrà essere inferiore al 2%. L'Appaltatore, prima di effettuare il riporto del terreno agrario, altrimenti denominabile terra di coltivo, dovrà accertarne la qualità per sottoporla all'approvazione della Direzione Lavori e dovrà, se richiesto, disporre a proprie spese l'esecuzione delle analisi di laboratorio per ogni tipo di suolo. Le analisi dovranno essere eseguite, salvo quanto diversamente disposto dal presente capitolato, secondo i metodi ed i parametri normalizzati di analisi del suolo, pubblicati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo S.I.S.S..

Detto terreno agrario dovrà essere privo di agenti patogeni e di sostanze tossiche per le piante e dovrà inoltre essere mescolato con terriccio, torba o compost di origine ligneo-cellulosica sufficientemente stabilizzato dal punto di vista microbiologico in ragione di almeno 20 litri per m² di superficie frontale, compresa altresì la distribuzione di concime minerale complesso a lenta cessione da spandere prima della definitiva sistemazione del terreno.

La messa a dimora delle essenze deve essere effettuata avendo cura di non danneggiare né l'apparato radicale né la parte epigea, distanziando opportunamente le pianticelle in base alle esigenze della singola specie e provvedendo alla leggera compattazione manuale del terreno in prossimità del colletto radicale.

La scelta delle specie vegetali da inserire nei Muri Cellulari inverdibili a reticolo spaziale deve essere effettuata fra le essenze erbacee e/o arbustive nelle varietà tappezzanti, ricadenti e/o rampicanti; le pianticelle dovranno essere vigorose e di buon sviluppo, provviste di buon apparato radicale, esenti da fitopatie e sintomi di carenze e da postumi di attacchi parassitari, non manifestanti segni di grandinata; dovranno inoltre soddisfare le esigenze qui di seguito elencate, contemperandole in maniera il più possibile efficace, nei casi in cui le stesse risultino contrapposte:

- adattamento al clima generale della zona
- adattamento al microclima della barriera a reticolo spaziale, caratterizzato da possibili minori apporti idrici meteorici, maggiori temperature massime giornaliere e stagionali e più elevata escursione termica;
- capacità biotecniche di ricoprimento e consolidamento;
- ottimo sviluppo radicale (per resistere alle sollecitazioni meccaniche prodotte dall'effetto aerodinamico del passaggio di veicoli ed automezzi), discreto sviluppo epigeo (necessario per coprire il più possibile la vista degli elementi strutturali), avendo cura dal lato carreggiata stradale di scegliere essenze a sviluppo esterno contenuto per salvaguardare la percorribilità del camminamento di ispezione e/o di manutenzione;
- buona possibilità di inserimento nel contesto ambientale circostante;
- appartenenza al patrimonio botanico locale, il più adatto a rispondere alle esigenze sopraesposte di adattabilità al clima della zona e di migliore effetto di inserimento nell'ambiente circostante, con possibilità di intercalare anche piante di origine diversa ma ben inseribili nel particolare contesto ambientale, per tener conto degli altri fattori elencati.

In condizioni climatiche o microclimatiche particolari o comunque laddove si ravvisa la necessità di accelerare il processo di attecchimento delle pianticelle, la barriera a reticolo spaziale potrà essere dotata di impianto irriguo a somministrazione localizzata.

L'impianto, fisso ed automatizzato, sarà alimentato dalla rete idrica pubblica e/o da pozzi specificatamente eseguiti in prossimità dell'intervento e sarà costituito da rete di distribuzione a goccia e verrà di volta in volta opportunamente dimensionato.

32.2.8 *Biomuri in calcestruzzo armato vibrato a basso ingombro trasversale*

I biomuri inverdibili in cemento armato vibrato a basso ingombro trasversale sono sistemi antirumore a parete doppia ed a limitato ingombro trasversale (dimensione trasversale nel punto di massimo ingombro minore di 1 m) costituiti da doppia facciata inverdibile, oppure da una sola facciata inverdibile con la facciata opposta realizzata con pannelli fonoassorbenti oppure semplicemente fonoisolanti, in conformità alla necessità.

Essi sono ottenuti mediante l'inserimento di elementi prefabbricati in calcestruzzo armato vibrato, tra loro variamente composti, per sovrapposizione nel senso dello sviluppo in altezza, in linea di principio su montanti di sostegno in profilato metallico. Sempre in linea di principio i montanti metallici, eventualmente sostituibili con elementi di sostegno

prefabbricati in cemento armato vibrato o altro materiale, devono risultare totalmente mascherati od inglobati all'interno della struttura finita.

I suddetti elementi prefabbricati formano dei contenitori tra loro comunicanti, aventi sulla facciata e/o sulle facciate inverdibili larghe superfici aperte; al loro interno viene posto il materiale di riempimento costituito interamente da una miscela di inerti miscelati a materiale di origine vulcanica, argille speciali, concimi minerali complessi a lenta cessione ed ammendanti organici (torbe, fibre naturali, cortecce) con funzione di substrato per lo sviluppo della vegetazione le cui percentuali componenti varieranno in relazione sia alle specie vegetali impiegate sia alle condizioni microclimatiche del sito e saranno quindi oggetto, di volta in volta, di specifica definizione.

Gli elementi costituenti le pareti frontali inverdibili della barriera acustica sono sagomati in modo da impedire la fuoriuscita del materiale di riempimento per dilavamento, senza impiego di alcun mezzo di ritenzione aggiuntivo (geosintetici), garantendo nel contempo la minor superficie possibile di calcestruzzo in vista.

Per determinare le caratteristiche costruttive delle singole parti componenti i biomuri inverdibili a basso ingombro trasversale, si fa riferimento alle specifiche tecniche di competenza ed in particolar modo a quelle relative ai pannelli fonoisolanti e fonoassorbenti in c.a., agli elementi prefabbricati in c.a per realizzazione di biomuri, ed alle essenze per l'inverdimento.

Questo particolare tipo di barriera acustica, vista la esigua quantità di substrato all'inverdimento legata alle limitate dimensioni di ingombro trasversale deve sempre essere dotata di impianto irriguo a somministrazione localizzata.

L'impianto, fisso ed automatizzato, sarà alimentato dalla rete idrica pubblica e/o da pozzi specificatamente eseguiti in prossimità dell'intervento e sarà costituito da rete di distribuzione a goccia e verrà di volta in volta opportunamente dimensionato.

32.2.9 Pannelli realizzati con altri materiali

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

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

32.2.10 Carpenteria metallica portante

I montanti metallici se realizzati con profili aperti laminati devono essere realizzati in acciaio con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo S275JR (UNI EN 10025-1÷6). Per laminati in forma di profilati cavi la norma di riferimento è la EN 10210-1.

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

- applicazione di mano di fondo a base di pittura epossidica al fosfato di zinco di spessore $60 \div 80 \mu\text{m}$.
- applicazione di mano di copertura a base di pittura poliuretanica di spessore $60 \div 80 \mu\text{m}$.

Lo spessore minimo locale della protezione, compreso lo spessore della zincatura, deve essere di almeno $200 \mu\text{m}$ in modo da realizzare una superficie esente da pori.

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

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

Tutte le saldature manuali devono essere effettuate ad arco con elettrodi rivestiti E44 aventi caratteristiche di classe 2, 3, 4 secondo UNI 5132, per spessori inferiori a 30 mm e classe 4B per spessori superiori.

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

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

32.2.11 Accessori

Tutti gli elementi metallici non precedentemente esaminati (bulloneria, rivetti, rondelle elastiche e non, piastre di base dei montanti, distanziatori, tirafondi, ecc.) devono essere in acciaio zincato a caldo in accordo alla norma UNI EN ISO 1461/99, per uno spessore non inferiore a 60 micron (ad eccezione delle piastre di base per le quali vale quanto indicato per i montanti).

Per quanto riguarda i tirafondi, questi devono essere costituiti da barre filettate in acciaio di caratteristiche di resistenza non inferiore alla classe 8.8 secondo UNI EN 898 parte I (riferimento UNI 5712) con dadi di classe 8 secondo UNI EN 20898 parte II (riferimento UNI 5713).

In alternativa, possono essere utilizzati ancoraggi.

La bulloneria ad alta resistenza per le unioni acciaio-acciaio deve essere conforme per le caratteristiche dimensionali delle viti alle UNI EN 898-1 riferimento UNI 5712 e per quelle dei dadi alle UNI EN 20898-2 riferimento UNI 5713, appartenenti alla classe 8.8 e 8 della UNI 3740.

Le rosette metalliche devono essere in acciaio C50 UNI EN 10083-2/UNI 5714 temprato e rinvenuto (HRC 32÷40).

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

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

32.2.12 Particolarità costruttive della barriera

La geometria della barriera indicata negli elaborati grafici dovrà essere rigorosamente rispettata in fase di esecuzione. Qualora si rendano necessari adattamenti del profilo, si richiede la preventiva approvazione del progettista.

I materiali costituenti le barriere devono essere forniti nei colori previsti a Progetto, scelti per una corretta integrazione dell'opera con l'ambiente circostante.

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 della barriera senza che occorra la demolizione della relativa fondazione. I getti di bloccaggio dovranno essere effettuati con idonee malte cementizie di tipo reoplastico.

Dovranno essere previsti dispositivi atti a impedire l'asportazione dei pannelli.

Qualora previsto a Progetto tutte le componenti metalliche della barriera devono essere rese equipotenziali e collegate all'impianto di messa a terra elettrico.

Per le modalità di messa a terra e per il dimensionamento elettrico dell'impianto si dovrà fare riferimento alla Norma CEI 9.6 vigente.