



# COMUNE DI FIRENZE

## Sistema Tramviario Fiorentino

RTI Progettisti:



### PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO - FASE C

#### LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

### PARTE GENERALE Elaborati generali Capitolato speciale prestazionale

COMUNE DI FIRENZE  
SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
ING. FILIPPO MARTINELLI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO  
ING. CHIARA BERSIANI

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE E DEL COORDINAMENTO FRA  
LE VARIE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

ING. PAOLO MARCHETTI



#### Gruppo di Progettazione:

Ing. A. Piazza (Coordinatore Tecnico)  
Dott. Geol. F. Valdemarin (Progettazione Geologica)  
Ing. A. Benvenuti (Progetto Opere Idrauliche)  
Dott.ssa B. Sassi (Indagini Preliminari Archeologiche)  
Ing. F. Tamburini (Studi di carattere Ambientale)  
Ing. M. Angeloni (Valutazione Previsionale di Impatto Acustico)  
Ing. S. Caminiti (Prog. Ferrotramviario Studi Trasportistici)  
Ing. J. Wajs (Progetto Impianti Tecnologici)  
Ing. G. D'Angelo (Progetto Strutture)  
Ing. D. Salvo (Progetto Arch./Paesaggistico Inser. Urbanistico)  
Ing. F. Conti (Sicurezza - Prime Disposizioni)  
Ing. B. Rowenczyn (Piani Economici e Finanziari)  
Ing. G. Coletti (Progettazione Funzionale Depositi Tramviari)  
Ing. L. Costalli (Esperto in Esercizio)  
Ing. F. Azzarone (Impianti Meccanici)  
Ing. D. D'Apollonio (Impianti Elettrici)  
Ing. V. Astorino (Cantierizzazione)  
Ing. P. Caminiti (Viabilità Interferenti)  
Arch. A. Moscheo (PP.SS. Interferenti)  
Ing. A. Lucioni (CAM)  
Ing. D. Russo (Stime, Capitolati)

COMMESSA	LINEA	FASE	DISCIPLINA	TIPO/NUMERO	REV.	SCALA	NOME FILE
B382	42	SF	GEN	CS001	B	—	B382-4.2-SF-GEN-CS001-B

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	Dicembre 2019	EMISSIONE	MANZI	MARCHETTI	MARCHETTI
1	Giugno 2020	AGGIORNAMENTO A SEGUITO ISTRUTTORIE	SALVO	CAMINITI	MARCHETTI
2					

## Sommario

1. INTRODUZIONE .....	9
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	10
3. CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DEL TRACCIATO .....	33
3.1 REGOLE GENERALI DEL TRACCIATO LUNGO IL PROFILO .....	36
3.2 STUDIO DELLE SAGOME .....	37
4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI ARMAMENTO .....	41
4.1 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DEL SISTEMA ERS .....	46
4.2 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI .....	52
4.3 DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI POSA.....	56
5. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	63
5.1 PROVE SUI MATERIALI.....	72
6. SCAVI E RINTERRI.....	74
6.1 MOVIMENTI DI TERRE.....	74
7. DEMOLIZIONI - RIMOZIONI – TRASPORTI.....	87
7.1 DEMOLIZIONI .....	87
7.2 RIMOZIONI .....	88
7.3 TRASPORTI.....	88
7.4 OPERE PROVVISORIALI .....	89
8. CONGLOMERATI – ACCIAI - CASSEFORMI .....	90



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO  
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

---

8.1	PARATIE DI PALI SECANTI .....	90
8.2	CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI OD ARMATI.....	97
8.3	MANUFATTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO, NORMALE O PRECOMPRESSO	109
8.4	ACCIAIO PER C.A. E C.A.P. ....	111
8.5	PROVE DI CARICO .....	117
9.	OPERE MURARIE.....	118
9.1	MALTE.....	118
9.2	MURATURE DI MATTONI .....	119
9.3	MURATURE DI PIETRAMA A SECCO.....	120
9.4	MURATURE DI PIETRAMA E MALTA .....	120
9.5	MURATURE DI CALCESTRUZZO CON PIETRAMA ANNEGATO .....	123
9.6	MURATURE IN PIETRA DA TAGLIO.....	123
10.	IMPERMEABILIZZAZIONI.....	125
10.1	IMPERMEABILIZZAZIONE DELL'ESTRADOSSO DEI VOLTI DELLE GALLERIE ARTIFICIALI ED ALTRI MANUFATTI 125	
10.2	GUAINA BITUMINOSA .....	126
10.3	MEMBRANE ELASTICHE.....	127
10.4	GUAINA IN PVC.....	128
11.	PIETRE DA TAGLIO .....	130
11.1	PIETRA DA TAGLIO .....	130
12.	OPERE IN FERRO.....	131

---

12.1	STRUTTURE IN ACCIAIO .....	131
13.	LAVORI STRADALI E INFRASTRUTTURE .....	137
13.1	SOVRASTRUTTURA STRADALE .....	137
13.2	TRATTAMENTI SUPERFICIALI .....	171
13.3	SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI .....	182
13.4	FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE .....	182
13.5	CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE.....	183
13.6	DRENAGGI CON FILTRO IN “GEOTESSILE” .....	187
13.7	ASFALTI COLATI PER MARCIAPIEDI .....	188
13.8	PAVIMENTAZIONI IN ELEMENTI PRECONFEZIONATI .....	189
13.9	PAVIMENTAZIONE DI SANPIETRINI .....	191
13.10	PAVIMENTAZIONE DI BASOLE DI GRANITO .....	192
13.11	BARRIERE ACUSTICHE.....	194
13.12	GIUNTI DI DILATAZIONE .....	215
13.13	MANUFATTI TUBOLARI IN LAMIERA DI ACCIAIO ONDULATA E ZINCATA.....	216
14.	SISTEMAZIONE AREE A VERDE .....	221
14.1	SISTEMAZIONE CON TERRENO COLTIVO DELLE AIUOLE .....	221
14.2	LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE .....	221
14.3	PIANTUMAZIONI .....	222
15.	SEGNALETICA STRADALE .....	224
15.1	SEGNALETICA STRADALE VERTICALE .....	224



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO  
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

---

15.2	SEGNALETICA STRADALE ORIZZONTALE .....	232
15.3	SEGNALI E OPERE PROVVISORIALI .....	244
16.	FERMATE .....	245
16.1	PREMESSA .....	245
16.2	BANCHINA DI FERMATA .....	245
16.3	ARREDI DI BANCHINA TIPO .....	246
16.4	SPECIFICHE TECNICHE PER PROTEZIONE DELLA CARPENTERIA METALLICA .....	247
17.	SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE.....	248
17.1	SPECIFICA DI FUNZIONAMENTO .....	248
17.2	EQUIPAGGIAMENTO.....	249
17.3	SPECIFICHE TECNICHE PER LE APPARECCHIATURE MT .....	249
17.4	SPECIFICHE TECNICHE PER LE APPARECCHIATURE CC .....	254
17.5	SPECIFICHE TECNICHE PER LE APPARECCHIATURE CC IN LINEA .....	258
17.6	SPECIFICHE TECNICHE PER LE APPARECCHIATURE BT .....	260
18.	CAVI DI ALIMENTAZIONE.....	266
18.1	GENERALITÀ.....	267
18.2	DESCRIZIONE PARTICOLAREGGIATA DEI LAVORI - POSA DEI CAVI IN TRINCEA.....	267
18.3	SICUREZZA FISICA DEI LAVORATORI .....	268
18.4	MODALITÀ PER L' ESECUZIONE DEI LAVORI .....	268
18.5	PROVE SUI MATERIALI.....	268
18.6	CONDOTTA DEI LAVORI .....	268



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO  
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

---

19. LINEA DI CONTATTO .....	269
19.1 DESCRIZIONE DELL' IMPIANTO .....	269
19.2 SOSPENSIONI.....	270
19.3 POLIGONAZIONE .....	270
19.4 ALTEZZA SUL PIANO DEL FERRO.....	270
19.5 DISTANZE DI SICUREZZA .....	270
19.6 SCAMBI.....	270
19.7 ALIMENTAZIONI E SEZIONAMENTI.....	273
19.8 CAVI DI ALIMENTAZIONE .....	273
19.9 COLLEGAMENTO A TERRA DEI PALI.....	274
19.10 FORNITURA DEI MATERIALI .....	274
20. SEGNALAMENTO .....	275
20.1 SISTEMA DI SUPERVISIONE E CONTROLLO DELL'ESERCIZIO .....	275
21. TELECONTROLLO IMPIANTI.....	280
21.1 TELECONTROLLO IMPIANTI FISSI.....	280
22. IMPIANTI TRASMISSIVI ED INFORMATIVI .....	284
22.1 RETE TRASMISSIONE DATI.....	284
22.2 IMPIANTO TVCC.....	286
22.3 IMPIANTO DI DIFFUSIONE SONORA .....	286
22.4 PANNELLI INFORMATIVI .....	288
22.5 SINCRONIZZAZIONE ORARIA.....	289



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO  
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

---

22.6	SISTEMA DI COMUNICAZIONE RADIO TETRA .....	289
22.7	EMETTITRICI.....	290
23.	LAVORI SUI SOTTOSERVIZI.....	292
23.1	TUBAZIONI, PEZZI SPECIALI E DISPOSITIVI DI CHIUSURA .....	292
23.2	ELEMENTI PREFABBRICATI AUTOPORTANTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER FOGNE OVOIDALI TIPO VII-VIII-IX .....	299
24.	SCAVI ARCHEOLOGI.....	303
24.1	ALLESTIMENTO DEL CANTIERE E MISURE DI SICUREZZA .....	303
25.	DEPOSITO CAMPI BISENZIO.....	308
25.1	PREMESSA.....	308
25.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	308
	<i>25.2.1 Quadro normativo.....</i>	<i>308</i>
	<i>25.2.2 Normativa specifica .....</i>	<i>309</i>
25.3	REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE MODALITÀ DI ESECUZIONE .....	313
	<i>25.3.1 Materiali in genere .....</i>	<i>313</i>
	<i>25.3.2 Generalità.....</i>	<i>313</i>
	<i>25.3.3 Requisiti dei materiali e delle forniture.....</i>	<i>313</i>
	<i>25.3.4 Materiali ferrosi .....</i>	<i>315</i>
	<i>25.3.5 Alluminio.....</i>	<i>319</i>
	<i>25.3.6 Materiali vari.....</i>	<i>320</i>
	<i>25.3.7 Pietre naturali .....</i>	<i>321</i>



Comune  
di Firenze

25.3.8	Elementi di laterizio e calcestruzzo.....	322
25.3.9	Laterizi.....	322
25.3.10	Materiali per la formazione di rilevati .....	323
25.3.11	Materiali per calcestruzzi e malte .....	324
25.3.12	Infissi .....	326
25.3.13	Prodotti a base di legno.....	330
25.3.14	Prodotti per assorbimento acustico.....	331
25.3.15	Prodotti per isolamento termico.....	333
25.3.16	Prodotti per impermeabilizzazione di coperture piane.....	338
25.3.17	Prodotti vernicianti.....	345
25.3.18	Prodotti diversi (sigillanti, adesivi, geotessili).....	346
25.3.19	Prodotti di vetro (lastre, profilati ad u e vetri pressati).....	348
25.3.20	Pavimentazioni .....	351
25.3.21	Opere da pittore.....	354
25.3.22	Murature in cemento e laterizio .....	356
25.3.23	Murature in blocchi cavi.....	357
25.3.24	Murature in blocchi di laterizio termoisolante.....	359
25.3.25	Tamponamento esterno in pannelli prefabbricati in c.a. ....	363
25.3.26	Sottofondo di riempimento.....	366
25.3.27	Massetto per pavimenti e caldane .....	368
25.3.28	Massetto alleggerito in argilla espansa.....	372
25.3.29	Vespaio con elementi plastici .....	374





Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO  
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

25.3.30 Pavimenti.....	375
25.3.31 Pavimenti industriali in c.a. ....	381
25.3.32 Intonaci.....	387
25.3.33 Resina epossidica .....	391
25.3.34 Materiali ferrosi (per grigliati, recinzioni, parapetti) .....	391
25.3.35 Scala alla marinara.....	396
25.3.36 Porte.....	396
25.3.37 Portoni esterni di accesso all'officina manutenzione rotabili .....	400
25.3.38 Controsoffitti .....	401
25.3.39 Sigillanti e adesivi .....	403
25.3.40 Gronde e coperture.....	415
25.3.41 Opere a verde in copertura.....	419
25.3.42 Rivestimento di facciata.....	420
25.3.43 Opere verniciatore .....	422
25.3.44 Tinteeggiature esterne ed interne.....	423
25.3.45 Verniciature opere metalliche. ....	429
25.3.46 Zincature a caldo.....	433
25.3.47 Scorte .....	433
25.3.48 Rivestimento servizi igienici.....	434



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO  
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

---

## 1. INTRODUZIONE

---

Il presente documento descrive le principali prestazioni relative alle infrastrutture che dovranno essere rispettate nella redazione del progetto Definitivo e/o esecutivo per la realizzazione della linea tramviaria 4.2 del Sistema tramviario fiorentino, nei Comuni di Firenze e Campi Bisenzio.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

---

La normativa vigente in materia di sistemi tranviari, presa a riferimento per la progettazione dell'intervento qui proposto, risulta la seguente:

### Definizioni generali del sistema

- Norma UNI 8378 "Metropolitane leggere - Motrici - Dimensioni, caratteristiche e prestazioni".
- Norma UNI 8379 "Sistemi di trasporto a guida vincolata (ferrovia, metropolitana, metropolitana leggera, tranvia veloce e tranvia) – Termini e Definizioni".
- Norma UNI 8944 "Materiale rotabile per sistemi di trasporto leggeri su rotaia in aree urbane - Dimensioni, caratteristiche e prestazioni".

### Dimensioni e tipologia della sede

- Norma UNI 5646 "Attraversamenti di ferrovie e tramvie extraurbane con strade pubbliche - Direttive per la scelta del sistema di attraversamento e, nel caso di attraversamento a raso, del sistema di protezione".
- Norma UNI 7156 "Tramvie urbane ed extraurbane - Distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile ed interbinario".
- Norma UNI 8378 "Sagoma limite".
- Norma UNI 3648 "Linee tranviarie con rotaie a gola. Definizioni di scartamento ordinario e a scartamento ridotto".
- Norma UNI 7836 "Metropolitane. Geometria del tracciato delle linee su rotaia. Andamento planimetrico ed altimetrico e tolleranze di costruzione".
- D.Lgs. 30/04/1992 n. 285 e ss.mm.ii. "Nuovo Codice della Strada".
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495 e ss.mm.ii. "Regolamento di esecuzione e attuazione del nuovo codice della strada e successive modificazioni".



- D.M. 05/11/2001 n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".
- D.M. 19/04/2006 n. "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali"
- Norme C.N.R. 19/03/1992 (B.U. n. 150) "Norme sull'arredo funzionale delle strade urbane"
- Stazioni e fermate
- Norma UNI 8207 "Metropolitane - Segnaletica grafica per viaggiatori nelle stazioni".

#### Superamento barriere architettoniche

- Legge n. 118 del 30/03/1971 a favore dei mutilati ed invalidi civili, in materia di barriere architettoniche e trasporti pubblici.
- D.P.R. n. 503 del 24/07/1996 "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici".

#### Norme e Leggi principali impianti

- Legge n. 10/91 "Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia".
- D.L. 192 del 19/08/05 in recepimento della direttiva CE 2002/91 pubblicato in – G.U n. 241 del 15/10/05
- D.L. 311 del 29/12/06 "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005 n°192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico in edilizia"
- D.P.R. n. 412/93 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, legge 9 gennaio n.10".

- D.P.R. n. 59 “Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia”
- D.P.R. n. 74 16 aprile 2013 “Regolamento recante definizione dei criteri generali in materia di esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192.
- D.Lgs 3 marzo 2011, n. 28 Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.
- D.P.R 14/01/97 “Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento alle regioni e alle province autonome di Trento e di Bolzano, in materia di requisiti strutturali, tecnologici ed organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private”
- D.L. 56 del 09/03/2010 : "Modifiche ed integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115, recante attuazione della direttiva 2006/32/CE, concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazioni della direttiva 93/76/CEE"
- D.P.R n° 551 del 21/12/99
- D.Lgs n 81 del 09/04/2008 “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”.
- DM 13 luglio 2011 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unita' di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi



- D.Lgs n 106 del 03/09/2009 “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”.
- D.M n. 37 del 22-1-2008 “Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-  
quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante  
riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno  
degli edifici..
- Legge n. 615/66 “Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico” e successive  
integrazioni e modifiche.
- D.M. n. 60 del 02/04/2002, “Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22  
aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo,  
il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE  
relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di  
carbonio”.
- DPR 22 dicembre 1970 n° 1391 “Regolamento di esecuzione della legge n. 615/66”
- D.M. 12 aprile 1996 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la  
progettazione, la costruzione e l’esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili  
gassosi”.
- Legge n. 1083/71 “Norme per la sicurezza dell’impiego del gas combustibile” e successivi  
decreti ministeriali per l’approvazione delle Norme UNI-CIG relative all’impiego di gas  
combustibile .
- D.M. n.443/90 “Regolamento recante disposizioni tecniche concernenti apparecchiature  
per il trattamento domestico di acque potabili”.
- D. Lgs. n 152 del 03/04/06 "Norme in materia ambientale".
- D. Lgs. n 4 del 16/01/2008, "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto  
legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale".



- Deliberazione della Giunta regionale 16 novembre 2013, n.2117, “Approvazione delle “Linee guida in materia di requisiti igienicosanitari dei luoghi di lavoro destinati alle attività di produzione di beni e dei servizi di cui alla direttiva 123/2006 CE”.
- D. Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31 Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano
- DM 14/01/2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”
- Deliberazione della Giunta regionale 21 dicembre 2007, n.3235, “Requisiti per l’autorizzazione della funzione specialistica di nefrologia dialisi e trapianto”.
- Legge 186 del 01-03-1968 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione ed impianti elettrici ed elettronici."
- Legge 791 del 18-10-1977 "Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (n.73 / 23 / CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che devono possedere i materiali elettrici destinati ad essere utilizzati entro alcuni limiti di tensione."
- DPR 27 /04/78, n° 384 "Regolamento di attuazione dell'art. 27 della legge 30 marzo 1971, n° 118, a favore dei mutilati e invalidi civili, in materia di barriere architettoniche e trasporti pubblici";
- DPR 24/07/96 n. 503 “Regolamento recante norme per l’eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici”;
- Dlgs. 14/08/96 n. 493 “Segnaletica di sicurezza e/o salute sul luogo del lavoro”;
- D.Lgs. 12/11/96 n. 615 “Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 03/05/89 in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata e integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 22/07/93 e dalla direttiva del Consiglio del 29/10/93”;
- D.Lgs. 31/07/97 n. 277 “Modificazione al decreto legislativo 25 novembre 1996 n. 626, recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato a essere utilizzato entro taluni limiti di tensione”;

- DM 22/01/08 n. 37 “Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività d’installazione degli impianti all’interno degli edifici (ex legge 46/90 e DPR 06/12/91 n. 447);
- D.Lgs. 09/04/2008 n. 81 “Attuazione dell’art. 1 della legge 3 agosto 1997, n° 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- D.Lgs 106/17 “Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE”
- Le vigenti norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI);
- Norme UNEL vigenti
- Le vigenti norme dell’Ente di Unificazione Nazionale (UNI); in particolare, ma non in termini esaustivi, si rammentano:
  - Norma UNI 10435:1995, “Impianti di combustione alimentati a gas con bruciatori ad aria soffiata di portata termica nominale maggiore di 35 kW. Controllo e manutenzione”.
  - Norma UNI 10339:1995, "Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d’offerta, l’offerta, l’ordine e la fornitura”.
  - Norma UNI EN 16798-3:2018, "Ventilazione degli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione”.
  - Norma UNI/EN 671-1:2012 “Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Naspi antincendio con tubazioni semirigide”.
  - Norma UNI/EN 671-2:2012 “Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Idranti a muro con tubazioni flessibili”



- Norma UNI/TS 11300-1:2008 “ Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale”.
- Norma UNI/TS 11300-2:2008 “ Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria”.
- Norma UNI EN 15316-2-3:2008 “Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 2-3: Sistemi di distribuzione del calore negli ambienti”
- Norme UNI 10349:1994, “Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici”.
- Norma UNI 8199:2016 “Acustica - Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione”.
- Norma UNI 10779:2014 "Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio".
- Norma UNI EN 12845:2015 "Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione".
- Norma UNI 11292:2008 "Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio - Caratteristiche costruttive e funzionali".
- UNI 9795 “Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio”
- UNI ISO 7240 “Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Parte 19: Progettazione, installazione, messa in servizio, manutenzione ed esercizio dei sistemi di allarme vocale per scopi d'emergenza”

- UNI 9494-1:2017 “Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 1: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Naturale di Fumo e Calore (SENF C)”
- UNI 9494-2:2017 “Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 2: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Forzata di Fumo e Calore (SEFFC)”
- UNI 12845 “Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione”
- Linee guida ISPESL

### Segnalamento, Localizzazione e Priorità Semaforica

- UNI 7156:2008: Tranvie e tranvie veloci - Distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile e interbinario - Altezza della linea aerea di contatto.
- 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.
- UNI EN 12368: Attrezzatura per il controllo del traffico - Lanterne semaforiche.
- UNI EN 12675: Regolatori semaforici - Requisiti di sicurezza funzionale.
- UNI EN ISO 6385: Principi ergonomici nella progettazione dei sistemi di lavoro.
- UNI EN ISO 9241:Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT).
- UNI EN ISO 10075: Principi ergonomici relativi al carico di lavoro mentale.
- UNI EN ISO 11064: Progettazione ergonomica di centri di controllo.
- UNI EN ISO 13406: Requisiti ergonomici per il lavoro con visualizzatori a pannelli piatti.
- UNI EN ISO 14915: Ergonomia del software per interfacce utenti e sistemi multimediali.
- UNI EN ISO 9921: Ergonomia - Valutazione Della Comunicazione Verbale.

- UNI EN 1838: Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza.
- UNI 10530: Principi di ergonomia della visione - Sistemi di lavoro e illuminazione.
- UNI 12464: Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni.
- UNI 12665: Luce e illuminazione - Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnica.
- UNI 8686: Metropolitane. Locali di servizio nelle stazioni.
- UNI EN 1335: Mobili per ufficio – Sedute per ufficio – Dimensioni.
- UNI EN 527 Mobili per ufficio – Tavoli e scrivanie di lavoro.
- CEI EN 50121-4: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Compatibilità elettromagnetica Parte 4: Emissione ed immunità delle apparecchiature di segnalamento e telecomunicazioni. (2007-08)
- CEI EN 50122-1: Applicazioni ferroviarie - Installazioni fisse Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra. (1998-03)
- CEI EN 50122-2: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi Parte 2: Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua. (1999-10)
- CEI EN 50126-1: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotranviarie, metropolitane La specificazione e la dimostrazione di Affidabilità, Disponibilità, Manutenibilità e Sicurezza (RAMS). (2000-03)
- CEI EN 50128: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Sistemi di telecomunicazione, segnalamento ed elaborazione - Software per sistemi ferroviari di comando e di protezione. (2002-04)
- CEI EN 50129: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Sistemi di telecomunicazione, segnalamento ed elaborazione - Sistemi elettronici di sicurezza per il segnalamento. (2004-01 ed. Seconda)

- CEI EN 50124-1: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotranviarie, metropolitane - Coordinamento degli isolamenti Parte 1: Requisiti base - Distanze in aria e distanze superficiali per tutta l'apparecchiatura elettrica ed elettronica. (2001-09)
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase). (2007-04)
- CEI EN 61000-3-3: Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-3: Limiti - Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale  $\leq 16$  A e non soggette ad allacciamento su condizione. (1997-06)
- CEI EN 61000-4-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4: Tecniche di prova e di misura Sezione 2: Prove di immunità a scarica elettrostatica Pubblicazione Base EMC. (1996-09)
- CEI EN 61000-4-3: Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4: Tecniche di prova e di misura - Sezione 3: Prova d'immunità sui campi irradiati a radiofrequenza. (2007-04)
- CEI EN 61000-4-4: Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4: Tecniche di prova e di misura Sezione 4: Prova di immunità a transitori/treni elettrici veloci Pubblicazione Base EMC. (2006-01)
- CEI EN 61000-4-5: Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4: Tecniche di prova e di misura Sezione 5: Prova di immunità ad impulso. (1997-06)
- CEI EN 61000-4-6: Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4: Tecniche di prova e di misura Sezione 6: Immunità ai disturbi condotti, indotti da campi a radiofrequenza. (1997-11)

- CEI EN 61000-6-1: Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera. (2007-10)
- CEI EN 61000-6-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali. (2006-10)
- CEI EN 61000-6-3: Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera (2007-11)
- CEI EN 61000-6-4: Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali. (2007-11)
- CEI EN 55011: Apparecchi a radiofrequenza industriali, scientifici e medicali (ISM) Caratteristiche di radiodisturbo Limiti e metodi di misura. (1999-05)
- CEI EN 55022: Apparecchi per la tecnologia dell'informazione Caratteristiche di radiodisturbo Limiti e metodi di misura. (2009-01)
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (Codice IP). (1997-06)
- CEI 20-67: Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 KW. (2001-01)
- CEI EN 60950-1: Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione - Sicurezza Parte 1: Requisiti generali. (2007-02)

#### Impianti Semaforici

- CEI 214-1/1:1998-06 Dispositivi per il rilevamento della presenza o passaggio di veicoli stradali, con principio di funzionamento a variazione di induzione elettromagnetica: spire Parte 1: Requisiti d'installazione;
- CEI EN 50556:2012-05 Sistemi semaforici per la circolazione stradale;
- CEI 214-7:1999-10 Impianti semaforici - Requisiti dei dispositivi acustici per non vedenti;

- CEI 214-7;V1:2001-05 Variante. Impianti semaforici - Requisiti dei dispositivi acustici per non vedenti;
- CEI UNEL 62620:1990 Lampade ad incandescenza per semafori stradali a tensione di rete. 1990;
- CEI EN 60950-1:2007-02 Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione - Sicurezza. Parte 1: Requisiti generali.

### Sistemi di telecomunicazione e di Telecomando

- UNI EN ISO 9001:2000 Sistemi di gestione per la qualità
- ISO/IEC 90003 Sistemi di Gestione della Qualità per aziende del software
- ISO10007:2003 Sistemi di Gestione per la Qualità-Guida per la gestione della configurazione
- CEI EN 50126 Applicazioni ferroviarie :Software per Controllo ferroviario e Sistemi di protezione
- IEC 60050 CEI 56-50 Terminologia sulla fidatezza e sulla qualità del servizio
- CEI 11-27/-Sicurezza nei lavoro di impiantistica elettrica e di manutenzione
- D.P.R. n°547 del27/04/1955-Norme per la prevenzione degli infortuni
- Legge n°186 del 01/03/1968 –Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione ed impianti elettrici ed elettronici
- D.P.R. n°303 del 19/03/1956 –Norme Generali per l’igiene del lavoro
- D. Lgs n°227 del 15/08/1991-Attuazione delle Direttive CEE in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici e biologici durante il lavoro
- Legge n°447 del 26/10/1995 –Legge quadro sull’inquinamento acustico
- D.P.R n°462/01 – Denunce e verifiche periodiche degli impianti elettrici

- D.P.R. n°554/99 - Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici e successive modificazioni
- D.M n°145/2000 Capitolato Generale d'Appalto delle opere di competenza del ministero dei lavori pubblici
- D.L n°158/1995 Attuazione delle Direttive 90/531/CEE e 93/38/CEE relative alle procedure di appalti nei settori esclusi
- D.P.R n°459/1996 regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368,93/44 3 93/68 concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relativi alle macchine
- D.L n°494/96- Attuazione delle Direttive 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili e successive modifiche ed integrazioni
- EN-60529 - IEC 60529: Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- EN-60950, EN-60950/A3 "Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione comprese le apparecchiature elettriche per ufficio – Sicurezza"
- 89/336/EEC: Consiglio Direttivo del 3 Maggio 1989 in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica (modificata dalle Direttive 92/31/EEC, 93/68/EEC, 93/97/EEC).
- Decreto Legislativo 12 novembre 1996, n. 615 "Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata ed integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992, dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22 luglio 1993 e dalla direttiva 93/97 del Consiglio del 29 ottobre 1993"
- EN 50121-1: Applicazioni ferroviarie – Compatibilità elettromagnetica - Parte 1: Generalità

- EN 50121-2: Applicazioni ferroviarie – Compatibilità elettromagnetica - Parte 2: Emissione del sistema ferroviario verso l'ambiente esterno
- EN 50121-3-1: Applicazioni ferroviarie – Compatibilità elettromagnetica – Materiale rotabile - Parte 3.1: Treno e veicolo completo
- EN 50121-3-2 Applicazioni ferroviarie – Compatibilità elettromagnetica – Materiale rotabile - Parte 3.2: Apparecchiature
- EN 50121-4: Applicazioni ferroviarie – Compatibilità elettromagnetica - Parte 4: Emissione ed immunità delle apparecchiature di segnalamento e telecomunicazioni
- EN 50121-5: Applicazioni ferroviarie – Compatibilità elettromagnetica - Parte 5: Installazioni fisse di alimentazione
- CEI EN 61000-6-1: Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 6-1: Norme generiche – Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera (2002-10); questa norma sostituisce CEI EN 50082-1 (1998-05), che rimane applicabile fino al 01/07/2004
- CEI EN 61000-6-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 6-2: Norme generiche – Immunità per gli ambienti industriali (2002-10); questa norma sostituisce CEI EN 50082-2 (1995-03), che rimane applicabile fino al 01/07/2004
- CEI EN 61000-6-3: Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 6-3: Norme generiche – Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera (2002-10); questa norma sostituisce CEI EN 50081-1 (1997-06), che rimane applicabile fino al 01/07/2004
- CEI EN 61000-6-4: Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 6-4: Norme generiche – Emissione per gli ambienti industriali (2002-10); questa norma sostituisce CEI EN 50081-2 (1997-06), che rimane applicabile fino al 01/07/2004
- EN-50132-7 Impianti di allarme, Impianti di sorveglianza CCTV da utilizzare nelle applicazioni di sicurezza



- ETS 300 392: Radio Equipment and Systems (RES); Terrestrial Trunked Radio (TETRA); Voice + Data (V + D).
- ETS 300 392-2: Radio Equipment and Systems (RES); Terrestrial Trunked Radio (TETRA); Voice + Data (V + D); Part 2: Air Interface.
- ETSI EN 301 489-18: Electromagnetic Compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) – Electro Magnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services - Part 18: Specific conditions for Terrestrial Trunked Radio (TETRA) equipment
- ETSI EN 300 386 Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Telecommunication network equipment. Elettro Magnetic Compatibility (EMC) requirements.
- D. Lgs. N° 259, 1° Agosto 2003: Codice delle comunicazioni elettroniche
- Norma ITU-T G.652
- IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol
- IEEE 802.1D-1998 Priority and Dynamic Multicast Filtering
- IEEE 802.1p
- IEEE 802.1Q VLAN Tagging
- IEEE 802.1w
- IEEE 802.3 10BASE-T Ethernet
- IEEE 802.3u 100BASE-TX, 100BASE-FX Fast Ethernet
- IEEE 802.3x Full-Duplex with Flow Control
- IEEE 802.3z 1000BASE-X Gigabit Ethernet
- IEEE 802.3ad
- IEEE 802.3af
- EN-60598-1 “Apparecchi di illuminazione. Parte 1: Prescrizioni generali e prove”
- EN-60204-1 “Sicurezza del macchinario. Equipaggiamento elettrico delle macchine – Parte 1: Regole generali”

- EN-60529 “Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)”
- Norma CEI 20-21 Calcolo delle portate dei cavi elettrici
- Norma CEI 20-22 Prova dei cavi non propaganti l’incendio
- Norma CEI 20-35 prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco
- Norma CEI 20-34
- Norma CEI 20-36 prove di resistenza al fuoco dei cavi elettrici
- Norma CEI 20-37 prove sui gas emessi durante la combustione dei cavi elettrici
- Norma CEI 20-38 cavi isolati con gomma non propaganti l’incendio e a basso sviluppo di fumi dei gas tossici e corrosivi U0/U 0,6/1kV
- Norma CEI 20-40 Guida per l’uso dei cavi a bassa tensione
- Norma CEI 20-45 cavi resistenti al fuoco
- Norma CEI 46-5 cavi telefonici per impianti interni
- Tabella CEI UNEL 00722 Colori distintivi delle anime dei cavi isolati
- Tabella CEI UNEL 35354-65
- Direttiva RoHS 2002/95/CE
- Direttiva Bassa Tensione 73/23 e 93/68/CEE

#### Sotto-Stazioni Elettriche (Sse)

- CEI EN 50122-1 (9-6) ed 08-2012 Applicazioni ferroviarie, tramviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno. Parte I: Provvedimenti di protezione contro lo shock elettrico
- CEI EN 50123-1 (9-26/1) ed II Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie, e metropolitane. “Impianti fissi – Apparecchiature a corrente continua” Parte 1: Generalità

- CEI EN 50123-2 (9-26/2) ed II Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. “Impianti fissi –Apparecchiature a corrente continua” Parte 2: Interruttori a corrente continua
- CEI EN 50123-3 (9-26/3) ed II Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. “Impianti fissi –Apparecchiature a corrente continua” Parte 3: Interruttori di manovra sezionatori e sezionatori a corrente continua per interno
- CEI EN 50526-1 (9-140) ed 04-2013 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie, e metropolitane. Impianti fissi – Scaricatori di sovratensione e limitatori di tensione in corrente continua. Parte 1: Scaricatori di sovratensione
- CEI EN 50123-6 (9/26-6) ed II Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. “Impianti fissi – Apparecchiature a corrente continua ”Parte 6: Apparecchiatura preassemblata a corrente continua
- CEI EN 50123-7-2 (9-26/7-2) ed II Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. “Impianti fissi – Apparecchiature a corrente continua” Parte 7: Apparecchi di misura, controllo e protezione di uso specifico nei sistemi di trazione a corrente continua Sezione 2: Trasduttori di corrente isolanti e altri apparecchi di misura di corrente
- CEI EN 50123-7-3 (9-26/7-3) ed II Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. Impianti fissi – Apparecchiature a corrente continua” Parte 7: Apparecchiature di misura, controllo e protezione di uso specifico nei sistemi di trazione a corrente continua Sezione 3: Trasduttori di tensione isolanti e altri apparecchi di misura e di tensione
- CEI EN 50328 (9-82) ed. I Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - “Impianti fissi – convertitori elettronici di potenza per sottostazioni”
- CEI EN 60076-1 (14-4/1) ed 03-2015 Trasformatori di potenza Parte I: Generalità

- CEI EN 60076-3 (14-4/3) ed. 03-2015 Trasformatori di potenza Parte 3: Livelli di isolamento, prove dielettriche e distanze isolanti in aria
- CEI EN 60076-5 (14-4/5) ed. IV Trasformatori di potenza Parte 5: Capacità di tenuta al corto circuito
- CEI EN 60076-6 (14-38) ed. I Trasformatori di potenza Parte 6: Reattori
- CEI EN 60076-10 (14-4/10) ed. I Trasformatori di potenza Parte 10: Determinazione dei livelli di rumore
- CEI EN 60076-11 (14-32) ed. I Trasformatori di potenza Parte 11: trasformatori di tipo a secco
- CEI 14-7 ed. I Marcatura dei terminali dei trasformatori di potenza
- CEI EN 50329 (9-23) ed. II Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie metropolitane - “Impianti fissi – Trasformatori di trazione” e succ. varianti
- CEI EN 62271-200 (17-6) ed. 07-2013 Apparecchiatura ad alta tensione Parte 200: Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensioni superiori a 1kV fino a 52kV compreso
- CEI EN 62271-100 (17-1) ed. VII Apparecchiatura ad alta tensione e succ. varianti Parte 100: interruttori a corrente alternata ad alta tensione
- CEI EN 62271-102 (17-83) ed. I Apparecchiatura ad alta tensione e succ. varianti Parte 102: sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata
- CEI EN 62271-103 (17-130) ed. 10-2012 Apparecchiatura ad alta tensione Parte 103: interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali superiori a 1kV fino a 52kV compreso
- CEI EN 62271-105 (17-88) ed. 09-2014 Apparecchiatura ad alta tensione Parte 105: interruttori di manovra ed interruttori di manovra sezionatori combinati con fusibili per tensioni nominali superiori a 1kV fino a 52kV compreso

- CEI EN 62271-206 (17-127) ed. 04-2012 Apparecchiatura ad alta tensione Parte 206: indicatori di presenza tensione per tensioni nominali superiori a 1kV fino a 52kV compreso
- CEI EN 62271-1 (17-112) ed. 03-2010 Apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione e succ. varianti. Parte 1: prescrizioni comuni
- CEI EN 61869-1 (38-11) ed. 07-2010 Trasformatori di misura Parte 1: prescrizioni generali
- CEI EN 61869-2 (38-14) ed. 05-2014 Trasformatori di misura Parte 2: prescrizioni aggiuntive per trasformatori di corrente
- CEI EN 61869-3 (38-12) ed. 08-2012 Trasformatori di misura Parte 3: prescrizioni aggiuntive per trasformatori di tensione induttivi
- CEI EN 61439-1 (17-113) ed. 02-2012 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali
- CEI EN 61439-2 (17-114) ed. 02-2012 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Quadri di potenza
- CEI EN 60947-2 (17-5) ed. VIII Apparecchiature a bassa tensione Parte 2: Interruttori automatici
- CEI EN 60896-22 (21-48) ed. I Batterie stazionarie al piombo Parte 22: Tipi regolate con valvole - Prescrizioni
- CEI EN 60529 (70-1) ed. II Gradi di protezione degli involucri (codice IP) e succ. varianti
- CEI EN 61936-1 (99-2) ed. 09-2014 Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in ca. Parte 1: Prescrizioni comuni
- CEI EN 50522 (99-3) ed. 07-2011 Messa a terra degli impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in ca

- CEI 64-8 ed. 06-2012 (fascicoli da 1 a 7) Impianti elettrici utilizzatori a tensione e succ. varianti nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua
- CEI 0-16 ed. 04-2019 Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- Legge 01/03/1968 n. 186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici
- DL 19/05/2016 n. 86 Attuazione della direttiva 2014/35/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione
- DL 18/05/2016 n. 80 Modifiche al decreto legislativo 6 novembre 2007, n. 194, di attuazione della direttiva 2014/30/UE del parlamento europeo e del consiglio, del 26 febbraio 2014, concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica (rifusione)
- D.Lgs 09/04/2008 n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007 e succ. varianti n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro)
- D.L. 22/01/08 n. 37 Attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività d'installazione degli impianti all'interno degli edifici
- D.P.R. 22/10/2001 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 pericolosi.

### Linea Aerea Di Contatto

- CEI EN 50119 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Linee aeree di contatto per trazione elettrica.
- CEI EN 50149 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Trazione elettrica – Fili sagomati di contatto in rame e lega di rame.
- CEI 9-20/1 Guida d'applicazione della normativa di sicurezza per gli impianti fissi di trazione a corrente continua in presenza di strutture metalliche od in cemento armato  
Parte 1: Sistemi con tensione nominale di linea sino a 1500 V.
- CEI EN 50122-1 Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. - Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra.
- CEI EN 50122-2 Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. - Parte 2: Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate dai sistemi di trazione a corrente continua.
- UNI 7724 Materiale per linee aeree di contatto di ferrovie, tranvie e filovie. Pali tubolari di acciaio.
- UNI 7156 Tranvie e tranvie veloci – Distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile e interbinario – Altezza della linea aerea di contatto.
- UNI EN 10210 Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura.
- CEI-UNEL 79825:1986 Materiale Per Linee Di Contatto Di Ferrovie - Filovie - Tranvie - Funi Isolanti Di Materiale Sintetico Per Sospensione Ed Ormeaggio - Tipo E Dimensioni - Materiale - Prove E Verifiche - Campionamento - Condizioni Di Fornitura.
- UNEL 73625 – 626/73 Morsetti per collegamenti elettrici vari.
- UNI EN 10088-2:2014 Acciai inossidabili - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere, dei fogli e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi general

- UNI EN 10088-3:2014 Acciai inossidabili - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura dei semilavorati, barre, vergella, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali.
- UNI EN 12165:2011 Rame e leghe di rame - Prodotti semilavorati e grezzi per stampaggio.
- UNI EN 1982:2017 Rame e leghe di rame - Lingotti e getti.
- UNI EN 1652:1999 Rame e leghe di rame - Piastre, lastre, nastri e dischi per usi generali.
- UNI EN 1706:2010 Alluminio e leghe di alluminio - Getti - Composizione chimica e proprietà meccaniche.
- UNI EN 50345:2010 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi -Trazione elettrica - Strutture a fune sintetica isolata per sostegno delle linee aeree di contatto.
- UNI - EN 10025 Prodotti fini di acciaio non legato di base e di qualità limitati a caldo.
- CEI - UNEL Isolatori di sezione – per tensioni fino a 1500V.
- UNI 7156 Distanze minime degli ostacoli fissi del materiale rotabile interbinario.
- Decreto 4 aprile 2014 Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto.
- UNI 11248 Illuminazione stradale.
- EN 13201 – 1/2/3 Illuminazione stradale.
- UNEL 73664 Supporti in materiale isolato.
- CEI EN 50163 Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione.
- CE EN 1090 – 1:2012 Carpenteria metalliche.
- RFI DTC ST E SP IFS TE 101 A “Istruzioni per la realizzazione del circuito di terra e di protezione delle linee a 3 kV cc”
- FS IE/TE 64 Norme tecniche per la fornitura di pali tubolari di acciaio senza saldatura





Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO  
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

---

- EN ISO 1461 Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova.
  - EN 61140 Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature.
-

### 3. CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DEL TRACCIATO

---

La progettazione di una rete tranviaria, come quella di tipo stradale, si prefigge l'obiettivo di consentire in modo ottimale il moto, inserendo l'infrastruttura nel territorio mediante una successione di elementi geometrici che ne definiscono il tracciato della stessa.

Quest'ultimo è costituito da rettili e curve circolari, opportunamente raccordati mediante curve di transizione, al fine di garantire una migliore iscrizione del veicolo in curva.

La successione di due curve concordi costituisce una policentrica, mentre la successione di due curve circolari discordi costituisce un flesso.

L'elemento condizionante la velocità massima ammissibile su una linea è il raggio delle curve circolari, i cui ampi valori contribuiscono ad abbattere i tempi di percorrenza, limitando, inoltre, l'usura dei cerchioni e delle rotaie, derivante dalla manifestazione delle forze di attrito, e quindi dallo sprigionamento e/o dal drastico annullamento della forza centrifuga (fenomeno del contraccolpo, del quale se ne parlerà meglio in seguito).

D'altra parte, l'adozione sistematica di raggi minimi di valore elevato può irrigidire il tracciato, rendendo il costo di costruzione della rete tranviaria insostenibile e l'inserimento nel territorio problematico.

Nel progetto della tranvia di Firenze si è adottata per le curve di transizione la clotoide, preferendola alla parabola cubica che non si presta favorevolmente ad essere utilizzata in presenza di raggi ridotti come quelli tranviari.

#### Tracciamento di curve in piano

Come precedentemente accennato, la presenza nel tracciato di rettili e curve circolari, non assicura alla circolazione una qualità accettabile senza l'introduzione di curve di transizione a raggio variabile, le cui caratteristiche devono assicurare il rispetto delle condizioni geometriche e dinamiche di raccordo nei punti di contatto.

### Curva di transizione

Gli attuali parametri di progettazione dei tracciati tranviari individuano la necessità di avere curve con raggi non particolarmente ridotti ed utilizzare opportune curve di transizione per raccordare la parte circolare alle rette.

Nelle curve, dove il tracciamento lo consente, vanno utilizzati i seguenti parametri: valore massimo di accelerazione trasversale di 1,00 m/sec<sup>2</sup> e contraccolpo, variazione dell'accelerazione nell'unità di tempo, impostato a 0,40 m/sec<sup>3</sup>.

Lo sviluppo minimo della parte circolare è normalmente impostato con valori superiori a m. 12, per evitare che le turbative dinamiche prodotte al transito del raccordo d'ingresso alla curva non si assommino a quelle indotte dalla curva di transizione d'uscita.

L'adozione di questi parametri elevano qualitativamente gli indici relativi al comfort dei viaggiatori.

Tuttavia il giusto equilibrio tra le necessità di una tranvia veloce in un contesto urbano caratterizzato da strade non eccessivamente larghe ed incroci al limite dei 90 gradi, impone l'adozione di parametri riduttivi che possono essere applicati solo nelle situazioni più difficili.

Per alcuni casi è ammesso un contraccolpo maggiore, fino ad un massimo di 0,50 m/sec<sup>3</sup>, che determina un tempo di percorrenza della curva clotoidale non inferiore ai 2 secondi e di abbassare il limite dello sviluppo circolare fino a m. 8.

### Disposizioni particolari

Nella definizione della velocità massima si è fatto riferimento alla norma UNI 8944 che prevede una velocità massima consigliata di 70 km/h.

In realtà questa velocità non è raggiungibile nei tratti della linea in esame, perché le caratteristiche della fascia d'inserimento del tracciato sono relative ad un ambiente urbano ristretto e vincolante.

### Velocità massima in curva

La velocità massima di ogni singola curva è in funzione del suo raggio, definita la velocità si è impostata la lunghezza della clotoide di transizione in rapporto del tempo di percorrenza della stessa, fissato in 2,5 secondi, che corrisponde infatti al valore di contraccolpo 0,40 m/sec<sup>3</sup>.

### Sezione trasversale corrente

A causa dello scorrimento delle acque sarebbe utile realizzare una carreggiata in pendenza in sezione corrente (pendenza inferiore o uguale al 2%), generalmente a schiena d'asino.

Nel procedere all'elaborazione delle sezioni correnti di linea occorre tener conto degli elementi determinanti che sono la larghezza del materiale rotabile, le distanze degli ostacoli fissi dal materiale rotabile e l'interbinario (stabilite dalla norma UNI 7156-2008), nonché l'impostazione della linea aerea di contatto e della relativa palificazione di sostegno.

### Tracciato con pendenze trasversali in curva

Creare una pendenza in curva permette di diminuire l'effetto della forza centrifuga sul passeggero e sul veicolo, e quindi di aumentare la velocità massima.

Per una rotaia di scorrimento in curva in pendenza, la velocità massima per un'accelerazione trasversale limitata a 1 m/s<sup>2</sup> è di:

$$V = 3,6 \sqrt{R(1+9,81d)} \text{ (km/h)}$$

ove R è espresso in metri e d è la pendenza espressa in m/m, positiva se l'inclinazione è verso l'interno della curva.

Allo stesso modo, le condizioni di confort impongono la limitazione del jerk J (variazione istantanea dell'accelerazione trasversale residua) a 0,4m/s<sup>3</sup> generalmente e a 0,8m/s<sup>3</sup> in via eccezionale: ne segue che la lunghezza minima dei raccordi deve essere calcolata in funzione della velocità raggiunta o consentita in quella tratta e delle pendenze che precedono e seguono i raccordi stessi.

Peraltro, la variazione della pendenza “destra” (creata generalmente tra l’inizio e la fine del ramo del raccordo parabolico), è limitata allo 0,3% per metro lineare: ne risulta una lunghezza minima necessaria del raccordo parabolico.

#### Rettifili (sezione corrente e accesso/uscita dalla stazione)

La ricerca dei rettifili è prioritaria ovunque la geometria dell’inserzione lo permetta.

Nei limiti del possibile, in corrispondenza delle fermate si cerca di utilizzare un rettifilo.

Al di là della lunghezza intrinseca della banchina, è auspicabile prevedere (nei limiti del possibile) in entrata e in uscita dalla stazione, un rettifilo di almeno 7,50 oltre la banchina: in effetti una curva chiusa nei pressi della stazione potrebbe portare alla smussatura di un’estremità della banchina per tenere conto dei disassamenti della struttura (curve spazzate).

### 3.1 REGOLE GENERALI DEL TRACCIATO LUNGO IL PROFILO

#### Raccordo delle livellette

Per unire due livellette di differente pendenza, occorre inserire una curva parabolica di raccordo il cui raggio  $R_v$ , valutato tenendo conto della velocità del convoglio e della differenza delle pendenze, sia tale:

che nessuna parte della cassa veicolo abbia contatti con la superficie di rotolamento;

che venga garantito il comfort nei confronti dell’accelerazione centrifuga verticale  $a_v$  che non deve superare il valore limite di  $0,2 \text{ m/s}^2$  e di  $0,315 \text{ m/s}^2$  in via eccezionale.

Come detto in precedenza, il raccordo verticale si effettua per mezzo di una parabola di raggio di curvatura  $R_v$  la cui l’equazione è la seguente:

$$y = x^2/2R$$

L’accelerazione centrifuga verticale sul raccordo è:



$$a_v = V^2/R$$

essa si è rivolta verso il basso nei raccordi concavi, verso l'alto in quelli convessi, sommandosi alle forze gravitazionali. In ragione del valore limite dell'accelerazione pari a  $0,2 \text{ m/s}^2$ , si deduce un valore minimo di  $R_v$  pari a:

$$R > v^2/0,2 \quad (v \text{ in m/s})$$

ovvero:

$$R > V^2/2,592 \quad (V \text{ in km/h})$$

### Valori massimi e pendenze

La pendenza massima in linea ammissibile dovrà essere del 70 per mille (7%) con carico eccezionale anche se nella linea non si supereranno pendenze del 6%.

La pendenza massima in stazione, nei binari di manovra e nei capolinea è uguale all'1%, e questo per evitare la deriva di un veicolo i cui freni non sono bloccati.

## 3.2 STUDIO DELLE SAGOME

### La sagoma statica

La sagoma statica è la linea geometrica che racchiude il materiale in un piano trasversale, quando quest'ultimo staziona vuoto su una piattaforma orizzontale.

Il suo asse verticale di simmetria viene confuso con l'asse della rotaia. La sagoma statica del materiale rotabile preso in considerazione ha una larghezza di circa 2.400 mm.

### La sagoma dinamica

La sagoma dinamica è l'involuppo delle posizioni esterne occupate dal materiale rotabile quando si tiene conto dei disassamenti normali e eccezionali quali:

- la guida posteriore in arresto: 40 mm



Comune  
di Firenze

- l'usura dei rulli: 5 mm
- recupero dei giochi: 10 mm
- effetti di sbalzo: 8 mm
- disassamento dovuti ai rollii
- appiattimento delle sospensioni con vento laterale di 120 km/h : 2,36°

In rettilineo, questa sagoma dinamica avrebbe un valore di 2.680 mm per la vettura assunta come riferimento di 2.400 mm.

#### La sagoma di rivestimento

La sagoma di rivestimento è quella all'interno della quale il materiale resta in condizioni di marcia normali e degradate.

Questa sagoma si determina di volta in volta, in funzione delle curve e delle eventuali pendenze: alla sagoma dinamica in rettilineo si aggiungono i disassamenti su larghezze dovute alle curve o alle pendenze.

Nella via ad unica rotaia, la sagoma limite degli ostacoli è uguale alla sagoma di rivestimento più le distanze dagli ostacoli puntuali e/o continui.

Nella via a doppia rotaia, la sagoma limite degli ostacoli è uguale alle sagome di rivestimento dei due rotabili, separate dalla distanza di sicurezza tra le vetture più le distanze laterali dagli ostacoli puntuali e/o continui.

#### Sagoma di rivestimento LUNGO IL RACCORDO IN CURVA

Per i diversi valori di R, è nota la sagoma di rivestimento in un punto del raccordo, ma se si tiene conto della variazione della curvatura è necessario scalare (verso R crescenti). La sagoma così ottenuta verrà applicata a una distanza di 7,60 m.



In pratica, sarà possibile applicare la regola riportata qui di seguito per determinare la sagoma di rivestimento minima lungo una curva di transizione di raccordo (parabola cubica o clotoide) tra un rettilineo e un cerchio.

- Fare variare linearmente la sagoma di rivestimento in funzione dell'ascissa della curva tra l'inizio della curva di raccordo, il cui valore è uguale alla sagoma di rivestimento corrispondente al rettilineo, e l'estremità del raccordo il cui valore è uguale alla sagoma di rivestimento corrispondente al cerchio;
- spostare la sagoma di rivestimento così calcolata di 7,60 metri in direzione del rettilineo.

Le sagome di rivestimento dovranno ovviamente rispettare le condizioni relative alla distanza normata tra due rotabili così come verso l'esterno la sagoma di rivestimento dovrà distare dalla misura prevista nella norma dagli ostacoli (UNI 7156-2008).

#### Sagoma limite dagli ostacoli NELLA CURVA DI raccordo

Per questioni di semplicità, la sagoma limite dagli ostacoli (esterna) potrà essere determinata nel seguente modo:

- la sagoma limite dagli ostacoli ottenuta in curva viene mantenuta sulla curva di raccordo a raggio variabile (la sagoma limite dagli ostacoli su raccordo parabolico o clotoide è la stessa di quella sul cerchio prolungato dal raccordo)
- a partire dall'inizio della curva di transizione, su un rettilineo di 7,60 m, restringimento progressivo delle sagome limite fino al suo valore corrente in rettilineo. Ovviamente, le sagome limite dovranno rispettare le condizioni imposte dalla UNI 7156.

#### Schemi

Le tabelle delle sagome dinamiche e impronte in curva così come gli schemi delle diverse sagome dovranno essere riportate da ciascun produttore per dimostrare la compatibilità tra





Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO  
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

---

le larghezze commerciali adottate e quelle del contesto architettonico ed urbano nel rispetto delle distanze imposte dalla UNI 7156.

#### 4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI ARMAMENTO

L'armamento ERS (Embedded Rail System) prevede un sistema di binari isolati in modo continuo senza fissaggio meccanico, con elasticità omogenea. Il rivestimento elastico consiste in profili laterali realizzati in un particolare tipo di elastomero, che avvolgono completamente la rotaia e consentono di fissarla in tutte le direzioni (verticale, trasversale e longitudinale), assicurando al contempo un buon isolamento della rotaia rispetto all'ambiente circostante in termini di:

- isolamento vibro-acustico;
- isolamento elettrico;
- isolamento termico.

I profili laterali possono essere realizzati per qualunque tipo di rotaia tra cui la rotaia a gola "Ri60N". Anche per le curve di raggio limitato offre infatti una soluzione a prezzo competitivo poiché non richiede la controrotaia.

La forma del rivestimento elastico è adattata al tipo di rotaia e garantisce un trasferimento ottimale del carico del materiale rotabile alla soletta portante; deve inoltre essere previsto un giunto di superficie di dimensioni sufficienti a evitare il contatto ruota/copertura della carreggiata (min. 50 mm lato esterno e min. 25 mm lato interno della rotaia).

Questo rivestimento elastico è idoneo al carico che deve essere sostenuto. È costituito da un elastomero granulare sinterizzato ad alta densità e determina il comportamento statico e dinamico della rotaia, inglobata nel cemento, che subisce le azioni imposte dal materiale rotabile e dagli altri veicoli che transitano sui binari (autobus, veicoli di soccorso e manutenzione, camion, ...).

Prima dell'installazione, le rotaie diritte/curve sono incollate ai loro profili di rivestimento elastico in un sito protetto e le estremità delle rotaie sono lasciate libere per una lunghezza minima (< 1.200 mm), al fine di consentire le saldature. Queste rotaie pre-rivestite sono poi montate in portalini di posa appositamente progettati (min. 6 per una lunghezza di 18 m) e

che assicurano il livellamento/allineamento X,Y,Z (scartamento, profilo longitudinale, pendenza trasversale, ...) partendo dalla quota del piano del ferro (installazione “top-down” che consente di assicurare un’elasticità continua e omogenea). Dopo il livellamento, il cemento di bloccaggio (fino a min. piano del ferro –100 mm.) fissa le rotaie nella soletta, dando così forma concreta ai binari. I portalini vengono tolti dopo la presa del cemento di bloccaggio. La profondità della cassaforma è in genere inferiore a 500 mm (100 mm di solettone di regolamento, max. 300 mm di cemento di bloccaggio a seconda della portanza del suolo e 100 mm di riserva per la copertura superficiale). Questa metodologia di posa deve consentire l’adozione di qualsiasi tipo di finitura: manto inerbito, conglomerati, calcestruzzo disattivato, calcestruzzo stampato, selciato incollato, asfalto (in questo caso si prevede l’impiego di profili metallici di protezione tra l’interfaccia in gomma e l’interfaccia rivestita in corrispondenza di incroci carrabili).

La forma del rivestimento elastico è tale che nel caso di sostituzione della rotaia, quella esistente possa essere tolta dal suo alloggiamento senza rompere il cemento che la circonda ed una nuova rotaia pre-rivestita, con le stesse caratteristiche meccaniche e dimensionali di quella originaria, possa essere inserita nella cavità.

Inoltre, a seconda delle esigenze in termini di mitigazione dell’impatto acustico-vibrazionale della tranvia in esercizio (che, si noti bene, non sollecita la struttura alle frequenze più basse ma, come da dottrina diffusamente accettata, tipicamente nel campo dei 63 Hz e oltre, in funzione della velocità di percorrenza) ed in funzione delle caratteristiche dei rotabili stessi (occorre ovviamente ricordare che, trattandosi di un sistema massa – molla, a parità di altre condizioni tanto più sono “leggeri” tanto meno “facilitano” il compito all’antivibrante. Va anche però precisato che, sempre a parità di altre condizioni, minore è la massa minore sarà la forza impressa e, quindi, l’ampiezza della sollecitazione da isolare...), si può scegliere il rivestimento isolante tra diverse caratteristiche smorzanti e, se necessario, lo si può



Comune  
di Firenze

efficacemente abbinare ad un adeguato materassino sottoplatea ottenendo quello che è stato definito Livello 2 e, con le massime caratteristiche elastiche del materassino, Livello 3.

Il cosiddetto Livello 0 (assenza di materassino sottoplatea) può pertanto a sua volta avere caratteristiche prestazionali differenziate.

In funzione della esecuzione adottata con una rotaia tipo Ri60N ed un rotabile con carico per asse di 11 T, distanza tra due assi di 1,7 m, distanza tra due carrelli di 11 m e velocità massima di 80 km/h, indicativamente possono essere considerati i seguenti moduli di elasticità lineare:

#### BASSO:

C-stat > 60 MN/m/ml-rotaia & C-din < 200 MN/m/ml-rotaia, ovvero equivalente alla rigidità di un binario “tradizionale” con traversine tipo bi-blocco ogni 750 mm (in retto), piastre elastomeriche sotto-rotaia di spessore 9 mm c.a, un cedimento dinamico del piano del ferro < 0,5 mm, e adatto ad essere impiegato ove non siano richieste particolari prestazioni in termini di mitigazione acustico-vibrazionale. Ad esempio in caso di depositi e di vie dedicate e/o con una distanza tra il loro asse longitudinale ed il più vicino edificio  $L > 30$  m;

#### MEDIO:

C-stat > 30 MN/m/ml-rotaia & C-din < 90 MN/m/ml-rotaia, che rispetto al precedente permette un “insertion loss” (“perdita per inserimento”, ovvero incremento dell’attenuazione del disturbo vibrazionale rispetto ad un altro sistema) di 6 dBV c.a @ 63 Hz, con un cedimento dinamico del piano del ferro < 1,0 mm, e adatto ad essere impiegato ove siano richieste normali prestazioni in termini di mitigazione acustico-vibrazionale. Ad esempio in caso di vie con una distanza tra il loro asse longitudinale ed il più vicino edificio  $L > 20$  m;

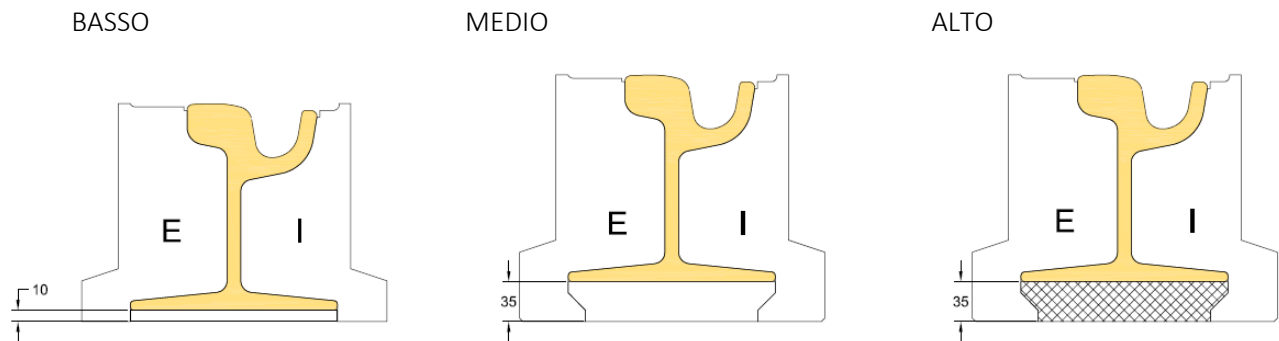
#### ALTO:

C-stat > 10 MN/m/ml-rotaia & C-din < 45 MN/m/ml-rotaia, che sempre rispetto al primo permette un “insertion loss” di 12 dBV c.a @ 63 Hz, con un cedimento dinamico del piano del ferro < 2,0 mm, e adatto ad essere impiegato ove siano richieste elevate prestazioni in termini



Comune  
di Firenze

di mitigazione acustico-vibrazionale. Ad esempio in caso di vie con una distanza tra il loro asse longitudinale ed il più vicino edificio  $L > 10$  m;



Ove siano richieste o necessarie prestazioni ancora più elevate, come nel caso di zone particolarmente sensibili e/o di vie con una distanza tra il loro asse longitudinale ed il più vicino edificio  $L < 10$  m, occorre aggiungere un livello di intervento combinando quindi una delle due soluzioni (medio o alto) con i materassini antivibranti sottoplatea che, sempre rispetto al binario “tradizionale”, permettono un “insertion loss” complessiva maggiore di 20 dBV c.a @ 63 Hz, con un cedimento dinamico del piano del ferro  $< 3,0$  mm.

Solitamente si utilizza come valore di rigidezza caratteristica il modulo di Winkler (statico o dinamico) anche detto della rotaia (C), che è la rigidezza distribuita lungo la rotaia, con l'unità di misura [MN/m/ml-rotaia] del modello di calcolo di Winkler, appunto. Un altro metodo per caratterizzare la rigidezza della rotaia è il valore  $K$  = costante elastica della rotaia con unità di misura [MN/m], che è la rigidezza cui si confronta la ruota (ad es.: il peso della ruota  $P$  determina un cedimento  $x$ , quindi  $K = P/x$ ). Entrambe le definizioni sono matematicamente correlate attraverso il modello di Winkler,  $K = 2LcC$  (con  $Lc$  = lunghezza caratteristica della



trave in [m], con il modulo di rigidezza della fondazione, con rigidezza alla Winkler C [MN/m/ml-rotaia]).

Il sistema di isolamento continuo senza fissaggio meccanico ERS (Embedded Rail System) offre dei vantaggi aggiuntivi quali:

- soluzioni di isolamento vibro-acustico integrate (3 classi di rigidezza);
- limitata profondità dello scavo. Poiché la rotaia è in parte annegata in CLS armato (che nei sistemi tradizionali è invece al di sotto del livello della rotaia), la tecnologia ERS consente di ridurre lo spessore complessivo dell'armamento;
- ottimizzazione dei vantaggi del CLS per la stabilità della tranvia e l'isolamento delle vibrazioni;
- soluzioni specifiche in caso di particolare esigenze come nel caso di ponti o di sottoservizi poco profondi e protetti da solette in c.a. ove utilizzando lo stesso concetto ERS e delle apposite piastre di supporto a perdere si ottiene un spessore di costruzione di 245 mm.

Poiché la tecnologia ERS offre molti vantaggi rispetto ai sistemi di armamento tradizionali, per sfruttarli al meglio è opportuno prendere alcune precauzioni durante l'installazione ed evitare così di dover intervenire con azioni correttive. Precisamente:

- evitare di danneggiare i profili prima della loro installazione, tipicamente: durante il trasporto delle rotaie già rivestite verso il cantiere (ad es.: a causa di carichi puntuali eccessivi), durante le fasi di completamento della gettata (ad es.: se la prima gettata non riveste già completamente le rotaie ed i profili, è opportuno proteggerli dagli eventuali danni che possono essere provocati dai veicoli di cantiere). È comunque possibile riparare i profili laterali, sia in caso di danni di piccola che di media entità;
- proteggere durante la gettata tutte le parti riutilizzabili dei portalini con tubi in plastica. Particolare attenzione va altresì posta durante la rimozione dei portalini, che deve

avvenire quanto più possibile in verticale. Inoltre le parti scorrevoli e le barre vanno ingrassate regolarmente;

- evitare di danneggiare accidentalmente il cemento di fissaggio. È comunque possibile ripararlo con resine epossidiche e altro;
- assicurarsi che le attività di incollaggio dei profili di rivestimento alle rotaie nelle aree di saldatura avvenga in modo accurato;
- assicurarsi che ogni adattamento / modifica apportata localmente alla geometria dei profili di rivestimento (ad es.: per permettere il drenaggio dell'acqua, il fissaggio dei collegamenti elettrici, ecc.) sia accuratamente rifinita con la colla;
- prevedere che l'incollaggio dei profili di rivestimento per le diramazioni sia fatto in fabbrica, preferibilmente a cura del fornitore delle diramazioni stesse;
- assicurarsi che tutti i materiali siano conservati secondo le proprie specifiche di fornitura.

#### 4.1 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DEL SISTEMA ERS

##### Denominazione

Viene stabilita nel modo seguente:

- Livello L0 – Sistema con differenti rigidzze della gomma sottorotaia senza materassino sottoplatea;
- Livello 2 – Sistema con caratteristiche prestazionali analoghe al precedente ma con interposizione di un materassino sottoplatea di media rigidzza;
- Livello 3 – Sistema con caratteristiche analoghe al precedente ma con materassino di elevate prestazioni.

##### Descrizione dei componenti



I sistemi sopra descritti si compongono dei seguenti elementi:

Componenti elastici:

Profilo laterale - tipo di rivestimento adattato alla rotaia;

Gomme sottorotaia – con spessori variabili in funzione della rigidezza:

- 10mm per BASSA;
- 35mm per MEDIA;
- 35mm per ALTA;

Sagoma di posizionamento binari adattata alla situazione;

Accessori:

- colla specifica;
- supporti in ferro della rotaia a perdere durante la gettata del cemento;
- protezioni in plastica a perdere che consentono di recuperare le barre filettate dopo la gettata;
- morsetti in acciaio pre-piegati adattate alla forma del rivestimento, che ne consentono il fissaggio alla rotaia.

### Componenti elastici

### Informazioni generali

Allo scopo di garantire la loro funzione di disaccoppiamento della rotaia rispetto all'ambiente, i profili devono presentare alcune caratteristiche meccaniche essenziali:

- un comportamento meccanico che non venga compromesso dalla presenza d'acqua, da condizioni di temperatura normali (es. da  $-25^{\circ}\text{C}$  a  $60^{\circ}\text{C}$ ), dai carichi continui del materiale rotabile sulla rotaia o dal traffico stradale (in caso di piattaforma carrabile);
- in condizioni di carico costante, lo scorrimento viscoso del prodotto deve rimanere limitato per non causare la degradazione del rivestimento della piattaforma;



- una sufficiente rigidità statica, per limitare le deformazioni a seguito delle diverse sollecitazioni verticali, orizzontali e laterali;
- una rigidità dinamica limitata per non degradare l'isolamento antivibrante tra la rotaia e il suo ambiente;
- una resistenza agli shock termici determinati ad esempio dalle tecniche di riporto con saldatura e riprofilatura della rotaia;
- una sufficiente resistività per limitare le correnti vaganti.

Almeno durante i 10 anni di garanzia, il materiale dovrà soddisfare le seguenti caratteristiche:

- imputrescibilità;
- resistenza alle muffe;
- resistenza agli agenti chimici quali:
  - oli;
  - idrocarburi;
  - grassi;
  - acidi diluiti.

#### Rivestimenti per rotaia

I rivestimenti per rotaia saranno realizzati con un elastomero granulare sinterizzato ad alta densità, prefabbricati e profilati a seconda del tipo di rotaia. I rivestimenti sono incollati lungo la rotaia allo scopo di evitare qualsiasi contatto tra la rotaia e il materiale circostante (ad es. cemento). Il materiale dovrà essere certificato conformemente alle specifiche tecniche RATP UV N°35 – 2001 “Fornitura di profili di rivestimento a base di granuli di gomma legati da resina, destinati all'armamento di tranvie”.

I profili dovranno garantire un perfetto fissaggio della rotaia nel calcestruzzo. Le rotaie dovranno essere fornite in cantiere già rivestite con i profili laterali.



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO  
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

Normalmente tale operazione dovrà avvenire in apposito Campo Base posizionato nelle vicinanze delle aree di cantiere

Le caratteristiche tecniche del profilo laterale sono sinteticamente descritte nella tabella sottostante:

Parametro	Unità	Materiale
Materiale costituente		Elastomero granulare sinterizzato ad alta densità con resina PU
Tipo		SIGLA FORNITORE
Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>	950-1150
Durezza shore - ASTM-D2240	°A	55-65
Resistenza alla trazione - ISO-37	MPa	> 0.95
Allungamento a rottura - ISO-37	%	> 30
Compression set – 50% / 70H RT - DIN-53572	%	< 8
Velocità di scorrimento viscoso a 0.1 MPa – ISO-8013	% / decade di tempo in min.	< 1
Assorbimento d'acqua – BRB-491	%(del peso)	< 5
Modulo di elasticità E <sub>stat.</sub>	MPa	2.5 - 8.5
Modulo di elasticità E <sub>dyn</sub> (5 Hz. a 0.04 MPa +/- 20%)	MPa	< 20
Resistività trasversale – CEI93	Ωcm	> 10 <sup>8</sup>

Gomme sottorotaia

Dovranno essere disponibili tre diversi tipi di strisce, a seconda del sistema scelto.



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO  
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

Dovranno pertanto essere disponibili in differenti spessori e rigidzze come detto precedentemente ed in particolare:

- 10mm per BASSA;
- 35mm per MEDIA;
- 35mm per ALTA.

Gomme sottorotaia

Il materassino antivibrante da posizionare sotto le platee dovrà avere le caratteristiche tecniche descritte nella tabella sottostante:

Parametro	Unità	Materiale
Materiale costituente		Elastomero granulare sinterizzato ad alta densità con resina PU
Tipo o		SIGLA FORNITORE
Masse volumica	kg/m <sup>3</sup>	690 ± 10%
Durezza shore - ASTM-D2240	°A	25-35
Resistenza alla trazione - ISO-37	MPa	> 0.30
Allungamento a rottura - ISO-37	%	> 40
Velocità di scorrimento viscoso a 0.1 MPa – ISO-8013	%/decade di tempo in min.	< 1
Modulo di elasticità E <sub>stat.</sub>	MPa	0.5 – 1.25
Modulo di elasticità E <sub>dyn</sub> (5 Hz. a 0.04 MPa +/- 20%)	MPa	2 - 6

Tolleranze dimensionali

Lunghezza: + 10 mm / - 0 mm;

larghezza: ± 2 mm;



Comune  
di Firenze

spessore:  $\pm 2$  mm;

ritiro trasversale:  $< 0.2\%$ .

#### Risultato finale

Le superfici dei pezzi dovranno essere piane, pulite, senza difetti che ne pregiudichino l'uso, quali crepe, fessure, distacco di granuli, cavità, ecc.

Le sbavature devono essere eliminate, è ammesso uno spessore supplementare di 1 mm max.

#### Marcatura

I pezzi (profili, strisce, ecc.) di normale produzione non recano marcature. Su speciale richiesta dovrà essere possibile introdurre una marcatura nello stampo di produzione per garantirne la rintracciabilità.

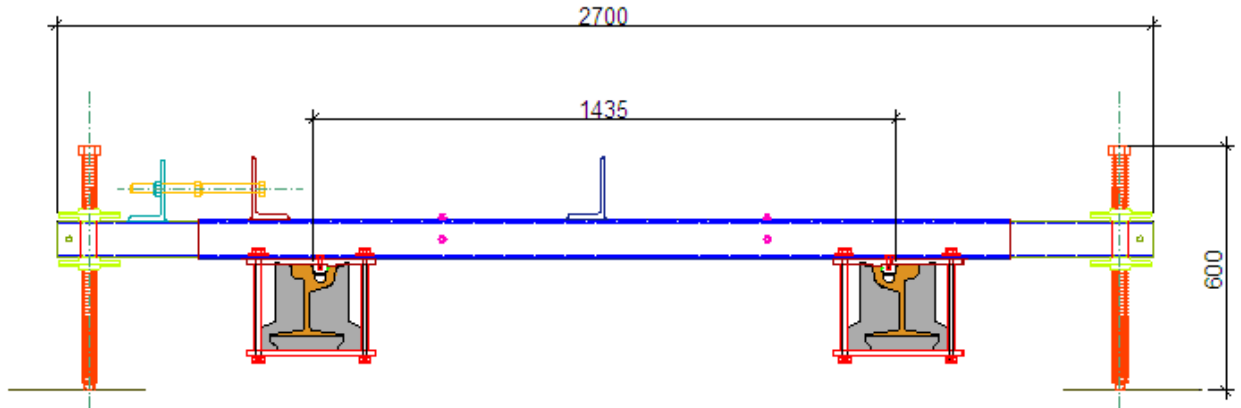
#### Portalini di posizionamento e accessori

Il portalino di posizionamento assicura la regolazione dei binari nelle direzioni x, y e z. La foto sotto mostra che questa attrezzatura, appositamente progettata per i sistemi ERS, consente una facile regolazione della rotaia.

Per la corretta regolazione dell'asse binario è opportuno prevedere un bloccaggio laterale dei portalini. Poiché lo spazio riservato dipende specificamente dal progetto, ne è responsabile la ditta incaricata della posa dei binari.



Comune  
di Firenze



La fornitura dei portalini dovrà comprendere anche gli accessori seguenti:

- barre filettate: tipo trapezoidale, diametro 38 mm, acciaio zincato;
- bulloni: M12\*(240 ... 260), acciaio zincato;
- piastre di acciaio per la protezione dei portalini durante la gettata.
- I Portalini dovranno consentire la posa con le usuali tolleranze per i binari, che dipendono dai mezzi topografici utilizzati:
- Scartamento: -1 / +2

#### 4.2 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

Le prestazioni dei sistemi ERS dipendono essenzialmente dai seguenti parametri:

- tipo di esecuzione e forma del rivestimento elastico;
- trasferimento di carico del materiale rotabile alla soletta portante attraverso la rotaia rivestita.

Si dovranno quindi prevedere prove di caratterizzazione dei rivestimenti e della piastra portante sottorotaia.

#### PROFILI LATERALI



### Caratteristiche prestazionali – prove di laboratorio

Per effettuare le prove, si preleveranno campioni di profili di forma a parallelepipedo. Le loro dimensioni dipenderanno dalla forma del profilo cercando di massimizzare le dimensioni nei tre sensi.

Rigidità statica – a secco e dopo immersione in acqua (24 ore in acqua a 20°C): il campione (dimensioni  $L \times l \times t$ ,  $L$  = lunghezza,  $l$  = larghezza,  $t$  = spessore in mm) è sottoposto a carichi equivalenti agli sforzi applicati sul profilo (max. 0.2 MPa). La rigidità statica è misurata in condizioni di temperatura di  $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$  in pressa idraulica tra due piani indeformabili. Il campione è sottoposto a 3 cicli di carico-scarico da 0 a 0.2 MPa con una velocità di carico di 0.2 MPa/min. L'intervallo tra due cicli è di 30 secondi. La curva forza-cedimento è registrata durante il terzo ciclo. Si misura la rigidità tangente a 0.04 MPa (=  $K_{tan-0.04 \text{ MPa}}$ ) e la si trasforma nel corrispondente modulo di Young, ovvero  $E_{tan-0.04 \text{ MPa}} = K_{tan-0.04 \text{ MPa}} \times t / (L \times l)$ .

Rigidità dinamica – a secco: deve essere misurata nella stessa pressa e sullo stesso campione. Oscillazione a 0.04 MPa  $\pm$  20% a 5 Hz. La rigidità dinamica  $K_{dyn-5\text{Hz}}$  è trasformata in modulo di Young  $E_{dyn-5 \text{ Hz}} = K_{dyn-5 \text{ Hz}} \times t / (L \times l)$ .

Scorrimento viscoso con carico costante (in base a ISO-8013): il campione è sottoposto a un carico di 0.1 MPa, per una durata di 168 h. Velocità di scorrimento viscoso < 1% dell'altezza non caricata / decade di tempo espressa in minuti.

Resistenza dei materiali agli shock termici (cicli di congelamento-scongelo / simulazione di ricarica della rotaia. Vd. ST RATP N°UV 35, artt.III-12 e III-14). Nessuna degradazione apparente; variazione di peso < 10%.

Resistività trasversale in base a CEI-93 (NF C26-215) su 3 campioni.  $R < 1E8 \Omega\text{cm}$ .

Resistenza ai liquidi (acqua salata/bassa temperatura e olio N°2. Vd. ST RATP N°UV 35, art.III-15). Nessuna degradazione apparente; variazione di peso < 10%.

Resistenza all'usura col metodo del pendolo SRT – a secco e immerso in acqua / 20°C (Skid Resistance Tester. Vd. Road Research Laboratory – Ministry of Transport – Road Note N°27 2nd Ed. London 1969 - Instructions for using the portable Skid-resistance tester). SRT-asciutto > 90 e SRT-in acqua > 60.



Prova di fatica: il materiale costitutivo è utilizzato nella costruzione di rivestimenti (profili con funzione supplementare, vale a dire fissare la rotaia e garantirne la stabilità). La rotaia rivestita e incassata nel cemento (lunghezza min. 4 m) è stata sottoposta a:

Fase 1: un aumento di carico verticale fino a 120 kN con misura del cedimento per tappa di carico (=comportamento prima della sollecitazione).

Fase 2: una sollecitazione di 24-120 kN a 2 Hz per 500.000 cicli.

Fase 3: uguale a Fase 1 (=comportamento dopo la sollecitazione).

Fase 4: si confrontano le deformazioni di rotaia della fase 1 e della fase 3. La variazione di deformazione (confrontando la deformazione prima e dopo, allo stesso livello di sforzo) non deve superare il 20%.

#### COMPORTAMENTO DELLA ROTAIA RIVESTITA ALL'INTERNO DELLA SOLETTA PORTANTE

##### Prove di laboratorio su modelli in piccola scala: L = 300 mm

Il comportamento della rotaia nella soletta portante è definito essenzialmente dal modulo di rigidità  $k$  (MN/m<sup>3</sup>) o dal modulo di rigidità lineare di rotaia  $K$  (pari a  $k \cdot$  larghezza della rotaia espressa in MN/m/m) richiesto: il modulo di rigidità statica definisce il cedimento della rotaia sotto carico massimo per asse e il modulo di rigidità dinamica definisce la perdita per inserzione del sistema.

Il modulo di rigidità di un impianto ERS è definito con il procedimento (ERS SYSTEM PERFORMANCE).

Questo procedimento di prova è stato realizzato sulla base dei concetti descritti in RAGERS (rapporto 01-04 CROW) "Recommendations And Guidelines for Embedded Rail Systems" Part B – Test & Calculations for Embedded Rail (Raccomandazioni e direttive per i sistemi a rotaia rivestita parte B – prova e calcolo per rotaia rivestita). Il rapporto RAGERS è stato redatto dai gruppi di lavoro "embedded rail" e ProVEIS coordinati da CROW (Paesi Bassi). La prova di prestazione consiste nell'inserimento di una rotaia da 300 mm, rivestita con l'apposito profilo laterale, in un blocco di calcestruzzo di dimensioni tali che la prova possa essere eseguita sotto pressa idraulica. Con questa tecnica è possibile misurare i moduli di rigidità statica e dinamica di una rotaia avvolta in un rivestimento e incassata nel calcestruzzo.

Questa tecnica è stata anche approvata dal rapporto D2S International/UCL " PREFARAIL RAIL FIXATION SYSTEM Detailed static and dynamic analysis with finite element verification" in cui sono stati realizzati test supplementari sulla resistenza longitudinale della rotaia rivestita.

Per la posa dei binari con rotaie Ri60N, i moduli di rigidità sono:

Per la versione base standard:

- C-stat > 60 MN/m/mlr
- C-dyn < 200 MN/m/mr

Per la versione migliorata:

- C-stat > 30 MN/m/mlr
- C-dyn < 90 MN/m/mlr

Prove di laboratorio del sistema su modelli in grande scala: L = 3 m

L'intero sistema ERS è stato esaminato presso l'UCL - Belgio. Nel corso di questa campagna di prova, il sistema è stato sottoposto a carichi verticali e inclinati (angolo di inclinazione 26°) e a un programma di fatica fino a 500.000 cicli di carico. Queste prove sono state condite sine qua non per l'impiego intensivo del sistema da parte della STIB di Bruxelles (BE).

Per quanto riguarda le altre caratteristiche tecniche dell'impianto:

- il coefficiente di attrito tra calcestruzzo e profili laterali dovrà essere pari ad almeno 0.6. Infatti, grazie alle "micro-asperità" superficiali del rivestimento a base di elastomero granulare sinterizzato ad alta densità, il calcestruzzo dopo l'indurimento "aderisce" perfettamente alle superfici esterne ai profili di rivestimento;
- Dovrà essere effettuata la prova di aderenza secondo il metodo di prova "Road Research Laboratory – Ministry of Transport – Road Note 27 – second edition London 1969" ("Laboratorio di Ricerche Stradali – Ministero dei Trasporti – Road Note 27 – seconda edizione Londra 1969");
- Dovrà essere rispettata la prova di resistività elettrica eseguita secondo CEI93 presso il Laboratorio Laborelec.

Fornitura e condizioni di immagazzinamento



I rivestimenti laterali in gomma dovranno essere imballati in funzione dei volumi dell'ordine e dovranno essere consegnati su bancali dotati di foglio di protezione.

I bancali non potranno essere impilati né caricati di pesi supplementari e non dovranno essere sottoposti a condizioni climatiche estreme.

Al momento del caricamento dei bancali si dovrà fare attenzione a non farli cadere né urtare violentemente. Le eventuali anomalie dovranno essere segnalate sulla bolla di ricevimento presentata dal corriere.

#### 4.3 DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI POSA

##### Sequenza di posa proposta

In base alle condizioni del cantiere è possibile installare giornalmente 72 metri lineari di doppio binario con una squadra di 20 persone (tra cui 2 saldatori e 2 aiuto-saldatori), a condizione che le rotaie arrivino al cantiere già rivestite (per le operazioni di incollaggio occorrono altri 4 operai). Questo planning è un esempio di una possibile sequenza di posa e può essere adattato in base alle specifiche esigenze del progetto.

Per la posa suddetta occorrono anche:

- traversine di legno => quantità minima per cantiere = 2 (aree 72 m / cantiere) x 32 (traversine / area 72 m) = 64 (traversine / cantiere);
- portalini di posizionamento => quantità minima per cantiere = 2 (aree 72 m / cantiere) x 48 (Portalini / area 72 m) = 96 (portalini / cantiere).

In base alla presenza delle opere d'arte (impalcato) con significativi movimenti di dilatazione (effetti termici, ritiro, ...), si prevede l'installazione di due apparecchi di dilatazione sulle rotaie che consentono l'assorbimento delle dilatazioni.

Questi apparecchi di dilatazione sono installati (2 per ogni impalcato) su tratti rettilinei della campata delle opere d'arte.

La corsa dell'apparecchio di dilatazione sarà valutata tenendo conto della corsa del giunto di dilatazione dell'impalcato.

L'apparecchio di dilatazione è composto di due telai (uno per ogni rotaia) ed in questi scorrono rotaie e controrotaia; tali apparecchi sono progettati in modo tale da evitare ogni shock al passaggio della ruota del veicolo.

#### Incollaggio dei profili di rivestimento alla rotaia

L'incollaggio dei rivestimenti dovrà essere svolto in ambiente protetto dalle intemperie:

- la superficie delle rotaie dovrà presentarsi in buono stato, senza eccessiva ruggine o sporcizia (grasso, terra o altro);
- la superficie dei rivestimenti non dovrà presentare alcun tipo di sporcizia;
- per l'utilizzo di colle, i supporti da incollare dovranno essere perfettamente asciutti
- la colla dovrà essere applicata secondo le indicazioni fornite dal fornitore in occasione della prima installazione in sito e in conformità con la scheda tecnica;
- i cordoni di colla devono essere il più possibile continui e posizionati in modo opportuno;
- se necessario, ai due lati della rotaia dovranno essere realizzati due giunti di finitura per ottenere un isolamento elettrico maggiore.

#### Fasi di posa

Le diverse fasi di posa sono in sintesi:

- chiusura dell'area;
- terrazzamento: preparazione della piattaforma;
- sottostrato di fondazione (ad esempio: strato del tipo stabilizzato vibrato);
- posa della prima armatura;
- posa di traversine in legno provvisorie destinate a sostenere le rotaie rivestite;

Le rotaie sono precedentemente rivestite in officina o in sito;

- saldatura testa a testa delle rotaie;
- pulizia delle aree di saldatura e posa dei rivestimenti in queste aree. Per quanto riguarda la realizzazione delle saldature, queste dovranno essere accuratamente pulite e molate e



Comune  
di Firenze

le sbavature correttamente livellate. L'area di saldatura è contrassegnata sul rivestimento, nel quale viene poi praticata una apertura equivalente alla saldatura per mezzo di una troncatrice per legno. Il rivestimento viene quindi spalmato di colla e applicato all'area di saldatura;

Le rotaie sono saldate testa a testa tramite saldature alluminotermiche da saldatori abilitati e qualificati. Si tratta di un procedimento per generare calore per mezzo di alluminio. Il materiale necessario è costituito dalla cosiddetta porzione saldante. I componenti principali sono alluminio e un ossido metallico, nel caso della rotaia ossido di ferro, tra i quali componenti, ad una determinata temperatura, ottenuta tramite apposita candeletta di accensione, si innesca la reazione alluminotermica. È una reazione fortemente esotermica, cioè sviluppa notevole quantità di calore.

Nello specifico le saldature verranno effettuate attraverso il sistema di **pre-riscaldamento abbreviato** che è da decenni il procedimento standard più affidabile per saldatura alluminotermica delle rotaie. Grazie all'utilizzo di porzioni di dimensioni maggiori e di un pre-riscaldamento più efficace è possibile ridurre al minimo il tempo necessario per eseguire la saldatura alluminotermica. Questo procedimento risponde alle cresciute esigenze di qualità, sicurezza ed economicità. Per effettuare questo procedimento verrà utilizzato un crogiolo monouso che ha notevolmente migliorato e semplificato il procedimento di saldatura alluminotermica in termini di facilità d'uso, qualità e sicurezza sul lavoro.

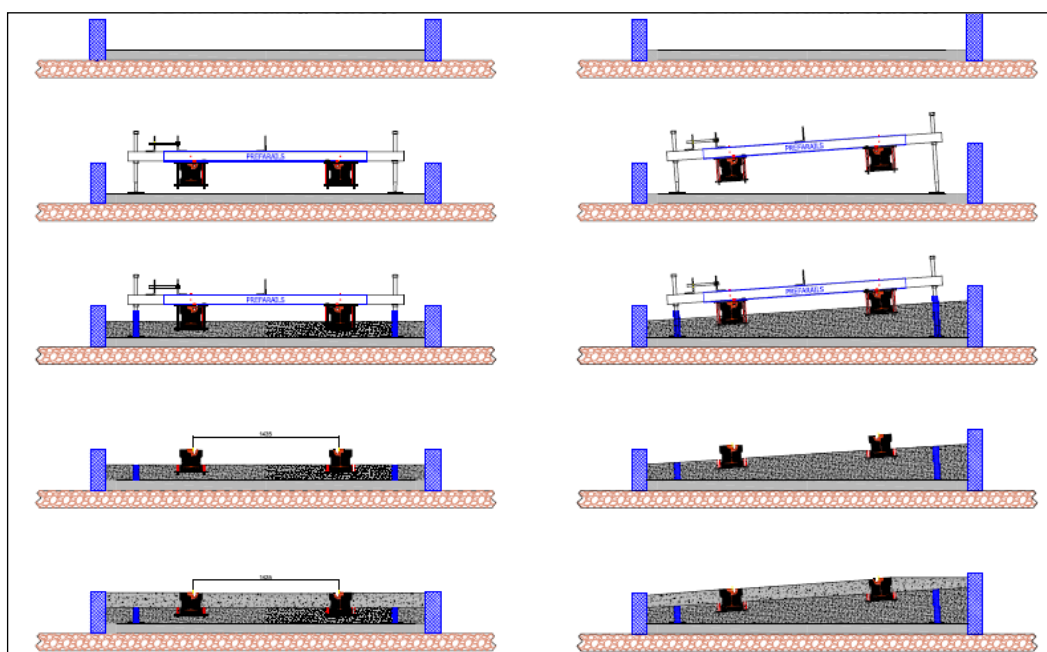
Nelle foto si possono osservare le fasi delle operazioni di saldatura con procedimento alluminotermico.



- regolazione approssimativa del binario in larghezza. Le due rotaie vengono messe a scartamento e posizionate approssimativamente nel punto definitivo;
- posa dei portalini che saranno distribuiti sulla lunghezza del binario in base alle rotaie e al peso dei rivestimenti: una distanza di 3,5 m in linea retta e 3,0 m in curva è generalmente la più idonea. I portalini saranno dotati di due piastrine formate da due piatti metallici e da una cerniera, le rotaie saranno attestate contro i due piatti metallici interni, in questo modo si ottiene lo scartamento di binario richiesto. Un piatto metallico con due fori filettati verrà posto sotto la rotaia e vi verranno inseriti due bulloni metrici 12, che sono fatti passare nelle piastrine e serrati sul piatto metallico inferiore, la rotaia viene così a fissarsi contro la piastrina e si posiziona in scartamento. Quando è così fissata, la rotaia può essere alzata grazie alle due grandi barre filettate esterne. Una volta regolata la rotaia all'altezza corretta, le barre filettate orizzontali vengono sbloccate per lasciar scivolare l'insieme delle due rotaie verso la quota di regolazione laterale. Quindi si bloccano dadi e controdadi. In caso di curvatura maggiore del binario, i portalini devono essere bloccati per non essere trascinati dalla rigidità delle rotaie;
- rimozione delle traversine in legno provvisorie;
- posa dell'armatura. Le maglie elettrosaldate sono dimensionate e distribuite in funzione delle particolari sollecitazioni della rete: traffico tranviario (peso del materiale rotabile, numero di ruote, distanza tra le ruote), traffico stradale, categoria dei passaggi a livello o attraversamenti di incroci, classificazione della carreggiata. L'armatura inferiore deve essere sopraelevata di circa 3 cm rispetto alla sottofondazione, la copertura delle armature è 40 volte il diametro della sezione dei fili;
- regolazione del binario in X, Y e Z: verrà realizzata una preregolazione del binario su una lunghezza sufficiente. Una volta eseguita questa preregolazione, si effettuerà la regolazione definitiva tramite un tacheometro. Al termine della regolazione, occorre assicurarsi che tutti i bulloni siano adeguatamente serrati;
- gettata di cemento in 1 o 2 fasi;
- prima della gettata, fare attenzione che tutti gli elementi recuperati (i 4 bulloni metrici 12 che tengono la rotaia, le 2 barre filettate metriche 38 che servono a sollevare i portalini) siano protetti con una guaina o coperti con prodotto di disarmo;



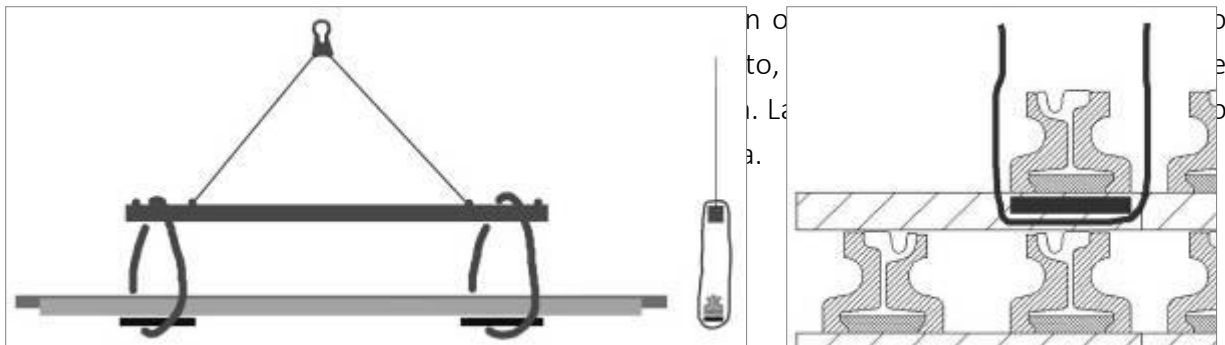
- la gettata dovrà essere realizzata tramite pompaggio, iniziando dall'interbinario di ogni binario ( $L_{\text{min}}$  = lunghezza minima di binario da fissare, dipende dal  $\Delta T$  imposto; in generale  $L_{\text{min}}$  in m deve essere  $> \Delta T$  in °C), assicurandosi che il calcestruzzo non comprometta le regolazioni. Il calcestruzzo dovrà essere sufficientemente fluido per non presentare grandi masse e grandi quantità che possano causare sollecitazioni sulla rotaia. In caso di gettata in due strati, alcuni ferri di collegamento dovranno superare il primo strato per assestare il secondo strato al momento della posa;
- rimozione dei portalini. La rimozione potrà essere effettuata quando il calcestruzzo ha preso, vale a dire quando è calpestabile;
- posa degli eventuali profili metallici per la protezione dell'asfalto di finitura superficiale in corrispondenza di incroci carrabili; sempre in caso di finitura in asfalto e soprattutto in corrispondenza di incroci carrabili, sui fianchi laterali dei rivestimenti verranno distribuiti due cordoni di colla e durante l'incollaggio verranno applicati due ferri piatti di sezione 8/80 fissati mediante serraggiunti o viti inserite nei fori predisposti in precedenza nei ferri piatti; una volta applicato l'assieme, verrà eseguita una rifinitura dei rivestimenti, chiudendo tutti gli interstizi visibili con un cordone di colla;
- posa del rivestimento finale.





### Movimentazione delle rotaie rivestite

Per quanto riguarda la movimentazione in cantiere, per esperienza e per motivi di sicurezza si raccomanda di sollevare la rotaia avvolta nel suo rivestimento per mezzo di due punti di sospensione (due braghe – il peso totale è pari a circa 1.8 - 2 T) prendendo la rotaia sotto il pattino e utilizzando al di sopra una trave di sostegno supplementare. Questi punti di sospensione sono imposti e predefiniti per evitare il piegamento della rotaia durante la



### Sostituzione della rotaia

In caso di necessità, la rotaia rivestita e incassata dovrà poter essere sostituita abbastanza rapidamente procedendo nel modo seguente:

- innanzitutto, si deve togliere la rotaia dalla soletta. A questo scopo occorre eseguire un'incisione ai due lati della rotaia rivestita;
- fatto ciò, si può rimuovere la rotaia utilizzando un dispositivo di sollevamento idoneo;
- a questo punto è possibile inserire nel posto lasciato libero la nuova rotaia con il suo rivestimento di seconda generazione. Questi rivestimenti di seconda generazione sono di dimensioni inferiori rispetto a quelli originali. Il fondo viene coperto da una striscia di gomma (5 mm), su cui vengono posizionati degli spessori (massimo 10 mm) per assicurare la regolazione verticale e ottenere una superficie superiore della rotaia (TOR – top of rail) perfettamente orizzontale. Quando la nuova rotaia rivestita è in posizione, si cola in sito del fissante liquido tra rivestimento e calcestruzzo. Ai due lati della rotaia vengono inseriti due spessori conici per la regolazione orizzontale.



Comune  
di Firenze

## Piano di controllo della qualità

### Tracciabilità

Ogni ordine di produzione dovrà essere catalogato con un numero di riferimento S.xxxx (dove xxxx è un numero di identificazione sequenziale). Dopo il controllo della merce, il fornitore potrà inviarlo al cliente e inserendolo nel proprio database informatico.

Quando i prodotti vengono spediti, su ogni bancali pronto all'invio viene apposto un numero d'ordine P.xxxx-yy/cc (dove xxxx è il numero di identificazione sequenziale dell'ordine; yy è il numero sequenziale di consegna per un dato ordine; cc è il codice paese. I collegamenti tra i numeri S.xxxx e P.xxxx-yy/cc compaiono nel database del fornitore).

La tracciabilità della produzione (vale a dire il collegamento tra le materie prime e il prodotto finito) è assicurata dal sistema CQ.

### Controllo qualità

I documenti di controllo qualità per il progetto dovranno essere sempre disponibili presso il fornitore. In caso di reclami lo stesso farà il necessario per trovare la causa del problema, correggerlo (AC) ed eventualmente prevenire non-conformità analoghe nel prosieguo del progetto (AP).

### Accettazione

L'accettazione dei lotti avverrà in base alla norma ISO-3951 con un livello di controllo S-4 e un livello di qualità accettabile del 2,5 %.

Le prove di accettazione saranno eseguite presso laboratori ufficiali; un rappresentante del cliente potrà assistere all'esecuzione di tali prove.

### Certificato ISO 9001

Il sistema di gestione della qualità dovrà essere certificato ISO9001:2015. Il certificato dovrà essere disponibile su richiesta.

## 5. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

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

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

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

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

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

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti qui di seguito fissati.

### a) Acqua

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 (S.O. alla G.U. n. 65 del 18/3/1992) in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

### b) Leganti idraulici

Dovranno corrispondere, come richiamato dal D.M. 14 febbraio 1992, alla legge 26 maggio 1965 n. 595 (G.U. n. 143 del 10.06.1965).

I leganti idraulici si distinguono in:





Comune  
di Firenze

Cementi (di cui all'art. 1 lettera A) - B) - C) della legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

D.M. 3.6.1968 che approva le «Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi» (G.U. n. 180 del 17.7.1968).

D.M. 20.11.1984 «Modificazione al D.M. 3.6.1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi» (G.U. n. 353 del 27.12.1984).

Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n. 26 del 31.1.1985):

D.I. 9.3. 1988 n. 126 «Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi».

Agglomerati cementizie calci idrauliche (di cui all'art. 1 lettera D) e E) della Legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

D.M. 31.8.1972 che approva le «Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche» (G.U. n. 287 del 6.11.1972).

c) Calci aeree - Pozzolane

Dovranno corrispondere alle «Norme per l'accettazione delle calci aeree», R.D. 16 novembre 1939, n. 2231 ed alle «Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico», R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

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

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 14 febbraio 1992 norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica..

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di

elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati; e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.).

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

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

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti «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 essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

f) Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella «Tabella U.N.I. 2710 - Ed. giugno 1945» ed eventuali e successive modifiche.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti- da materie eterogenee- non presentare perdite di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

g) Cubetti di pietre

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti «Norme per l'accettazione di cubetti di pietra per pavimentazioni stradali» C.N.R. - Ed. 1954 e nella «Tabella U.N.I. 2719 - Ed. 1945».

h) Cordoni - bacchette di scarico - Risvolti - Guide di risvolto - Scivoli per accessi - Guide e masselli per pavimentazione

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle «Tabelle U.N.I. 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718 - Ed. 1945».

i) Scapoli di pietra da impiegare per fondazioni

Dovranno essere sani e di buona resistenza alla compressione, privi di parti alterate, di dimensioni massime comprese tra 15 e 25 cm ma senza eccessivi divari fra le dimensioni massime e minime misurate nelle diverse dimensioni.

l) Ciottoli da impiegare per i selciati

Dovranno essere sani, duri e durevoli, di forma ovoidale e le dimensioni limite verranno fissate dalla D.L. secondo l'impiego cui sono destinati.

m) Pietra naturale

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

Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

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

n) Pietre da taglio

Proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione dei Lavori; Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza immasticature o tasselli. Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel- Regio Decreto n. 2232 del 16 novembre 1939, «Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione». Le forme, le dimensioni, il tipo di lavorazione dei pezzi, verranno di volta in volta indicati dalla Direzione dei Lavori.

o) Tufi

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

p) Materiali laterizi

Dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti con R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 «Norme per l'accettazione dei materiali laterizi» ed altre Norme UNI: 1607; 5628-65; 5629-65; 5630-65; 5631-65; 5632-65; 5633-65.

I materiali dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con spigoli ben profilati e dritti; alla frattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme e dovranno essere senza calcinaroli e impurità.

I forati e le tegole dovranno risultare di pasta fine ed omogenea, senza impurità, ben cotti, privi di nodi, di bolle, senza ghiaietto o calcinaroli, sonori alla percussione.

q) Manufatti di cemento

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

r) Materiali ferrosi

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

In particolare essi si distinguono in:

1) acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086;

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

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

3) acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

s) Legnami



Comune  
di Firenze

Da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri.

I legnami, grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega e dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno n6 smussi di sorta.

I legnami in genere dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 30 ottobre 1912.

#### t) Bitumi - Emulsioni bituminose

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti «Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l'accettazione», Ed. maggio 1978; «Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali», Fascicolo n. 3, Ed. 1958; «Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali (Campionatura dei bitumi)», Ed. 1980.

#### u) Bitumi liquidi o flussati

Dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle «Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali», Fascicolo n. 7 - Ed. 1957 del C.N.R.

#### v) Polveri di roccia asfaltica

Le polveri di roccia asfaltica non devono contenere mai meno del 7% di bitume; possono essere ottenute miscelando i prodotti della macinazione di rocce con non meno del 6% e non

più del 10% di bitume; possono anche essere trattate con olii minerali in quantità non superiori all' 1%.

Ai fini applicativi le polveri vengono distinte in tre categorie (I, II, III). Le polveri della I categoria servono per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asfaltica, pietrischetto ed olio; le polveri della II categoria servono per i conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle; le polveri della III categoria servono come additivi nei conglomerati e per aggiunte ai bitumi ed ai catrami.

Le polveri di I e II categoria devono avere finezza tale da passare per almeno il 95% dal setaccio 2, U.N.I. - 2332.

Le polveri della III categoria devono avere la finezza prescritta per gli additivi stradali (norme C.N.R.).

Le percentuali e le caratteristiche dei bitumi estratti dalle polveri devono corrispondere ai valori indicati dalle tabelle riportate dalle Norme del C.N.R. - Ed. 1956.

#### w) Olii asfaltici

Gli olii asfaltici impiegati nei trattamenti superficiali con polveri asfaltiche a freddo vanno distinti a seconda della provenienza della polvere, abruzzese o siciliana, con la quale si devono impiegare e della stagione, estiva od invernale, in cui i lavori si devono eseguire.

Per la stagione invernale si dovranno impiegare olii tipo A, e per quella estiva olii tipo B. Tutti questi olii devono contenere al massimo lo 0,50% di acqua, ed al massimo il 4% di fenoli; le altre caratteristiche, poi, devono essere le seguenti:

- 1) olii di tipo A (invernale) per polveri abruzzesi: viscosità Engler a 250C da 3 a 6; distillato sino a 2300C al massimo il 15%; residuo a 3300C almeno il 25%; punto di rammollimento alla palla e anello 30 -e- 450C;
- 2) olii di tipo A (invernale) per polveri siciliane: viscosità Engler a 500C al massimo 10; distillato sino a 2300C al massimo il 10%; residuo a 3300C almeno il 45%; punto di rammollimento alla palla e anello 55 -e- 700C;
- 3) olii di tipo B (estivo) per polveri abruzzesi: viscosità Engler a 250C da 4 a 8; distillato sino a 2300C al massimo l'8%; residuo a 3300C almeno il 30%; punto di rammollimento alla palla e anello 35 -e- 500C;

4) olii di tipo B (estivo) per polveri siciliane: viscosità Engler a 500C al massimo 15%; distillato sino a 2300C al massimo il 5%; residuo a 3300C almeno il 50%; punto di rammollimento alla palla e anello 55 -e- 700C.

Per gli stessi impieghi si possono usare anche olii derivanti da catrame e da grezzi di petrolio, o da opportune miscele di catrame e petrolio, purché di caratteristiche analoghe a quelle soprariportate.

In caso di necessità gli olii possono venire riscaldati ad una temperatura non superiore a 600C.

x) Materiali per opere in verde

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

2) Concimi: i concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale; avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.

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

4) Semi: per il seme l'Impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo di essa. Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente le quantità di semi da impiegare per unità di superficie.

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

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

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

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

y) Teli di "geotessile"

Il telo «geotessile» avrà le seguenti caratteristiche:

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

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

Il telo «geotessile» dovrà altresì avere le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

— coefficiente di permeabilità: per filtrazioni trasversali, compreso fra 10<sup>-7</sup> e 10<sup>-6</sup> cm/sec (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito);



— resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm di larghezza non inferiore a 600 N/5cm, con allungamento a rottura compreso fra il 10% e l'85%. Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzione di supporto per i sovrastanti strati della pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 1200 N/5cm o a 1500 N/5cm, fermi restando gli altri requisiti.

Per la determinazione del peso e dello spessore del «geotessile» occorre effettuare le prove di laboratorio secondo le Norme C.N.R. pubblicate sul B.U. n. 110 del 23.12.1985 e sul B.U. n. 111 del 24.12.1985.

## 5.1 PROVE SUI MATERIALI

### a) Certificato di qualità

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

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

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale. I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

### b) Accertamenti preventivi

Prima dell'inizio dei lavori comportanti l'impiego di materiali in quantità superiori a:

1.000 m<sup>3</sup> per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi,



Comune  
di Firenze

500 m<sup>3</sup> per i conglomerati cementizi,

50 t per i cementi e le calci,

5.000 m per le barriere,

il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'impresa, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

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

Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista nell'Art. «Tempo utile per dare compiuti i lavori - penalità in caso di ritardo» delle Norme Generali.

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

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Stazione appaltante.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

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

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

---

## 6. SCAVI E RINTERRI

---

### 6.1 MOVIMENTI DI TERRE

#### A) Tracciamenti

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettatura completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette. A suo tempo dovrà pure stabilire, nei tratti che fosse per indicare la Direzione dei lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante la esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente, delle modine, come per i lavori in terra.

#### B) Scavi e rialzi in genere

Gli scavi ed i rialzi occorrenti per la formazione di cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti e simili, nonché per l'impianto di opere d'arte, saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni salvo le eventuali variazioni che l'Amministrazione appaltante è in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'impresa ogni onere proprio di tali generi di lavori, non escluso quello di eventuali sbadacchiature e puntellature, essendosi di tutto tenuto conto nel fissare i corrispondenti prezzi unitari.

Nel caso che, a giudizio della Direzione dei Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa potrà ricorrere all'impiego di mezzi meccanici.

Dovrà essere usata ogni cura nel sagomare esattamente i fossi, nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada.

Le scarpate di tagli e rilevati saranno eseguite con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, e, comunque, a seconda delle prescrizioni che saranno comunicate dalla Direzione dei Lavori mediante ordini scritti.

Per gli accertamenti relativi alla determinazione della natura delle terre, del grado di costipamento e del contenuto di umidità di esse, l'Impresa dovrà provvedere a tutte le prove necessarie ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, che verranno fatte eseguire a spese dell'impresa dalla Direzione dei Lavori presso Laboratori ufficiali.

Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le Norme C.N.R.- U.N.I. 10006/1963 riportate nella Tabella a pagina seguente.

Nell'esecuzione sia degli scavi che dei rilevati l'impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare che su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonché, in questo ultimo caso, al riempimento delle buche effettuate in dipendenza dell'estirpamento delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipato. Tali oneri si intendono compensati con i prezzi di elenco relativi ai movimenti di materie.

La D.L., in relazione alla natura dei terreni di posa dei rilevati o delle fondazioni stradali in trincea, potrà ordinare l'adozione di provvedimenti atti a prevenire la contaminazione dei materiali d'apporto e fra questi provvedimenti la fornitura e la posa in opera di teli «geotessili» aventi le caratteristiche indicate nel cap. "Qualità e provenienza dei materiali", punto y).



Comune di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

Classificazione generale	Terre ghiaio-sabbiose				Terre limo-argillose				Torbe e terre organiche palustri A8
	Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 <= 35%		Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 > 35%		Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 <= 35%		Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 > 35%		
Gruppo	A1	A3	A2	A4	A5	A6	A7	A8	
SOTTOGRUPPO	A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A7-5	A7-6	
Analisi granulometrica. Frazione passante allo staccio									
2 UNI 2332 %	<=50								
0.4 UNI 2332 %	<=30	>50							
0.075 UNI 2332 %	<=15	<=25	<=35	<=35	<=35	<=35	<=35	<=35	
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0.4 UNI 2332									
Limite liquido	<=6		<=40	>40	<=40	>40	>40	>40	
Indice di plasticità		0,0	<=10	<=10max	>10	>10	>10	>10	
Indice di gruppo	0	0	0	<=4	<=8	<=12	<=20	<=20	
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia Ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pazzolane	Sabbia fine	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa		Limi poco compressibili	Limi poco compressibili suli	Argille fortemente compressibili mediamente plastiche	Argille fortemente compressibili mediamente plastiche	
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		media		media		
Ritiro o rigonfiamento	nullo		Nullo o lieve		elevato		Molto elevato		
Percolabilità	elevata		Media o scarsa		Scarsa o nulla				
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabile a vista	Aspri al contatto – 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 ghiaia		Reagiscono alla prova i 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		
**prova di cantiere che può servire a distinguere i limi delle argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce allo prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.									

### C) Formazione dei piani di posa dei rilevati

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione dei Lavori in relazione alle pendenze dei siti d'impianto.

I piani suddetti saranno stabiliti di norma alla quota di cm 30 al di sotto del piano di campagna e saranno ottenuti praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

Quando alla suddetta quota si rinvergono terreni appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm 30, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di cm 30 al di sotto del piano di campagna appartengono ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub> (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006/1963), la Direzione dei Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi per sostituire i materiali in loco con materiale per la formazione dei rilevati appartenente ai gruppi A<sub>1</sub> e A<sub>3</sub>.

Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata.

La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate se ordinato dalla Direzione dei Lavori mediante ordine di servizio.

E' categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costituzione dei rilevati.

Circa i mezzi costipanti e l'uso di essi si fa riferimento a quanto specificato nei riguardi del costipamento dei rilevati.

Nei terreni in sito particolarmente sensibili all'azione delle acque, occorrerà tener conto dell'altezza di falda delle acque sotterranee e predisporre, per livelli di falda molto superficiali, opportuni drenaggi; questa lavorazione verrà compensata con i relativi prezzi di elenco.

Per terreni di natura torbosa o comunque ogni qualvolta la Direzione dei Lavori non ritenga le precedenti lavorazioni atte a costituire un idoneo piano di posa per i rilevati., la Direzione stessa ordinerà tutti quegli interventi che a suo giudizio saranno ritenuti adatti allo scopo, i quali saranno eseguiti dall' Impresa a misura in base ai prezzi di elenco.

Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione dei piani di posa dei rilevati su terreni naturali.

Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato, se idoneo, o portato a rifiuto, se inutilizzabile.

Si procederà quindi al riempimento dei gradoni con il predetto materiale scavato ed accantonato, se idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali dei rilevati con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione.

Comunque la Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressibilità ME determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317). Il valore di ME misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,05 e 0,15 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

#### D) Formazione dei piani di posa delle fondazioni stradali in trincea

Anche nei tratti in trincea, dopo aver effettuato lo scavo del cassonetto si dovrà provvedere alla preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale, che verrà eseguita, a seconda della natura del terreno, in base alle seguenti lavorazioni:

1) quando il terreno appartiene ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> (classifica C.N.R. -U.N.I. 10006) si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità

secca almeno del 95% della densità di riferimento, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto;

2) quando il terreno appartiene ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>, A<sub>3</sub> (classifica C.N.R. – U.N.I. 10006) la Direzione dei Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilita secondo i casi, mediante apposito ordine di servizio dalla Direzione dei Lavori.

Per la preparazione del piano di posa si dovrà raggiungere una densità secca almeno del 95% di quella di riferimento per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto.

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà controllato dalla Direzione dei Lavori mediante la misurazione del modulo di compressibilità ME il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 50 N/mm<sup>2</sup>.

#### E) Formazione dei rilevati

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

2. Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria appartenenti ad uno dei seguenti gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> della classifica C.N.R. -U.N.I. 10006/1963, con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a m 2 costipato, dovrà essere costituito da terre dei gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2.4</sub>, A<sub>2.5</sub>, A<sub>3</sub> se reperibili negli scavi; altrimenti deciderà la Direzione dei Lavori se ordinare l'esecuzione ditale ultimo strato con materiale di altri gruppi provenienti dagli scavi o con materie dei predetti gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2.4</sub>, A<sub>2.5</sub>, A<sub>3</sub> da prelevarsi in cava di prestito. Per quanto riguarda le materie del gruppo A<sub>4</sub> provenienti dagli scavi, la Direzione dei Lavori prima dell'impiego potrà ordinarne l'eventuale correzione.



Per i materiali di scavo provenienti da tagli in roccia da portare in rilevato, se di natura ritenuta idonea dalla Direzione dei Lavori, dovrà provvedersi mediante riduzione ad elementi di pezzatura massima non superiore a cm 20. Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati per la formazione dello strato superiore del rilevato per uno spessore di cm. 30 al di sotto del piano di posa della fondazione stradale.

3. Per quanto riguarda il materiale proveniente da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub> si esaminerà di volta in volta l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione.

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

5. Le materie di scavo, provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati o riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede stradale, a debita distanza dai cigli, e sistemate convenientemente, restando a carico dell'impresa ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito ed il rilascio delle autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio.

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

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

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

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

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

9. Per quanto riguarda le cave di prestito l'Impresa, dopo aver ottenuto la necessaria autorizzazione da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio, è tenuta a corrispondere le relative indennità ai proprietari di tali cave e a provvedere a proprie spese al sicuro e facile deflusso delle acque che si raccogliessero nelle cave stesse, evitando nocivi ristagni e danni alle proprietà circostanti e sistemando convenientemente le relative scarpate, in osservanza anche di quanto è prescritto dall'art. 202 del T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n. 1265 e dalle successive modifiche; dal T.U. delle leggi sulla bonifica dei terreni paludosi 30 dicembre 1923, n. 3267, successivamente assorbito dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale approvato con R.D. 13 febbraio 1933, n. 215 e successive modifiche.

10. Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm 50.

Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata non inferiore al 90% negli strati inferiori ed al 95% in quello superiore (ultimi 30 cm).

Inoltre per tale ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di compressibilità ME definito dalle Norme Svizzere (SNV 670317), il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 50 N/mm<sup>2</sup>.

Ogni strato sarà costipato alla densità sopra specificata procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido, oppure al suo innaffiamento, se troppo secco, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro.

L'Impresa non potrà procedere alla stesa degli strati successivi senza la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori.

Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti.

Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

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

Pur lasciando libera la scelta del mezzo di costipamento da usare, si prescrive per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> un costipamento a carico dinamico sinusoidale e per terreni

di rilevati riportabili ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub> un costipamento mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati.

In particolare, in adiacenza dei manufatti, che di norma saranno costruiti prima della formazione dei rilevati, i materiali del rilevato dovranno essere del tipo A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> e costipati con energia dinamica di impatto.

La Direzione dei Lavori si riserva comunque la facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante in ragione di 25 50 Kg per m<sup>3</sup> di materiale compattato.

Tale stabilizzazione dovrà, se ordinato, interessare un volume di rilevato la cui sezione, secondo l'asse stradale, può assimilarsi in un trapezio con base minore di m 2, base maggiore di m 15 ed altezza pari a quella del manufatto.

11. Il materiale dei rilevati potrà essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche siano tali, a giudizio della Direzione dei Lavori, da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro.

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

13. In alcuni casi la D.L. potrà, al fine di migliorare la stabilità del corpo stradale, ordinare la fornitura e la posa in opera di teli «geotessili» in strisce contigue opportunamente sovrapposte nei bordi per almeno cm 40. e tenendo presente che per tale caso particolare la resistenza a trazione del telo non dovrà essere inferiore a 1200 N/5 cm.

#### F) Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento si intendono quelli occorrenti per l'apertura della sede stradale, piazzali ed opere accessorie, quali ad esempio: gli scavi per tratti stradali in trincea, per lavori di spianamento del terreno, per taglio delle scarpate delle trincee o dei rilevati, per formazione ed

approfondimento di piani di posa dei rilevati, di cunette, cunettoni, fossi e canali, nonché quelli per impianto di opere d'arte praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del piano di campagna lungo il perimetro di scavo e lateralmente aperti almeno da una parte.

Questo piano sarà determinato con riferimento all'intera area di fondazione dell'opera. Ai fini di questa determinazione, la Direzione dei Lavori, per fondazione di estensione notevole, si riserva la facoltà insindacabile di suddividere l'intera area in più parti.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento può essere richiesta dalla Direzione dei Lavori anche a campioni di qualsiasi tratta senza che l'Impresa possa pretendere, per ciò, alcun compenso o maggiorazione del relativo prezzo di elenco.

#### G) Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione si intendono quelli relativi all'impianto di opere murarie e che risultino al di sotto del piano di sbancamento, chiusi, tra pareti verticali riproducenti il perimetro della fondazione dell'opera.

Gli scavi occorrenti per la fondazione delle opere d'arte saranno spinti fino al piano che sarà stabilito dalla Direzione dei Lavori.

Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale o sagomato a gradini con leggera pendenza verso monte per quelle opere che cadono sopra falde inclinate.

Anche nei casi di fondazioni su strati rocciosi questi ultimi debbono essere convenientemente spianati a gradino, come sopra.

Gli scavi di fondazione comunque eseguiti saranno considerati a pareti verticali e l'Impresa dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbadacchiature, compensate nel relativo prezzo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose e all'opera, per smottamenti o franamenti del cavo.

Nel caso di franamento dei cavi, è a carico dell'Impresa procedere al ripristino senza diritto a compensi.

Dovrà essere cura dell'Impresa eseguire le armature dei casseri di fondazione con la maggiore precisione, adoperando materiale di buona qualità e di ottime condizioni, di sezione adeguata agli sforzi cui verrà sottoposta l'armatura stessa ed adottare infine ogni precauzione ed accorgimento, affinché l'armatura dei cavi riesca la più robusta e quindi la più resistente, sia nell'interesse della riuscita del lavoro sia per la sicurezza degli operai adibiti allo scavo.

L'impresa è quindi l'unica responsabile dei danni che potessero avvenire alle persone ed ai lavori per deficienza od irrazionalità delle armature; è escluso in ogni caso l'uso delle mine.

Gli scavi potranno, però, anche essere eseguiti con pareti a scarpa, ove l'Impresa lo ritenga di sua convenienza.

In questo caso non sarà compensato il maggior scavo oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera.

Sono considerati come scavi di fondazione subacquei soltanto quelli eseguiti a profondità maggiore di m 0,20 (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono naturalmente le acque filtranti nei cavi di fondazione.

Ogni qualvolta si troverà acqua nei cavi di fondazione in misura superiore a quella suddetta, l'Appaltatore dovrà provvedere mediante pompe, canali fugatori, ture, o con qualsiasi mezzo che ravvisasse più opportuno o conveniente, ai necessari aggettamenti, che saranno compensati a parte ove non sia previsto il prezzo di elenco relativo a scavi subacquei.

In tale prezzo si intende contrattualmente compreso l'onere per l'Impresa dell'aggettamento dell'acqua durante la costruzione della fondazione in modo che questa avvenga all'asciutto.

L'Impresa sarà tenuta ad evitare la raccolta dell'acqua proveniente dall'esterno nei cavi di fondazione; ove ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggettamenti.

Nella costruzione dei ponti è necessario che l'Impresa provveda, fin dall'inizio dei lavori, ad un adeguato impianto di pompaggio, che, opportunamente graduato nella potenza dei gruppi impiegati, dovrà servire all'esaurimento dell'acqua di filtrazione dall'alveo dei fiumi o canali.

Naturalmente tale impianto idrovoro, che converrà sia suddiviso in più gruppi per far fronte alle esigenze corrispondenti alle varie profondità di scavo, dovrà essere montato su apposita incastellatura che permetta lo spostamento dei gruppi, l'abbassamento dei tubi di aspirazione ed ogni altra manovra inerente al servizio di pompaggio.

L'impresa, per ogni cantiere, dovrà provvedere a sue spese al necessario allacciamento dell'impianto nonché alla fornitura ed al trasporto sul lavoro dell'occorrente energia elettrica, sempre quando l'Impresa stessa non abbia la possibilità e convenienza di servirsi di altra forza motrice. L'impianto dovrà essere corredato, a norma delle vigenti disposizioni in materia di prevenzione degli infortuni, dei necessari dispositivi di sicurezza restando l'Amministrazione appaltante ed il proprio personale sollevati ed indenni da ogni responsabilità circa le conseguenze derivate dalle condizioni dell'impianto stesso.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11 marzo 1-983- (S.O.. alla<IU. nA27 dell'0L06.I-9&8).

#### H) Riempimenti degli scavi

Il riempimento degli scavi per dar luogo ai collettori fognari dovrà essere eseguito per tutta la sezione scavata con materiale betonabile.

Il suddetto materiale dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Pozzolana fine m<sup>3</sup> 0.50;

Granello di pozzolana pezzatura mm 5 – 15 m<sup>3</sup> 0.75;

Cemento tipo 325 q.le 1.00;

Acqua m<sup>3</sup> 0.439.

La miscela betonabile così composta dovrà avere le seguenti caratteristiche di resistenza:

A 24 ore dal riempimento =  $2N/cm^2$ ;

A 28 giorni dal riempimento =  $15N/cm^2$

La resistenza dovrà essere tale da garantire la demolibilità del materiale con l'uso di un semplice piccone e la palpabilità dello stesso. Le resistenze a compressione saranno misurate su cubetti direttamente prelevati in cantiere, sottoposti a prove di compressione secondo le norme vigenti per i calcestruzzi, su richiesta della D.L.

## 7. DEMOLIZIONI - RIMOZIONI – TRASPORTI

### 7.1 DEMOLIZIONI

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Le demolizioni dovranno essere effettuate con la dovuta cautela per impedire danneggiamenti alle strutture murarie di cui fanno parte e per non compromettere la continuità del transito, che in ogni caso deve essere costantemente mantenuto a cura e spese dell'Appaltatore, il quale deve, allo scopo, adottare tutti gli accorgimenti tecnici necessari con la adozione di puntellature e sbadacchiature.

I materiali provenienti da tali demolizioni resteranno di proprietà dell'Amministrazione.

La Direzione dei Lavori si riserva di disporre, con sua facoltà insindacabile, l'impiego dei suddetti materiali utili per la esecuzione dei lavori appaltati.

I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, a rifiuto od a reimpiego nei luoghi che verranno indicati dalla Direzione dei Lavori.

Gli oneri sopra specificati si intendono compresi e compensati nei relativi prezzi di elenco.

Nell'esecuzione delle demolizioni è consentito anche l'uso delle mine, nel rispetto delle norme vigenti.



## 7.2 RIMOZIONI

Nella rimozione di opere di delimitazione di aree di intervento dovrà essere osservata la massima cura per evitare situazioni di pericolo determinatesi a seguito dell'abbattimento di tali delimitazioni e protezioni, predisponendo idonei accorgimenti al riguardo siano essi provvisori o definitivi.

Nell'eseguire le rimozioni deve essere provveduto da parte dell'Impresa il trasporto a rifiuto dei materiali non riutilizzabili ad esclusivo giudizio della Direzione lavori.

## 7.3 TRASPORTI

Il servizio dei trasporti di materiali a volume, a numero od a peso non ha alcun limite né di luogo, né di quantità, né di tempo.

Il trasporto a volume si riferisce a tutte le terre, detriti, calcinacci, melme, immondizie, ovvero a materiali da costruzioni terrosi o minuti, malte, ghiaie, pietrisco, arena, pozzolana, mattoni, scheggiosi di selce o di tufo, ecc.

Il prezzo del trasporto eseguito con mezzi meccanici compensa ogni spesa di carburante, lubrificanti, le mercedi del personale di manovra, il deterioramento e la manutenzione dei mezzi meccanici stessi, nonché il compenso per le operazioni di carico e scarico con ogni aiuto di opera manuale o meccanica, e le assicurazioni previste dalle leggi vigenti relative agli automezzi.

Il volume delle materie trasportate deve essere misurato sul posto prima delle demolizioni, scavi, ecc. e senza, quindi, tener conto dell'aumento del volume delle materie scavate, estratte o demolite.

Nei lavori complessi di movimenti di terra, il trasporto delle terre esuberanti agli scarichi sarà desunto dalla differenza fra il volume di tutti gli scavi e sterri e quello di tutti i riporti e riempimenti qualunque sia stato l'ordine ed il tempo nel quale furono eseguiti i diversi movimenti

di terra, senza tener alcun conto dell'aumento di volume delle materie scavate, né dell'incompleto assestamento delle materie riportate.

La misura del volume dei materiali sciolti come ghiaia, pietrisco, pozzolane, malte, pietra, scheggiosi, mattoni, melme, immondizie, ecc., ove sia ritenuto necessario alla Direzione Lavori ai fini della esatta cubatura, si effettuerà in stipe regolarmente conformate o in cassoni di misura da fornirsi dall'appaltatore a sue spese o si ricaverà da quella dei recipienti o dei veicoli in cui le materie verranno contenute o trasportate.

Ciò in quanto con i prezzi dei trasporti si paga non soltanto l'operazione del trasporto, del carico e dello scarico, ma anche la regolare disposizione in stipe delle materie tutte, se non diversamente disposto.

Ove trattasi di trasporto di terre, nel prezzo è compreso di disporre le terre di scarico in regolari riporti di dimensioni, livello e scarpate quali saranno all'appaltatore ordinati.

Quando il luogo o i luoghi di scarico non vengano designati dall'Amministrazione si intende che l'Appaltatore dovrà valersi degli scarichi pubblici o procurarsene altri autorizzati a sua cura e spese e fornendo vidimazione d'identificazione del rifiuto trasportato, secondo le norme vigenti.

#### 7.4 OPERE PROVVISORIALI

Le opere provvisorie sono mezzi o sussidi o comodità attinenti la esecuzione dei lavori, sono da considerarsi come obbligo inerente la esecuzione degli stessi lavori in sicurezza e restano generalmente compensate con i prezzi stabiliti per le varie attività.

I prezzi delle opere provvisorie da effettuarsi, anche quando sono oggetto di specifici compensi, comprendono tutti gli oneri derivanti dalle difficoltà di accesso ai luoghi, dalla necessità di tiro in alto o in basso, dalla presenza di acqua, dalla guardiania diurna e notturna, dalla necessità di illuminazione e dalle predisposizioni di progetto e di relazione tecnica (quando necessari).

Le opere provvisorie debbono essere mantenute in perfetto stato di utilizzo da parte dell'Appaltatore e debbono essere eseguite tempestivamente qualora richiesto dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore è obbligato a concedere gratuitamente l'uso dei ponti di servizio, da lui predisposti, per far eseguire opere che l'amministrazione intendesse eventualmente concedere ad altri nello stesso luogo e tempo.

#### A) Palancolato Metallico

Per la esecuzione di scavi in presenza di acqua, potranno essere usate a contorno e difesa degli stessi scavi, palancolate metalliche con palancole tipo "LARSEN".

L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della D.L. le caratteristiche delle palancole che intende usare ed in modo particolare il loro peso, la loro lunghezza ed i profili.

## 8. CONGLOMERATI – ACCIAI - CASSEFORMI

---

### 8.1 PARATIE DI PALI SECANTI

Durante l'esecuzione dei lavori ed a fine degli stessi, dovranno essere continuamente monitorati gli edifici vicini per eventuali effetti collaterali indotti dalle lavorazioni. Ogni eventuale danno ai manufatti dovrà essere risarcito dalla ditta esecutrice.

In via preliminare dovranno essere realizzati cordoli sagomati nella parte interna in modo tale da costituire guida al successivo scavo dei pali.

L'esecuzione dei pali dovrà avvenire in maniera alternata prevedendo dapprima l'esecuzione dei pali primari ed in secondo luogo quelli secondari.

#### Tolleranze geometriche

Rispetto alle dimensioni indicate nei disegni di progetto, in fase di progettazione esecutive e analogamente in esecuzione dovranno essere ammesse le seguenti tolleranze:

- la sovrapposizione tra i pali deve essere almeno pari al 15% del diametro;
- lo scostamento dalla verticale deve essere minore dello 0.5% ovvero minore della lunghezza della corda in direzione trasversale alla direttrice della paratia;
- lo scostamento della verticale deve essere minore dello 0.5% ovvero minore della lunghezza di sovrapposizione dei pali in direzione longitudinale
- sulle coordinate planimetriche: @ 5 cm;
- sulla profondità: da -10 cm a +50 cm di approfondimento.

I controlli di verticalità dovranno essere eseguiti con inclinometri applicati sulle aste di perforazione

e/o, prima dei getti, con sonde ad ultrasuoni. Tutte le apparecchiature di controllo della verticalità devono essere dotati di strumenti di registrazione digitali. Tali dati opportunamente catalogati dovranno essere consegnati con frequenza settimanale alla Direzione Lavori.

#### Preparazione del piano di lavoro e generalità

Una volta iniziata l'esecuzione del singolo palo, le lavorazioni dovranno essere proseguite senza soluzione alcuna di continuità fino a dare il palo stesso ultimato alla quota richiesta.

Qualora, per guasti ai macchinari, si debba sospendere la trivellazione od il getto, l'Appaltatore dovrà darne immediato avviso all'Ufficio di Direzione Lavori, che si riserva di degradare o di non accettare il palo interrotto.

La perforazione deve essere eseguita in maniera tale da:

- evitare il verificarsi di fenomeni di rilascio, di sifonamento e di sgrottamento del terreno;
- attraversare terreni di qualsiasi natura e consistenza, anche rocciosi;
- evitare, per quanto è possibile, sensibili effetti dinamici e di vibrazione, anche nel caso in cui si debba usare lo scalpello;
- garantire la richiesta verticalità del manufatto.

La trivellazione può essere eseguita o con circolazione rovescia di fanghi in cui opera un utensile

disgregatore azionato a rotazione o con fanghi in quiete in cui opera la benna di scavo costituita da bucket, carotiere, o altro sistema, o con l'ausilio di una colonna di rivestimento provvisoria, (tubo forma) tale da garantire la stabilità dello scavo e/o la continuazione delle operazioni di scavo se posto in opera prima della conclusione della perforazione in cui opera la benna di scavo costituita da bucket, carotiere, o altro utensile (ad esempio lo scalpello).

Per diminuire la decompressione sia del terreno sottostante sia delle pareti del foro, il bucket dovrà avere diametro inferiore a quello del palo e dovrà essere dotato di denti alesatori per mezzo dei quali si raggiunge, durante le perforazioni, il diametro nominale del palo stesso, con la sola tolleranza del 5% in più che, comunque, non è presa in considerazione al fine di un diverso carico di esercizio da affidare al singolo palo.

Al termine della perforazione si dovrà procedere all'accurato sgombero del terreno smosso e dei detriti di perforazione depositatisi sul fondo del foro.

#### Esecuzione del getto

Il conglomerato cementizio dovrà essere messo in opera in modo continuo mediante impiego di tubo o tubi di convogliamento con giunzioni filettate od a manicotto; durante la fase di getto, il tubo od i tubi dovranno restare immersi nel conglomerato cementizio per almeno 1,5 m e devono arrestarsi a 25 cm dal fondo della perforazione.

Durante le operazioni di getto a mezzo di un apposito scandaglio si dovrà misurare ad intervalli regolari il livello via via raggiunto dal conglomerato. Il getto del conglomerato dovrà essere prolungato per un tratto di lunghezza compresa tra 60 e 100 cm al di sopra della quota prescritta dal progetto; contemporaneamente alla fase di getto del cls si provvederà all'estrazione graduale dell'eventuale colonna di rivestimento provvisorio o del tubo forma.

#### Armatura

le gabbie di armatura dovranno essere dotate di opportuni distanziatori atti a garantire la centratura dell'armatura; il copriferro netto rispetto alla parete di scavo per le gabbie verticali dovrà essere di almeno 7,5cm.

#### Documentazione dei lavori

L'esecuzione di ogni palo dovrà comportare la registrazione su apposita scheda, compilata dall'Appaltatore in contraddittorio con l'Ufficio di 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 del fondo cavo prima della posa del tubo getto;
- "slump" del conglomerato cementizio;
- assorbimento totale effettivo del conglomerato cementizio e volume teorico dell'elemento palo;
- profilo di getto (andamento del diametro medio effettivo lungo il palo) ove richiesto;
- risultati delle prove di rottura a compressione semplice di provini di conglomerato cementizio.

Alla documentazione generale dovrà inoltre essere allegata:

- una scheda con le caratteristiche delle polveri bentonitiche e relativi additivi eventualmente usati;
- una scheda con le caratteristiche dei componenti del conglomerato cementizio.

#### Controlli

L'Appaltatore a sua cura e spese dovrà provvedere all'esecuzione di:

- una analisi granulometrica ogni 500 mc di aggregato impiegato;

- una serie di prove di carico a rottura su cubetti di conglomerato cementizio prelevati in numero e con modalità conformi a quanto prescritto dalla vigente normativa ed inoltre a quanto richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori;
- una prova con il cono di Abrams per il conglomerato cementizio impiegato per il getto di un palo o in un numero maggiore se richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori;
- il rilievo della quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni elemento di palo;
- ogni 10 elementi ed ogni qualvolta l'Ufficio di Direzione Lavori lo richieda, il rilievo delle dosi (dosi = autobetoniera) del livello del conglomerato cementizio entro il foro in corso di getto, in modo da poter ricostruire l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto), si impiegherà allo scopo uno scandaglio a base piatta.

#### Controlli non distruttivi sui pali

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche degli elementi di palo non compromettendone l'integrità strutturale.

A tale scopo potrà essere richiesta a campione l'esecuzione di:

- a) misure di cross-hole;
- b) carotaggio continuo meccanico.

Per tutti i controlli non distruttivi l'Appaltatore provvederà a sottoporre all'Ufficio di Direzione Lavori per approvazione il programma e le specifiche tecniche di dettaglio.

Le tubazioni occorrenti per l'esecuzione di prove di cross-hole dovranno essere realizzate a tenuta stagna con impiego di tubi gas commerciali neri, serie normale, aventi diametro nominale di 50 mm, spessore non inferiore ai 2 mm e lunghezza tale da raggiungere, in profondità, la quota

di fondo del palo prescritta dal progetto e sporgere verso l'alto di almeno 30 cm dal piano di lavoro, con chiusura di protezione in sommità.

Tali tubi, chiusi all'estremità inferiore con un tappo in acciaio, pure a tenuta stagna, debbono essere fissati all'armatura metallica in modo tale da garantire che la distanza mutua dei tubi stessi, lungo l'intero percorso, durante le successive operazioni, non subisca variazioni superiori al 5% rispetto alla distanza misurabile in sommità.

Prima dell'inizio del getto deve essere verificato per tutta la lunghezza di ciascun tubo, il libero scorrimento di un cilindro di diametro non inferiore a 40 mm e di lunghezza non inferiore a 700 mm.

Al termine delle prove, che l'Ufficio di Direzione Lavori, con l'assistenza dell'Appaltatore, esegue come indicato di seguito, l'Appaltatore deve riempire le tubazioni con malta cementizia.

#### a) Misure di cross-hole

Le misure di cross-hole (impulso su percorso orizzontale) sonico, consistono nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel conglomerato cementizio interposto tra due tubi di misura.

Prima dell'esecuzione della prova i tubi devono essere riempiti con acqua dolce, a cura dell'Appaltatore.

In uno di questi tubi viene introdotta la sonda emettitrice, nell'altro quella ricevitrice.

Le due sonde vengono contemporaneamente fatte scorrere parallelamente all'interno dei due tubi; ad intervalli regolari di profondità, la sonda emettitrice genera un impulso sonico che raggiunge l'altra sonda dopo aver attraversato il conglomerato cementizio.

Il segnale sonico modula il pennello elettronico di un oscilloscopio la cui traccia, sincronizzata sull'istante di emissione, viene fatta traslare della stessa quantità ad ogni emissione di impulso.

Un'apparecchiatura tipo Polaroid, applicata allo schermo dell'oscilloscopio, registra fotograficamente l'escursione della traccia modulata.



Il risultato è una diagrafia a “densità variabile” che rappresenta in modo evidente l’integrità o l’eventuale presenza di anomalie del conglomerato cementizio nella zona compresa tra i due tubi.

Le misure vengono eseguite a partire dal fondo del palo. L’emissione dei segnali avviene di norma ogni 2 cm di profondità. La scala dei tempi (ascisse) è di 50 oppure 100 microsecondi/div. in funzione della

lunghezza del percorso di misura. La scala di profondità è di 1,25 m/div; su ogni fotogramma viene rappresentata una porzione di 10 m di palo.

Nel caso di riscontro di anomalie di trasmissione le misure devono essere ripetute su percorso inclinato.

#### b) Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo, allo stato indisturbato, del conglomerato e se richiesto del sedime di imposta. Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a mm 60.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione ed il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento. Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà, a cura e spese dell'Appaltatore, in corrispondenza di quegli elementi di diaframma che l'Ufficio di Direzione Lavori riterrà opportuno. Detto carotaggio potrà essere richiesto, a cura e spese dell'Appaltatore, anche dal Collaudatore delle opere.

## 8.2 CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI OD ARMATI

Normativa di riferimento

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle seguenti normative:

- della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 " Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n. 321 del 21.12.1971);
- del Decreto del Presidente della Repubblica n° 380 del 6 giugno 2001, "Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia" (S.O. n. 239 alla G.U. n. 245 del 20-10-2001);
- del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni" (S.O. n. 30 alla G.U. n. 29 del 4-2-2008) e norme o documenti esplicitamente richiamati dal Decreto Ministeriale.

Gli elaborati di progetto, dovranno indicare tutte le tipologie di calcestruzzo (come meglio specificato nel seguito) ed i tipi di acciaio da impiegare.

Classificazione dei conglomerati cementizi

Tutti i calcestruzzi impiegati saranno a "prestazione garantita", in conformità alla UNI EN 206-1. Ciascuna tipologia di conglomerato dovrà soddisfare i seguenti requisiti in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206-1 in base alla classe (ovvero alle classi) di esposizione ambientale dell'opera cui il calcestruzzo è destinato:

- massimo rapporto (a/c);
- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- classe di consistenza o indicazione numerica di abbassamento al cono ovvero, nei casi previsti al punto 6.3, classe di spandimento alla tavola a scosse;

- aria aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4);
- contenuto minimo di cemento al m<sup>3</sup>;
- tipo di cemento (solo quando esplicitamente richiesto dalle norme succitate);
- diametro massimo ( $D_{MAX}$ ) nominale dell'aggregato;
- classe di contenuto in cloruri del calcestruzzo (secondo il § 5.2.7 della UNI EN 206-1).

Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi

I materiali ed i prodotti per uso strutturale utilizzati per la realizzazione di opere in c.a. e c.a.p. devono rispondere ai requisiti indicati al § 11.1 del DM NCT 17-01-2018.

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, per quanto applicabile.

Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

Per i prodotti non recanti la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione (caso B) o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (caso C) rilasciato del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Ad eccezione di quelli in possesso di Marcatura CE, possono essere impiegati materiali o prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente a quello previsto nelle presenti norme. Tale equivalenza sarà accertata attraverso procedure all'uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sentito lo stesso Consiglio Superiore.

Componenti

### Cemento

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. dovranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1:2007.

Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1:2007.

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE.

### Aggregati

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava; essi dovranno possedere marcatura CE secondo il D.P.R. n. 246/93 e successivi decreti attuativi. Copia della documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione dei Lavori e dall'Impresa. In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo.

L'attestazione di marcatura CE dovrà essere consegnata alla D.L. ad ogni eventuale cambiamento di cava.

Gli aggregati saranno conformi ai requisiti delle norme UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo (§ 4.8 della UNI 8520-2).

Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520-2 relativamente al contenuto di sostanze nocive.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo nel rispetto delle prescrizioni imposte dal § 11.2.9.2 del DM NCT 17-01-2018, purché l'utilizzo non pregiudichi alcuna caratteristica del calcestruzzo, né allo stato fresco, né indurito.

#### Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003.

#### Additivi

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4 e 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma armonizzata si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo.

E' onere dell'Impresa verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti è opportuno che vi sia un impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità delle opere.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto: in ogni caso dovrà essere evitata qualsiasi soluzione di continuità degli elementi strutturali.

Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5 °C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per le strutture sottoposte all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle norme UNI EN 206-1 e UNI 11104.

#### Qualifica dei conglomerati cementizi

In accordo al DM NCT 17-01-2018 per la produzione del calcestruzzo si possono configurare due differenti possibilità:

calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato;

calcestruzzo prodotto con processo industrializzato.

Le miscele se prodotte con un processo industrializzato non necessitano di alcuna prequalifica, che si richiede invece per conglomerati prodotti senza processo industrializzato.

#### Controlli di accettazione

La Direzione dei Lavori eseguirà i controlli di accettazione, secondo le modalità e la frequenza indicate ai §§ 11.2.2, 11.2.4 e 11.2.5 del DM NCT 17-01-2018, su miscele omogenee di conglomerato come definite al §11.2.1 del citato Decreto.

I controlli saranno classificati come segue:

- tipo A;
- tipo B (impiegato soltanto quando siano previsti quantitativi di miscela omogenea uguali o superiori ai 1500 m<sup>3</sup>).

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire all'uscita della betoniera (non prima di aver scaricato almeno 0.3 m<sup>3</sup> di conglomerato e possibilmente a metà

del carico), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nel DM NCT 17-01-2018 e nella norma UNI-EN 206-1.

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere sempre eseguito alla presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori.

In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3.

Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro pari a 150 mm ed altezza pari a 300 mm.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al § 11.2.5.3 del DM NCT 17-01-2018.

#### Confezione dei conglomerati cementizi

Per quanto non esplicitamente indicato nella presente sezione e in progetto, in ottemperanza al § 4.1.7 del DM NCT 17-01-2018, si farà riferimento alla norma UNI EN 13670-1 “Esecuzione di strutture in calcestruzzo: requisiti comuni” ed alle “Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo” pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (febbraio 2008).

La confezione dei conglomerati cementizi non prodotti con processo industrializzato dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori,

conformi alle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP., nonché alle caratteristiche seguenti per quanto applicabili.

#### 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 calcestruzzo medesimo.

Per quanto non specificato nel seguito, si farà riferimento alle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

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.

Ciascuna fornitura di calcestruzzo dovrà essere accompagnata da un documento di trasporto (bolla) conforme alle specifiche del § 7.3 della UNI EN 206-1.

L'Impresa dovrà esibire detta documentazione alla Direzione dei Lavori.

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.

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



#### Posa in opera

Le operazioni di getto potranno essere avviate solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della Direzione dei Lavori incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'Impresa.

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori; nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., occorre 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.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 centimetri; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

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.

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.

Per la finitura superficiale di solette e pavimentazioni è prescritto l'uso di piastre 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 unicamente scostamenti inferiori a 10 mm.

Quando il calcestruzzo deve essere gettato in presenza d'acqua si dovranno adottare tutti gli accorgimenti, approvati dalla Direzione Lavori, necessari ad impedire che l'acqua ne dilavi le superfici e ne pregiudichi la normale maturazione.

#### Stagionatura e disarmo

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione).

Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'Impresa è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- la permanenza entro casseri del conglomerato;

- l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing, conformi alla norma UNI 8656 parti 1 e 2);
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;
- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie completamente ricoperta da un costante velo d'acqua.

La costanza della composizione degli agenti di curing dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento. I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate e/o ricoperte con altri materiali.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti l'Impresa, previa informazione alla Direzione dei Lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Nel caso di superfici orizzontali non cassette (pavimentazioni, platee di fondazione...) dovrà essere effettuata l'operazione di bagnatura continua con acqua non appena il conglomerato avrà avviato la fase di presa. Le superfici verranno mantenute costantemente umide per almeno 3 giorni.

Per i getti confinati entro casseforme l'operazione di bagnatura verrà avviata al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 3 giorni.

Per calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di C40/50 la maturazione deve essere curata in modo particolare.

Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera. In casi particolari la DL potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio

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

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

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

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

Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura l'elenco prezzi allegato a questo Capitolato prevederà espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unitamente alla fornitura e posa in opera dei

manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

I manufatti di tenuta o di copertura dei giunti possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butiadene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, polioossipropilene, polioossicloropropilene o da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene).

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

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

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.).

Posa in opera delle armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico al fine di garantire gli spessori di copriferro previsti in progetto; 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.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi saranno 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.

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

#### 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 dalle 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, ad esempio, con pettini in tondini d'acciaio.

### 8.3 MANUFATTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO, NORMALE O PRECOMPRESSO

Per quanto riguarda il trasporto, la movimentazione e le tecniche di messa in opera degli elementi e del complesso strutturale, l'Impresa dovrà fare riferimento ai documenti di progetto i quali dovranno contenere tutte le indicazioni del caso, come esplicitamente richiesto dalle Norme

Tecniche per le costruzioni (DM NCT 17-01-2018), nel rispetto delle responsabilità e competenze delle diverse figure professionali stabilite dalle stesse Norme.

Manufatti prefabbricati di produzione occasionale

Come prescritto al § 11.8.1 del DM NCT 17-01-2018 gli elementi costruttivi di produzione occasionale (ad esempio in impianti temporanei di prefabbricazione esterni al cantiere o allestiti a piè d'opera) devono essere realizzati attraverso processi e in stabilimenti sottoposti ad un sistema di controllo della produzione, secondo le procedure di cui ai §§ 11.8.2, 11.8.3, 11.8.4 (per quanto esplicitamente applicabile al campo della produzione occasionale).

L'Impresa dovrà far pervenire alla Direzione dei Lavori, all'atto della fornitura, i documenti di accompagnamento previsti al § 11.8.5 del DM NCT 17-01-2018. In particolare la Direzione Lavori controllerà che gli ambiti di competenza di ciascuna figura professionale richiamata dal citato decreto siano stati rispettati.

Le eventuali forniture non conformi alle succitate disposizioni saranno rifiutate.

### **Manufatti prefabbricati prodotti in serie**

Al § 4.1.10 del DM NCT 17-01-2018 sono riportate le definizioni e le caratteristiche di conformità degli elementi prefabbricati prodotti in serie dichiarata e/o controllata.

L'Impresa dovrà far pervenire alla Direzione dei Lavori, all'atto della fornitura, i documenti di accompagnamento previsti al § 11.8.5 del DM NCT 17-01-2018. In particolare la Direzione Lavori controllerà che gli ambiti di competenza di ciascuna figura professionale richiamata dal citato decreto siano stati rispettati.

Le eventuali forniture non conformi alle succitate disposizioni saranno rifiutate.

Si precisa che a tutti gli elementi prefabbricati dotati di marcatura CE si applica quanto riportato nei punti A) oppure C) del § 11.1 del DM NCT 17-01-2018. In tali casi, inoltre, si considerano assolti i requisiti procedurali di cui al deposito ai sensi dell'art.9 della Legge 05.11.71 n.1086 ed alla certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della Legge 02.02.74 n.64. Resta comunque l'obbligo del deposito del progetto presso il competente ufficio regionale. Ai fini dell'impiego, tali prodotti devono comunque rispettare, laddove applicabili, i §§ 11.8.2, 11.8.3.4 ed 11.8.5 del DM NCT 17-01-2018, per quanto non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate. Ai fini della verifica di quanto sopra l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori, all'atto della fornitura, tutta la documentazione inerente la marcatura CE dei manufatti.

#### 8.4 ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.

Acciaio ordinario per c.a. ad aderenza migliorata

Le diverse tipologie di acciaio impiegabili sono:

Acciaio tipo B450C

- barre d'acciaio ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$ ), rotoli ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ );
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri  $\leq 16 \text{ mm}$ ;
- reti elettrosaldate:  $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ ;
- tralicci elettrosaldati  $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ .

Acciaio tipo B450A

- barre d'acciaio ( $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$ ), rotoli ( $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$ );
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri  $\leq 10 \text{ mm}$ ;
- reti elettrosaldate:  $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$ ;



- tralicci elettrosaldati  $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$ .

Ognuno di questi prodotti deve possedere tutti i requisiti previsti dal DM NCT 17-01-2018, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova e le condizioni di prova.

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

#### Controlli sull'acciaio

I controlli avverranno con le modalità e le frequenze indicate nei punti seguenti.

Si precisa che per tutte le forniture dichiarate non idonee (e conseguentemente rifiutate) dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese all'allontanamento dal cantiere ed al rimpiazzo con nuove forniture.

#### Controllo della documentazione

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai saldabili B450C e B450A ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nel DM NCT 17-01-2018 al § 11.3.1.6 e controllati con le modalità riportate nei §§ 11.3.2.10 e 11.3.2.11 del citato decreto.

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate da copia dell'"Attestato di Qualificazione" rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

I centri di trasformazione sono impianti esterni alla fabbrica e al cantiere, fissi o mobili, che ricevono dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confezionano elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere (staffe, ferri piegati, gabbie, ecc.), pronti per la messa in opera o per successive ulteriori lavorazioni. Tali centri

devono possedere i requisiti ed operare in conformità alle disposizioni dei §§11.3.1.7 e 11.3.2.10.3 del DM NCT 17-01-2018.

Per i prodotti provenienti dai centri di trasformazione è necessaria la documentazione atta ad assicurare che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal DM NCT 17-01-2018.

Inoltre dovrà essere fornita alla Direzione dei Lavori la seguente documentazione aggiuntiva:

- certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;
- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;
- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- dichiarazione di conformità al controllo radiometrico (che può anche essere inserita nel certificato di collaudo tipo 3.1);
- polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli "Attestati di Qualificazione" dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

La Direzione dei Lavori prima della messa in opera provvederà a verificare quanto sopra indicato; in particolare controllerà la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto

depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture saranno rifiutate.

#### Controlli di accettazione

La Direzione dei Lavori disporrà all'Impresa di eseguire, a proprie spese e sotto il controllo diretto della stessa D.L., i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere in conformità con le indicazioni contenute nel DM NCT 17-01-2018 al § 11.3.2.10.4.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascun lotto (formato da massimo 30 t) consegnato e per tre differenti diametri delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri lotti presenti in cantiere e provenienti da altri stabilimenti.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un Centro di trasformazione la Direzione dei Lavori, dopo essersi accertata preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7 del DM NCT 17-01-2018, potrà usufruire del medesimo Centro di trasformazione per effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso le modalità di controllo sono definite al § 11.3.2.10.4 del DM NCT 17-01-2018.

Resta nella discrezionalità della Direzione dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

Acciaio per c.a.p.

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure di cui al § 11.3.1.2 e controllati (in stabilimento, nei centri di trasformazione e in cantiere) con le modalità riportate nel § 11.3.3.5 del DM NCT 17-01-2018.

#### Controlli di accettazione

La Direzione dei Lavori disporrà all'Impresa di eseguire, a proprie spese e sotto il controllo diretto della stessa D.L., i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere in conformità con le indicazioni contenute nel DM NCT 17-01-2018 al § 11.3.3.5.4.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascun lotto (formato da massimo 30 t) consegnato si dovrà procedere al campionamento di tre saggi, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri lotti presenti in cantiere e provenienti da altri stabilimenti.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un Centro di trasformazione la Direzione dei Lavori, dopo essersi accertata preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7 del DM NCT 17-01-2018, potrà usufruire del medesimo Centro di trasformazione per effettuare in stabilimento tutti i

controlli di cui sopra. In tal caso le modalità di controllo sono definite al § 11.3.3.5.3 del DM NCT 17-01-2018.

Resta nella discrezionalità della Direzione dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni.

Nel caso di forniture giudicate non conformi dalla Direzione Lavori, queste saranno immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Impresa, alla quale sarà altresì imputato l'onere delle nuove forniture.

Prima di procedere alla messa in opera dei sistemi di precompressione a cavi post-tesi, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori l'attestazione di deposito presso il Consiglio Superiore dei LL.PP. – Servizio Tecnico Centrale della documentazione prescritta al § 11.5 del DM NCT 17-01-2018.

#### Fili, barre, trefoli

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da copia in corso di validità dell'“Attestato di Qualificazione” rilasciato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Servizio Tecnico Centrale 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.

## 8.5 PROVE DI CARICO

Le prove di carico, ove ritenute necessarie dal Collaudatore, dovranno identificare la corrispondenza del comportamento teorico con quello sperimentale. I calcestruzzi degli elementi sottoposti a collaudo devono aver raggiunto le resistenze previste per il loro funzionamento finale in esercizio.

Il programma delle prove, stabilito dal Collaudatore, con l'indicazione delle procedure di carico e delle prestazioni attese deve essere sottoposto alla Direzione dei Lavori per l'attuazione e reso noto al Progettista e all'Impresa.

I criteri generali sono i seguenti:

- Le prove di carico ai fini del collaudo statico dovranno essere eseguite in accordo alle normative vigenti ed alle indicazioni del Collaudatore e della D.L.
- L'effettuazione delle prove dovrà essere programmata con la D.L. a cura dell'Impresa con adeguato anticipo. L'Impresa dovrà verificare e fare in modo che al momento del collaudo risulti disponibile tutta la certificazione prevista contrattualmente e dalla normativa vigente.
- Prima della effettuazione delle prove l'Impresa dovrà concordare con la D.L. la quantità ed il tipo delle apparecchiature, degli strumenti e dei materiali da utilizzare, garantendo la operatività e la precisione richiesta e facendo eseguire le tarature eventualmente necessarie
- Sarà cura dell'Impresa assicurare, nel rispetto delle norme di sicurezza, la completa accessibilità sia alle opere da collaudare che agli strumenti di misura.

L'Impresa, infine, è tenuta ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi, volti a sanare situazioni ritenute insoddisfacenti, da parte della Direzione Lavori, del Collaudatore o del Progettista.

## 9. OPERE MURARIE

---

### 9.1 MALTE

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

quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei Lavori. La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle Norme UNI 7927-78.

Di norma, le malte per muratura di mattoni saranno dosate con Kg 400 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia e passate al setaccio ad evitare che i giunti tra i mattoni siano troppo ampi; le malte per muratura di pietrame saranno dosate con Kg 350 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia; quelle per intonaci, con Kg. 400 di cemento per m<sup>3</sup> di Sabbia e così pure quelle per la stuccatura dei paramenti delle murature.

Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui che non avessero immediato impiego saranno portati a rifiuto.

## 9.2 MURATURE DI MATTONI

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

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

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

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

In questo genere di paramento le connesure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di mm 5 e, previa la loro raschiatura e pulitura; dovranno: essere profilate con malta idraulica e diligentemente compresse e lisce con apposito ferro, senza sbavature.



### 9.3 MURATURE DI PIETRAMA A SECCO

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

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

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

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

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

### 9.4 MURATURE DI PIETRAMA E MALTA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 9.5 MURATURE DI CALCESTRUZZO CON PIETRAMME ANNEGATO

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

#### 9.6 MURATURE IN PIETRA DA TAGLIO

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

- a. a grana grossa;
- b. a grana ordinaria;
- c. a grana mezzo fina;
- d. a grana fina.

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

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

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

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

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

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

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

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

La pietra da taglio dovrà essere messa in opera con malta dosata a Kg. 400 di cemento normale per metro cubo di sabbia e, ove occorra, i diversi conci dovranno essere collegati con grappe ed arpioni di rame, saldamente suggellati entro apposite incassature praticate nei conci medesimi. Le connessioni delle facce viste dovranno essere profilate con cemento a lenta presa, diligentemente compresso e liscio mediante apposito ferro.

## 10. IMPERMEABILIZZAZIONI

### 10.1 IMPERMEABILIZZAZIONE DELL'ESTRADOSSO DEI VOLTI DELLE GALLERIE ARTIFICIALI ED ALTRI MANUFATTI

Ove i disegni di progetto lo prevedano o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno si provvederà alla impermeabilizzazione dell'estradosso dei volti delle gallerie artificiali e di altri manufatti, compresi ponti, viadotti, sottovia, etc., mediante:

- a. guaine bituminose;
- b. con membrane elastiche;
- c. guaine in pvc.

Per i ponti ed opere similari quali viadotti, sottovia, cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, ecc., i materiali da impiegare dovranno possedere le seguenti caratteristiche: gli strati impermeabilizzanti, oltre che possedere permeabilità all'acqua praticamente nulla, devono essere progettati ed eseguiti in modo da avere:

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

— resistenza chimica alle sostanze che possono trovarsi in soluzione o sospensione nell'acqua di permeazione.

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

— durabilità, nel senso che il materiale impermeabilizzante dovrà conservare le sue proprietà per una durata non inferiore a quella della pavimentazione, tenuto conto dell'eventuale effetto di fatica per la ripetizione dei carichi;

— compatibilità ed adesività sia nei riguardi dei materiali sottostanti sia di quelli sovrastanti (pavimentazione);

— altre caratteristiche che si richiedono sono quelle della facilità di posa in opera nelle più svariate condizioni climatiche e della possibilità di un'agevole riparazione locale.

Le suaccennate caratteristiche dell'impermeabilizzazione devono conservarsi inalterate:

— tra le temperature di esercizio che possono verificarsi nelle zone in cui il manufatto ricade e sempre, comunque, tra le temperature di -10 e +60°C;

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

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

## 10.2 GUAINE BITUMINOSE

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

— pulizia delle superfici - sarà sufficiente una buona pulizia con aria compressa e l'asportazione delle asperità più grosse eventualmente presenti, sigillature e riprese dei calcestruzzi non saranno necessarie; le superfici dovranno avere una stagionatura di almeno 20 giorni ed essere asciutte;

- primer - sarà dello stesso tipo descritto in precedenza e potrà essere dato anche a spruzzo, ad esso seguirà la stesa di circa 0,5 Kg/mq di massa bituminosa analoga a quella della guaina, da applicare a freddo (in emulsione acquosa o con solvente);
- tipo di guaina - sarà preformata, di spessore complessivo pari a  $3 \div 4$  mm, di cui almeno 2 mm di massa bituminosa; l'armatura dovrà avere peso non inferiore a 250 g/mq, i giunti tra le guaine dovranno avere sovrapposizioni di almeno 5 cm e dovranno essere accuratamente sigillati con fiamma e spatola metallica;
- resistenza e punzonamento della guaina o dell'armatura (modalità A1 o Ga): non inferiore a 10 Kg;
- resistenza a trazione (modalità G2L e G2T): 60 Kg/8 cm.

La massima cura dovrà essere seguita nella sistemazione delle parti terminali della guaina in modo da impedire infiltrazioni di acqua al di sotto del manto; la Direzione Lavori potrà richiedere l'uso di maggiori quantità di massa bituminosa da spandere sul primer per una fascia di almeno 1 metro in corrispondenza di questi punti, o altri accorgimenti analoghi per assicurare la tenuta. Una certa attenzione dovrà essere osservata nella: fase di rinterro, evitando di usare a diretto contatto della guaina rocce spigolose di grosse dimensioni.

### 10.3 MEMBRANE ELASTICHE

La posa in opera delle membrane verrà preceduta dalla preparazione delle superfici di calcestruzzo da progettare, consistente in una accurata pulizia con aria compressa delle superfici. La stuccatura di lesioni o vespai e/o l'asportazione di creste di calcestruzzo sarà decisa di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Dopo aver posizionato a secco le singole membrane, curandone l'esatta sovrapposizione nei punti di giunzione. le stesse verranno riavvolte per procedere all'impregnazione del sottofondo con gli appositi adesivi. Le superfici da incollare comprenderanno l'intera superficie da coprire o parte di essa (zone delle sovrapposizioni, sommità del manufatto, punti in Cui è possibile



l'infiltrazione dell'acqua, ecc.) e la scelta verrà di volta in volta effettuata dalla Direzione Lavori. Steso l'adesivo si srotoleranno le membrane esercitando sulle stesse la pressione necessaria per ottenere il collegamento al supporto.

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

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

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

Le caratteristiche delle membrane dovranno essere le seguenti:

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

#### 10.4 GUAINA IN PVC

Tale impermeabilizzazione dovrà essere posta in opera su uno strato di compensazione di geotessile.

La guaina dovrà essere in PVC trasparente dello spessore minimo di 2 mm.

Sul rivestimento di prima fase, preparato come al punto precedente, dovrà essere steso uno strato di geotessile, come strato di compensazione con funzione antipunzonamento.

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 dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori, ogni volta che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8202/Parte 1.

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 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 min 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.

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.

## 11. PIETRE DA TAGLIO

---

### 11.1 PIETRA DA TAGLIO

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

- a. a grana grossa;
- b. a grana ordinaria;
- c. a grana mezzo fina;
- d. a grana fina.

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

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

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

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

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

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

Le forme e dimensioni di ciascun concio in pietra da taglio dovranno essere perfettamente conformi ai disegni dei particolari consegnati all'Impresa, od alle istruzioni che all'atto dell'esecuzione fossero eventualmente date dalla Direzione dei Lavori. Inoltre ogni concio dovrà essere sempre lavorato in modo da potersi collocare in opera, secondo gli originari letti di cava. Per la posa in opera si potrà fare uso di zeppe volanti, da togliere però immediatamente quando la malta rifluisce nel contorno della pietra battuta a mazzuolo sino a prendere la posizione voluta. La pietra da taglio dovrà essere messa in opera con malta idraulica o di cemento, secondo le prescrizioni del presente Capitolato speciale e, ove occorra, i diversi conci dovranno essere collegati con grappe od arpioni di rame, saldamente suggellati entro apposite incassature praticate nei conci medesimi.

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

## 12. OPERE IN FERRO

---

### 12.1 STRUTTURE IN ACCIAIO

Esse dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto:

— dalla Legge 5 novembre 1971, n. 1086 «Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica» (G.U. n. 321 del 21.12.1971);

— dal D.M. 14 febbraio 1992 «Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (5.0. alla G.U. n. 65 del 18.03.1992); della Legge 2.02.174 n.64 (provvedimenti per le costruzioni con particolare prescrizioni per le zone sismiche) del D.M. 19.06.1984 n.24771 (Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche) del D.M. 20.01.1985 (norme tecniche di rettifica relative alle costruzioni sismiche) del Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 24.01.1986 (norme tecniche relative alle zone sismiche) del D.M. 4.05.90 (aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali e successive istruzioni) del Decreto Legge 7.11.2001 n.343 convertito con modificazioni dalla Legge 9.11.2001 n.401 del Decreto Legislativo 31.03.1998 n.112 e dell'ordinanza del consiglio dei Ministri 20.03.2003 n.3274 (in materia di criteri generali per la classificazione sismica e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica).

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

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

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

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

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

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

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

Per quanto concerne il progetto della saldatura, fatto obbligo all'Impresa di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o del R.I.NA. (Registro Italiano Navale) con sede a Genova che dovrà redigere apposita relazione da allegare al progetto. In sede di approvazione dei progetti, la D.L. stabilirà in particolare i tipi e la estensione dei controlli sulle saldature in conformità a quanto stabilito dal D.M. 14 febbraio 1992, sopracitato, e tenuto conto di quanto prescritto al riguardo nella relazione.

Dopo l'approvazione del progetto esecutivo da parte della D.L., l'Impresa dovrà presentare a quest'ultima, in un lucido e copie, i disegni esecutivi di officina sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e pesi teorici di ciascun elemento costituente la struttura.

L'Impresa, inoltre, deve far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali che intende impiegare, la loro provenienza, avuto riferimento alle distinte di cui sopra.

#### A) Collaudo tecnologico dei materiali

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

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

Le prove e le modalità di esecuzione saranno quelle prescritte dal D.M. 14 febbraio 1992.

#### B) Collaudo dimensionale e di lavorazione

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'Impresa. Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi, all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo.

In tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati. Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'Impresa informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse. Entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.

Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ognuna delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali. I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

#### C) Montaggio

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

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

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

in particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la 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 centrali 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. 14 febbraio 1992 sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

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

Per 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. Dopo il completamento della struttura e prima dell'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 dei Lavori.



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

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo 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, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

#### D) Prove di carico e collaudo statico delle strutture in acciaio

Prima di sottoporre le strutture in acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'impresa, secondo le prescrizioni contenute nei Decreti Ministeriali: 4 maggio 1990 e 14 febbraio 1992.

---

## 13. LAVORI STRADALI E INFRASTRUTTURE

---

### 13.1 SOVRASTRUTTURA STRADALE

Per le terminologie e le definizioni relative alle pavimentazioni ed ai materiali stradali si fa riferimento alle norme tecniche del C.N.R. - B.U. n.169 del 1994. Le parti del corpo stradale sono così suddivise: a) sottofondo (terreno naturale in sito o sull'ultimo strato del rilevato); b) sovrastruttura, così composta:

1. fondazione,
2. base,
3. strato superficiale (collegamento e usura)

In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione dei lavori, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del  $1,5\pm 2,0\%$ , raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di  $0,50$ . Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del  $2,0\div 5,0\%$ . Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la Direzione dei lavori stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilinei o altre curve precedenti e seguenti. Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dalla Direzione dei lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio. L'impresa indicherà alla Direzione dei lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono. La Direzione dei lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso Laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione appaltante. Per il controllo delle caratteristiche tali prove verranno

ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere o presso gli stessi Laboratori ufficiali.

L'approvazione della Direzione dei lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleverà l'impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza nella massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 0,3 mm, controllata a mezzo di un regolo lungo in 4,00 disposto secondo due direzioni ortogonali.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre alla usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti. Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

#### A) Strati di fondazione

Lo strato di fondazione sarà costituito dalla miscela conforme alle prescrizioni del presente Capitolato e comunque dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione dei lavori e dovrà essere steso in strati successivi dello spessore stabilito dalla Direzione dei lavori in relazione alla capacità costipante delle attrezzature di costipamento usate.

Gli strati dovranno essere costipati con attrezzature idonee al tipo di materiale impiegato ed approvato dalla Direzione dei lavori, tali da arrivare ai gradi di costipamento prescritti dalle indicazioni successive.

Il costipamento dovrà interessare la totale altezza dello strato che dovrà essere portato alla densità stabilita di volta in volta dalla Direzione dei lavori in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura da laboratorio usata ed in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura di cantiere impiegato. Durante la fase di costipamento la quantità di acqua aggiunta, per arrivare ai valori

ottimali di umidità della miscela, dovrà tenere conto delle perdite per evaporazione causa vento, sole, calore ed altro. L'acqua da impiegare dovrà essere esente da materie organiche e da sostanze nocive.

Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni di umidità siano tali da non produrre danni alla qualità dello strato stabilizzante. La costruzione sarà sospesa quando la temperatura sia inferiore a 3 °C.

Qualsiasi zona o parte della fondazione, che sia stata danneggiata per effetto del gelo, della temperatura o di altre condizioni (li umidità durante qualsiasi fase della costruzione, dovrà essere completamente scarificata, rimiscelata e costipata in conformità delle prescrizioni della Direzione dei lavori, senza che questa abbia a riconoscere alcun compenso aggiuntivo.

La superficie di ciascuno strato dovrà essere rifinita secondo le inclinazioni, le livellette e le curvature previste dal progetto e dovrà risultare liscia e libera da buche e irregolarità.

A1) fondazione in misto granulare a stabilizzazione meccanica con legante naturale

Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei lavori in relazione alla portata del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

*Caratteristiche del materiale da impiegare*

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- 1) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria compresa nei seguenti fusi e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci UNI.	Miscela passante: % totale in peso $\leq$ 71 mm	Miscela passante: % totale un peso Q max 30 mm
Crivello 71	100	100
Crivello 30	70 + 100	100
Crivello 15	50~80	70+100
Crivello 10	30 + 70	50÷ 85
Crivello 5	23 e 55	35 + 65
Setaccio 2	15 + 40	25÷50
Setaccio 0,42	8÷25	15÷30
Setaccio 0,075	2 + 15	5 + 15

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- 4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- 5) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione lavori richiederà in ogni caso (anche se

la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo punto 6);

6) indice di portanza CER (C.N.R. — U.N.I. 10009— Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra), dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al Crivello 25) non minore di SO. E inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di + 2% rispetto all'umidità ottima di costipamento;

7) limite di liquidità  $\leq 25\%$ , limite di plasticità  $\geq 19$ , indice di plasticità  $\leq 6$ . Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

#### *Studi preliminari*

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla Direzione lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente l'impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

#### Modalità operative

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 30 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivo spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi, L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova AASRO modificata:

*percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso nella stessa formula, al termine Z, dovrà essere dato il valore di 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm,).*

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Stillo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, tra le due fasi di lavori un intervallo di tempo troppo lungo, che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento, di esportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere o dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere

immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni. sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi

#### A2) Fondazione in misto cementato

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei lavori.

Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20cm o inferiore a 10 cm,

Caratteristiche del materiale da impiegare

#### Inerti

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (la Di. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/ o la quantità di passante al setaccio 0,075 mm) aventi i seguenti requisiti:

- 1) l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:



Serie crivelli e setacci UNI.	Miscela passante: % totale in peso
<i>Crivello 40</i>	<i>100</i>
<i>Crivello 30</i>	<i>80-100</i>
<i>Crivello 25</i>	<i>70-95</i>
<i>Crivello 15</i>	<i>45-70</i>
<i>Crivello 10</i>	<i>35 - 60</i>
<i>Crivello 5</i>	<i>25 - 50</i>
<i>Setaccio 2</i>	<i>20- 40</i>
<i>Setaccio 0,4</i>	<i>6 - 20</i>
<i>Setaccio 0.18</i>	<i>4-14</i>
<i>Setaccio 0.075</i>	<i>4- 8</i>

3) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 -AASHO T 96, inferiore o uguale al 30%;

4) equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60; 5) indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).

L'impresa, dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esgiornàlieri.

Verrà ammessa una tolleranza di + 5% fino al passante al crivello 5 e di 2% per il passante al setaccio 2 e inferiori.

#### Legante

Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 3% e il 6% sul peso degli inerti asciutti.

#### Acqua

Dovrà essere esente da impurità dannose, olii, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro + 2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate. In modo indicativo il quantitativo d'acqua si può considerare pari tra il 5% e il 7%.

Miscela - Prove di laboratorio e in sito

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

#### Resistenza

Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (CNR. UNI. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm<sup>3</sup>); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello U.N.I. 25 mm (o setaccio ASTM 3/4") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO T 180 e a 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50,8 peso pestello Kg 4,54, altezza di caduta cm 45,7).

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

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm<sup>2</sup> e non superiori a 4,5 N/mm<sup>2</sup> ed a trazione secondo la prova "brasiliana" non inferiore a 0,25 N/mm<sup>2</sup> (Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di + 15%, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

### Preparazione

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m<sup>3</sup> di miscela.

### Posa in opera

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

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere

#### Prova di costipamento

La stesa della miscela non dovrà di nonna essere eseguita con temperature ambienti inferiori a 0 °C e superiori a 25 °C né sotto pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25 °C e i 30 °C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela. Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15 °C - 18 °C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 - 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi.

il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà

necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato.

Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

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

#### Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di rifinitura, dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa in ragione di 1-2 Kg/m<sup>2</sup>, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia.

#### Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 98% della densità di progetto. Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm. Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione della formula di trasformazione di cui al precedente "modalità operative" del paragrafo "Fondazione in misto granulare a stabilizzazione meccanica", oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità

durante la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con .15~20 giorni di stagionatura), i provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a  $105\pm 110^{\circ}\text{C}$  fino al peso costante ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino, in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela, che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto b) del presente articolo.

La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 m' di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino, preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinato in laboratorio di oltre + 20%; comunque non dovrà mai essere inferiore a  $2,5 \text{ N/mm}^2$  per la compressione e  $0,25 \text{ N/mm}^2$  per la trazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario. Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

A3) Fondazione stradale in pozzolana stabilizzata con calce idrata

Per l'esecuzione ditale sovrastruttura i lavori dovranno svolgersi nel seguente modo:

prima di spargere la calce idrata, lo strato di pozzolana dovrà essere conformato secondo le sagome definitive trasversali e longitudinali di progetto.

La calce idrata dovrà, essere distribuita uniformemente nella qualità che sarà precisata, di volta in volta, dalla D.L. in rapporto alle prove sulla miscela che saranno eseguite secondo le modalità di seguito precisate. In ogni caso la quantità di calce idrata non potrà essere inferiore a 100 Kg per mc di pozzolana.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità necessaria con barre spruzzatrici a pressione e uniformemente incorporata nella miscela nelle quantità richieste per ottenere l'umidità specificata dalla D.L. in base sempre ai risultati delle suddette prove.

Ad avvenuta uniforme miscelazione della pozzolana acqua-calce idrata, l'impasto dovrà essere immediatamente costipato fino al raggiungimento della densità indicata dalla Direzione dei Lavori.

La miscela dovrà essere mantenuta umida con aggiunta di acqua nella quantità necessaria a sopperire le perdite verificatesi durante la lavorazione, ed infine lo strato sarà rifinito secondo gli ordini che di volta in volta verranno impartiti dalla D.L.

Dopo che la soprastruttura di pozzolana e calce sarà ultimata, dovrà essere immediatamente protetta la superficie per un periodo di almeno 20 giorni con sabbia o con stuoie onde evitare perdite di contenuto di umidità nella miscela.

Il macchinario da impiegare dovrà essere in buone condizioni d'uso e dovrà avere l'approvazione della D.L.

La calce dovrà essere consegnata in sacchi sigillati portanti scritto il marchio di fabbrica della cementeria e dovrà avere i requisiti prescritti dal R.D. 16.11.1939, numero 2231.

In ogni caso dovrà essere accettata dalla D.L. a suo giudizio insindacabile.

La calce idrata dovrà essere depositata in luoghi asciutti a riparo dalle piogge e dalle intemperie. Tutta la calce che per qualsiasi ragione risulterà parzialmente deteriorata o conterrà impurità sarà rifiutata.

L'acqua da impiegarsi dovrà essere esente da impurità dannose, da acidi, alcali, materie organiche e qualsiasi altra sostanza nociva.

- L'attrezzatura di cantiere dovrà assicurare che lo spargimento della calce idrata venga effettuato con una precisione che non vari col variare delle condizioni della superficie del terreno su cui si opera e dovranno assicurare una distribuzione uniforme delle quantità teoriche richieste per mq.

I lavori di spargitura della calce idrata potranno essere eseguiti soltanto quando le condizioni di temperatura dell'aria ambiente siano superiori a quattro gradi centigradi, il tempo non sia piovoso o molto nebbioso e si prevedano imminenti piogge.

La calce idrata dovrà essere sparsa solamente su quella parte del terreno che si preveda di completare entro le ore di luce dello stesso giorno; nessun macchinario, eccetto quello usato per miscelare, potrà attraversare la zona in cui è stata sparsa di fresco la calce idrata fino a quando questa non sia stata miscelata con la pozzolana.

- La percentuale di umidità della miscela, sulla base del peso secco, non dovrà essere inferiore all'ottimo indicato dalla D.L. e con l'uso di apparati speciali per la determinazione rapida dell'umidità.

Sarà responsabilità dell'appaltatore di raggiungere l'appropriata quantità di acqua alla miscela.

La miscela sciolta dovrà essere uniformemente costipata con le attrezzature approvate dalla D.L. fino al raggiungimento della densità ottima (fino al 98% AASHO Mod.).

La velocità di operazione e conseguentemente il numero dei metri costipati dovrà essere tale che il materiale precedentemente miscelato venga costipato per tutta la larghezza prevista e per la profondità prestabilita prima del tempo di inizio della presa della miscela.

Alla fine della giornata o, in ogni caso, a ciascuna della interruzione delle operazioni di lavori, dovrà essere posta una traversa in testata in modo che la parte terminale della miscela risulti soddisfacentemente costipata e livellata.

Il traffico potrà essere aperto solo dopo almeno 20 giorni.



L'Impresa potrà attrezzare in loco, a sua cura e spese un laboratorio da campo in modo da mettere la Direzione Lavori in condizioni di poter eseguire eventuali analisi che essa Direzione Lavori dovesse richiedere, con specifico riguardo alle prove con apparato triassiale; presso il laboratorio dell'impresa o presso quel laboratorio a cui la Impresa affida l'esecuzione delle analisi; l'efficienza e l'idoneità di tale laboratorio dell'impresa saranno accertate insindacabilmente dalla Direzione, Lavori che potrà comunque far eseguire qualsiasi numero di prove presso laboratori ufficiali.

La pozzolana da usarsi dovrà essere esente da materie organiche e vegetali e dovrà essere di caratteristiche tali da dare una densità massima di laboratorio superiore a 1.5.

Dovranno essere eseguite prove di stabilità su miscela di calce idrata e del particolare tipo di pozzolana impiegata tutte le volte che la Direzione Lavori crederà opportuno presso i Laboratori Ufficiali ed in ogni caso almeno uno ogni 5000 mq di strada trattata.

Le prove saranno eseguite con il metodo della compressione triassiale (oppure compressione semplice) e non verranno accettate quelle miscele per le quali la linea di inviluppo dei relativi cerchi di MOHR sia sottostante a quella avente una inclinazione di 45 gradi sull'orizzonte ed intersecante l'asse delle ordinate nel punto corrispondente a 3 Kg/cmq.

La fondazione stradale su descritta sarà valutata con il prezzo corrispondente all'art. S./23 della Tariffa a stampa del Comune di Roma Ediz. 1988, intendendosi in tale prezzo compensato ogni onere relativo alla fornitura dei materiali ed alla loro posa in opera secondo le caratteristiche e le modalità su descritte.

B) Conglomerati bituminosi a caldo per strati di base collegamento e usura

I conglomerati bituminosi sono costituiti da miscele di inerti (o aggregati), impastate a caldo, con legante bituminoso semisolido previo riscaldamento degli aggregati.

Gli aggregati possono essere nuovi, di frantumazione artificiale, integrati da frazioni (nelle percentuali massime indicate per ciascun tipo di strato) di materiale fresato da precedenti pavimentazioni, assortite granulometricamente (pietrischetti, graniglie sabbie e filler).

I conglomerati bituminosi sono posti in opera mediante macchina vibrofinitrice e successivamente costipati.

Prescrizioni per i materiali

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei.

Gli elementi litoidi dovranno possedere un indice di forma specificato nelle prescrizioni di ciascun strato.

La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi (>2 mm), dagli aggregati fini (2 – 0,075 mm) e dai filler (<0,075 mm, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree, o costituiti da cemento, calce idrata, polvere d'asfalto, caratterizzati da un indice di plasticità =N.P., secondo la norma CNR UNI 10.014).

Leganti bituminosi

I leganti bituminosi semisolidi per uso stradale sono costituiti o da bitumi tradizionali o da bitumi modificati; dovranno essere usati nelle percentuali, in massa dell'aggregato, specificate per ciascuno degli strati in conglomerato bituminoso della sovrastruttura stradale.

I requisiti di accettazione e le prove sono definiti negli artt. concernenti i bitumi tradizionali e quelli modificati.

Prescrizioni per la formazione e confezione delle miscele

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

Ogni impianto deve assicurare il perfetto essiccamento degli aggregati, il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta per il raggiungimento della viscosità necessaria fino al momento della miscelazione, oltre al perfetto dosaggio del bitume e del filler.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

Per i conglomerati migliorati, utilizzando bitume modificato, la temperatura degli aggregati, all'atto della miscelazione, deve essere compresa tra i 160° e 180° C, e quella del legante tra 170° e 190° C, salvo diverse disposizioni dell'A.C., in rapporto al tipo di bitume e polimero impiegati.

Nel caso di utilizzazione di bitumi di provenienza visbreaking, le temperature degli inerti e del bitume dovranno opportunamente essere abbassate di 10-30 ° C rispetto alle temperature sopra indicate per i bitumi tradizionali. In tale caso, dovrà essere osservata la massima cura per garantire ugualmente l'essiccamento degli inerti, trattati a tali minori temperature.

Attivanti l'adesione ("dopes") per i conglomerati bituminosi

Nella confezione dei conglomerati bituminosi degli strati realizzati con materiali idrofili, specialmente se costituenti lo strato di usura, saranno impiegate, miscelate al bitume in impianto, speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume- aggregato, compensate nei prezzi. Tali sostanze non dovranno essere impiegate negli strati confezionati con aggregati idrofobi (ad es. calcari), in grado di consentire e conservare la perfetta adesione bitume-aggregato anche in presenza di acqua.

I tipi di attivante, i dosaggi e le tecniche di impiego devono ottenere il preventivo benessere dell'A.C.

L'immissione delle sostanze attivanti l'adesione nel bitume deve avvenire in impianto ed essere realizzata in modo da garantire la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nel legante bituminoso.

Posa in opera dei conglomerati bituminosi

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata mediante macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dall'A.C. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente, possibilmente con l'impiego di due finitrici con analoghe caratteristiche.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata possibilmente deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica al 55% in massa, per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato, si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere sempre realizzati previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessate dalla ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato, dall'impianto di confezione al cantiere di stesa, deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci; la temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare, in ogni condizione, non inferiore a 135° C, per i conglomerati tradizionali, e non inferiore ai 170°C, per i conglomerati migliorati a base di bitumi modificati. Nel caso in cui il conglomerato

bituminoso sia stato confezionato con bitume di provenienza visbreaking, la temperatura, dietro la finitrice, non dovrà essere inferiore a 125° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni metereologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

Il costipamento dei conglomerati deve iniziare immediatamente dopo la stesa della vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. Esso sarà realizzato con rulli di peso opportuno in modo da consentire il prescritto grado di costipamento. Al termine del costipamento, gli strati di base, collegamento e usura devono presentare, in tutto il loro spessore, un grado di costipamento non inferiore al 97%, con riferimento alla massa volumica dei provini Marshall relativi al periodo di lavorazione controllato all'impianto.

La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 metri, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascun strato, deve aderirvi uniformemente; potrà essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

Per lo strato di base, la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione soltanto dopo che sia stata accertata dall'A.C. la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, grado di costipamento e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato, 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.

Se la stesa del conglomerato avviene in doppio strato, tra di essi deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 kg/m<sup>2</sup>.

Controllo dei requisiti di accettazione dei conglomerati bituminosi

L'Impresa ha l'obbligo di far eseguire prove di controllo di idoneità dei campioni di aggregato e di bitume per la relativa accettazione da parte dell'A.C. , alla quale l'impresa è tenuta a

presentare, per il controllo della idoneità, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato dall'A.C. lo studio di progetto e la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'impresa deve attenersi scrupolosamente, comprovandone l'osservanza con controlli sperimentali, presso laboratori specializzati, secondo la frequenza stabilita dall'A.C. e comunque non inferiore ad un prelievo per ogni due giorni di lavorazione consecutiva.

Nella curva granulometrica non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali di aggregato grosso (>2 mm) di  $\pm 5$  per lo strato e  $\pm 3$  per gli strati di binder e di usura.

Per gli strati di base, di collegamento e di usura, non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm) di  $\pm 2\%$ ; per il passante al setaccio UNI 0,0075 mm (filler) di  $\pm 1,5\%$ .

Per la percentuale di bitume, non deve essere tollerato uno scostamento da quello di progetto di  $\pm 0,25\%$ .

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate sia all'impianto, sia all'atto della stesa, come pure dall'esame dei campioni prelevati in sito mediante carotaggio, tenuto conto, per questi ultimi, della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

Per quanto sopra specificato, dovranno essere effettuati:

la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale di bitume);

la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito, in opera (massa volumica, percentuale dei vuoti, grado di costipamento di ciascun strato);

la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato che si pone in opera (massa volumica, stabilità e scorrimento Marshall).

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni, l'A.C. potrà effettuare, a sua discrezione, tutte le verifiche.

#### Modalità di esecuzione dei provini Marshall

Per gli strati di base, binder e usura ( e per il binderone), i provini di conglomerato bituminoso devono essere confezionati con materiale prelevato direttamente dall'impianto di produzione del conglomerato o alla stesa, presso la finitrice, ed immediatamente costipato: per i bitumi tradizionali, alla temperatura prescritta al punto 3.3 della norma CNR 30/73; per i bitumi modificati, alla temperatura non inferiore ai 180°C.

In ogni caso i provini Marshall dovranno essere confezionati senza alcun ulteriore riscaldamento, rispetto a quello che è stato necessario per la preparazione della miscela. I valori di stabilità e scorrimento Marshall ottenuti da provini ricostituiti in laboratorio, mediante riscaldamento del conglomerato prelevato in cantiere e lasciato raffreddare non possono essere considerati significativi. Il confezionamento di provini marshall mediante secondo riscaldamento potrà essere soltanto indicativo per la determinazione della massa volumica ed il controllo del grado di costipamento del conglomerato in opera, qual'ora non si sia proceduto alla confezione di provini Marshall durante le operazioni di stesa.

Così pure non potranno essere presi in considerazione, perché assolutamente privi di significato, i valori della stabilità Marshall eseguita su carote prelevate dalla pavimentazione.

#### B1) Bitumi Tradizionali di base

Sono miscele di idrocarburi e loro derivati organici, derivati dal petrolio, completamente solubili in solfuro di carbonio, dotati di capacità legante.

Salvo diversa prescrizione dovranno essere usati bitumi tradizionali (di base) caratterizzati da penetrazione 50 -70.

### Requisiti di accettazione

Sono indicati nella tabella seguente; le percentuali, rispetto alla massa dell'aggregato, sono specifiche per ciascuno degli strati in conglomerato bituminoso della sovrastruttura stradale.

Tabella: specifiche tecniche del bitume tradizionale B 50-70

Caratteristica	Metodo	Unità di misu ra	Min- max	Valor e	Corrisp. CNR
Penetrazione a 25°C	EN 1426	mm/ 10		50- 70	24/71
Rammollimento	EN 1427	°C		46- 54	35/73
Indice di penetrazione			Min	-1	
Punto di rottura Fraass	EN 12593	°C	Max	-8	43/74
Punto di infiammabilità	EN 22592	°C	Min	230	72/79
Solubilità	EN 12592	%	Min	99	48/75
Viscosità dinamica a 60°C	ASTM D 4402	mPa- s	Min	1450 00	
Resistenza all'invecchiamento	EN 12607- 1 (RTFOT)				54/77
Penetrazione residua		%	Min	50	
Incremento P&A		°C	max	10	

### Prove

Le Caratteristiche del bitume dovranno essere rilevate su campioni prelevati direttamente dalle cisterne o dai serbatoi di stoccaggio.

Le verifiche indicate in grassetto nella tabella sono considerate prioritarie.



## B2) Bitumi modificati

Sono costituiti da bitumi semisolidi contenenti additivi polimerici (elastomeri e/o plastomeri) prodotti in impianti dotati di idonei dispositivi di miscelazione.

### Requisiti di accettazione

Il fornitore di bitume modificato deve certificare i valori dei seguenti parametri:

- dispersione del polimero (ad es. mediante microspia, prova EN 13632);
- solubilità, usando l'adatto solvente indicato dal fornitore stesso;
- temperatura di uso (minima T di stoccaggio e pompaggio, min e max T di miscelazione).

All'impianto si provvederà alla necessaria integrazione del legante e delle sostanze rigeneranti, al fine di conferire al legante finale le caratteristiche richieste.

Le percentuali, rispetto alla massa dell'aggregato, sono specificate per ciascuno degli strati in conglomerato bituminoso della sovrastruttura stradale.

Se non diversamente prescritto, i bitumi modificati per le applicazioni stradali devono possedere i requisiti indicati nella tabella seguente. La classe B riguarda le applicazioni tradizionali (conglomerati migliorati); la classe A è per drenanti e fono assorbenti, conglomerati chiusi ad alte prestazioni, manti ultrasottili.

*Tabella: specifiche tecniche del bitume tradizionale BM 50-70*

Caratteristica	Metodo	U. M.	M in - m ax	Classe A 50-70 P&A=> 65	Classe A 50-70 P&A=> 60	Altre norme di riferimento
Penetrazione a 25°C	EN 1426	mm /10		50-70	50-70	



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO  
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

Rammollimento (P&A)	EN 1427	°C	M in	65	60	
Punto di rottura Fraass	EN 12593	°C	M ax	-15	-12	
Punto di infiammabilità	EN 22592	°C	M in	230	230	
Viscosità dinamica a 160°C	ASTM 4402	mP a-s	M in	400	300	
Ritorno elastico	EN 13398	%	M in	75	50	DIN 52013
Stabilità allo stoccaggio	EN 13399					
Differenza P&A		°C	M ax	5	5	
Resistenza all'invecchiamento	EN 12607 -1 (RTFO T)					
Penetrazione Residua		%	M in	60	60	
Incremento P&A		°C		0/5	0/5	

### Prove

Le caratteristiche del bitume dovranno essere rilevate su campioni prelevati direttamente dalle cisterne o dai serbatoi di stoccaggio.

Il bitume sarà riconosciuto come modificato solo se siano raggiunti tutti i parametri minimi, nessuno escluso, indicati nella tabella n. 3.

### B3) Strato di base in conglomerato bituminoso

Nella miscela di aggregati dello strato di base l'A.C. potrà autorizzare l'uso di inerti non frantumati in una percentuale massima del 35% in massa degli aggregati (per "non frantumato" s'intende un elemento litico che abbia anche una sola faccia arrotondata).

Per la costruzione della miscela, potrà altresì essere impiegato materiale fresato da qualsiasi precedente strato bituminato di pavimentazioni stradali, purché in quantità non superiore al 35% della massa totale della miscela di conglomerato.

### Prove

Le prove riguarderanno :l'analisi granulometrica, la qualità e percentuale dei bitumi, la stabilità e rigidità Marshall, la percentuale dei vuoti.

La prova Marshall eseguita su provini confezionati con bitume tradizionale o con bitume modificato, che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR 121/87).

### B4) Strato di collegamento (Binder) in conglomerato Bituminoso

Nella miscela dello strato di collegamento non potranno essere utilizzati inerti non frantumati in quantità superiore al 10% in massa degli aggregati (per "non frantumati" s'intende un elemento litico che abbia anche una sola faccia arrotondata).

Per la costruzione della miscela potrà essere impiegato materiale fresato da precedenti strati di manto di pavimentazioni stradali, purché in quantità non superiore al 15% della massa totale della miscela di conglomerato. In tale caso all'impianto dovrà provvedersi alla necessaria integrazione del legante e delle sostanze rigeneranti, al fine di conferire al legante finale le caratteristiche richieste dall' A.C.



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO  
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

Tabella: aggreganti, bitumi, conglomerato per lo strato di collegamento

Aggregati						
Caratteristica			Valore		Riferimento	
Perdita in massa alla prova Los Angeles			=>25 % in massa		CNR 34/73	
Sensibilità al gelo			=<30		CNR 80/80	
Porosità			=<1.5%		CNR 65/78	
Spogliamento in acqua a 40°C, con eventuale impiego di “dope” d’adesione			=<5%		CNR 138/92	
Aggregato frantumato			=> 90% in massa dell’insieme degli inerti			
Indice di forma dei grani della miscela di inerti			=<25		CNR 95/84	
Gli aggregati dovranno avere una composizione granulometrica compresa nel fuso sotto indicato, con andamento continuo, concorde con quello delle curve limiti.						
Setaccio mm	criv	Passante tot in massa %		Setaccio mm	criv	Passante tot in massa %
20	25	100		0.4		10-20
12.5	15	65-85		0.18		5-15
8	10	55-75		0.075		5-9
4	5	35-55		0.075		4-8
2		25-38				
Bitume						
Percentuale riferita alla massa totale degli inerti =>4.5 %						
Specifiche tecniche vedasi Tabella: Specifiche tecniche del bitume tradizionale B 50-70						

<i>Specifiche tecniche vedasi Tabella: Specifiche tecniche dei bitumi modificati BM 50-70</i>			
Conglomerato			
<i>Percentuale riferita alla massa totale degli inerti 4.5 – 5.2 %</i>			
Prova	Bitume tradizionale	Bitume modificato	Riferimento
<i>Stabilità Marshall</i>	<i>&gt;1000 daN</i>	<i>&gt;1100 da N</i>	<i>CNR 30/73</i>
<i>Rigidità Marshall</i>	<i>300 – 450 da N/mm</i>	<i>350 – 450 da N/mm</i>	
<i>Percentuale di vuoti residui</i>	<i>4 – 6 %</i>	<i>4 – 6 %</i>	<i>CNR 39/73</i>

#### Prove

Le prove riguarderanno: l'analisi granulometrica, la qualità e percentuale dei bitumi, la stabilità e rigidità Marshall, la percentuale dei vuoti.

La prova Marshall eseguita su provini confezionati con bitume tradizionale o con bitume modificato, che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, deve avere un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR 121/87).

#### B5) Strato di base e collegamento ("binderone") in conglomerato bituminoso

Nella miscela dello strato di base e collegamento dovranno essere utilizzati inerti frantumati di pezzatura non superiore a 25 mm.

Potrà essere impiegato materiale fresato da precedenti strati di manto di pavimentazioni stradali in quantità non superiore al 15% della massa totale della miscela di conglomerato.

In tale caso, all'impianto dovrà provvedersi alla necessaria integrazione del legante e delle sostanze rigeneranti, al fine di conferire al legante finale le caratteristiche richieste.

Per il binderone miscelato a caldo con bitume modificato la stesa deve avvenire ad una temperatura superiore di circa 20°C rispetto alla temperatura del conglomerato tradizionale.

Tabella: aggregati, bitumi, conglomerato per lo strato di base e collegamento (binderone)

Aggregati			
Caratteristica	valore		Riferimento
<i>Perdita in massa alla prova Los Angeles</i>	<i>=&lt; 25% in massa</i>		<i>CNR 34/73</i>
<i>Gli aggregati dovranno avere una composizione granulometrica compresa nel fuso concordato</i>			
Bitume			
<i>Percentuale riferita alla massa degli inerti: 4,5 e il 4%</i>			
<i>Specifiche tecniche vedasi tabella: specifiche tecniche del bitume tradizionale B 50-70</i>			
<i>Specifiche tecniche vedasi tabella: Specifiche tecniche dei bitumi modificati BM 50-70</i>			
Conglomerato			
<i>Percentuale riferita alla massa totale degli inerti: 4.5 -5%</i>			
Prova	Bitume tradizionale	Bitume modificato	Riferimento
<i>Stabilità Marshall</i>	<i>&gt; 1000 da N</i>	<i>&gt; 1100 da N</i>	<i>CNR 30/43</i>
<i>Rigidezza Marshall</i>	<i>300 – 450 da N/mm</i>	<i>350 – 450 da N/mm</i>	
<i>Percentuale di vuoti residui</i>	<i>4 – 6%</i>	<i>4 – 6%</i>	<i>CNR 39/73</i>

#### Prove

Le prove riguarderanno : l'analisi granulometrica, la qualità e percentuale dei bitumi, la stabilità e rigidezza Marshall, la percentuale dei vuoti.

La prova Marshall eseguita su provini confezionati con bitume tradizionale o con bitume modificato, che abbiano subito un periodo di immersione in acqua tradizionale per 15 giorni, deve dare un valore di Stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR 121/87).

B6) Strato di usura in conglomerato bituminoso

### Prescrizioni

Nella miscela dello strato di usura non potranno assolutamente essere utilizzati inerti non frantumati (per "non frantumato" s'intende un elemento litico che abbia anche una sola faccia arrotondata).

La quantità di frantumato, per l'aggregato grosso (> 2 mm), deve essere =100% della massa degli aggregati.

La sabbia dovrà essere costituita da sabbia di frantumazione artificiale almeno per il 90% dell'insieme della frazione sabbiosa.

Tabella: aggreganti, bitumi, conglomerato per lo strato di usura

Aggregati		
Caratteristica	Valore	Riferimento
Perdita in massa alla prova Los Angeles	=> 18% in massa	CNR 34/73
Levigabilità accelerata	>0.43	CNR 140/92
Sensibilità al gelo	=<30	CNR 80/80
Porosità	=<1.5%	CNR 65/78
Spogliamento in acqua a 40°C, con eventuale impiego di "dope" d'adesione	0%	CNR 138/92
Aggregato frantumato, per l'aggregato grosso (> 2mm)	= 100% della massa degli aggregati	
Sabbia di frantumazione artificiale	=>90% dell'insieme della frazione sabbiosa	
Indice di forma dei grani della miscela di inerti	=<25	CNR 95/84



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO  
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

Gli aggregati dovranno avere una composizione granulometrica compresa rispettivamente nel fuso A o nel fuso B (sotto indicati) se lo spessore finito previsto è compreso tra 4 e 6 cm, oppure di 3 cm.

Setaccio mm	criv	Passante tot in massa %		Setaccio mm	Passante tot in massa %	
		A	B		A	B
16	20	100	-	2	25-38	25-38
12.5	15	90-100	100	0.4	11-20	11-20
8	10	70-90	70-90	0.18	8-15	8-15
4	5	40-55	40-60	0.075	6-10	6-10
Bitume						
Percentuale riferita alla massa totale degli inerti =>4.5 %						
Specifiche tecniche vedasi Tabella: Specifiche tecniche del bitume tradizionale B 50-70						
Specifiche tecniche vedasi Tabella: Specifiche tecniche dei bitumi modificati BM 50-70						
Conglomerato						
Percentuale riferita alla massa totale degli inerti 4.5 – 5.5 %						
Prova	Bitume tradizionale	Bitume modificato	Riferimento			
Stabilità Marshall	>1200 daN	>1250 da N	CNR 30/73			
Rigidità Marshall	300 – 450 da N/mm	350 – 500 da N/mm				
Percentuale di vuoti residui	4 – 5 %	3 –56 %	CNR 39/73			

Prove

Le prove riguarderanno: l'analisi granulometrica, la qualità e percentuale dei bitumi, la stabilità e rigidità Marshall, la percentuale dei vuoti.



La prova Marshall eseguita su provini confezionati con bitume tradizionale o con bitume modificato, che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 gg, deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR 12/87).

B7) Strato di usura in conglomerato bituminoso modificato del tipo drenante fono assorbente (anti skid split- mastix)

Prescrizioni

Gli aggregati lapidei che costituiscono la fase solida del tappeto drenante –fonoassorbente sono: aggregato grosso, aggregato fino e filler (che può provenire dalla frazione fina o di additivazione).

*Tabella: strato di usura in conglomerato bituminoso modificato del tipo drenante – fono/assorbente*

Aggregato Grosso			
<i>Costituito da pietrischetti e graniglie ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, trattenuto al setaccio ASTM n. 5 (luce 4 mm)</i>			
Parametro	Unita' Di Misura	Valore	Riferimento
<i>Los angeles</i>	%	=<20	<i>CNR 34/73 – EN 1097-2</i>
<i>Quantità di frantumato</i>	%	100	<i>EN 933-5</i>
<i>Dimensione max</i>	<i>Mm</i>	10	<i>CNR 23/71</i>
<i>Sensibilità al gelo</i>	%	=<30	<i>CNR 80/80 – EN 1367-1</i>
<i>Coeff. Di forma</i>		=<3	<i>CNR 95/84</i>
<i>Coeff. Di appiattimento</i>		=<1.58	<i>CNR 95/84 – EN 933-3</i>
<i>CLA</i>	%	=< 45	<i>CNR 140/92</i>



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO  
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

Aggregato fino			
<i>Costituito da sabbie frantumate, trattenuto al setaccio ASTM n. 5 (luce 4mm)</i>			
Parametro	Unita' Di Misura	Valore	Riferimento
<i>Equivalente in sabbia</i>	%	=> 80	CNR 27/72
<i>Quantità di frantumato</i>	%	100	CNR 109/85
Filler			
<i>Frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia preferibilmente calcarea, passante al setaccio 0.075 mm</i>			
Parametro	Unita' Di Misura	Valore	Riferimento
<i>Passante al setaccio ASTM 80</i>	%	100	CNR 23/71
<i>Passante al setaccio ASTM 200</i>	%	=>80	CNR 75/80
Bitume modificato			
Parametro	Unita' Di Misura	Valore	Riferimento
<i>Penetrazione a 25°C</i>	Dmm	50-70	EN 1426 – CNR 24/71
<i>Punto di rammollimento</i>	°C	=>65	EN 1427 – CNR 35/73
<i>Punto di rottura (Fraass)</i>	°C	=< -15	CNR 43/74
<i>Viscosità dinamica 160°C</i>	Paxs	=>0.4	PrEN 13072-2
<i>Ritorno elastico a 25°</i>	%	=>75	EN 13398
<i>Stabilità allo stoccaggio 3 gg a 180°C</i>	°C	=<0.5	EN 13399



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO  
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

Valori dopo RTFOT			EN 12607-1
Volatilità	%	=<0.8	CNR 54/77
Penetrazione residua a 25°	%	=>60	EN 1426 – CNR 24/71
Incremento del punto di rammollimento	°C	=<5	ENI 1427 – CNR 35/73
<p><b>Additivo</b></p> <p><i>Per il tappeto drenante-fonoassorbente è costituito da microfibre di cellulosa prebituminata che, aggiunte all'impasto in fase di miscelazione all'impianto garantiscono una perfetta stabilizzazione del mastice bituminoso (filler +bitume), evitandone la separazione dallo scheletro litico. Le suddette fibre di cellulosa devono soddisfare i seguenti requisiti:</i></p>			
Caratteristica del granulato:Pillet grigio di forma cilindrica		Caratteristica della fibra	
Contenuto di fibra	79% - 84%	Materia prima	Cellulosa grezza per applicazioni industriali
Contenuto di bitume	21% - 16%	Contenuto cellulosa	80+/- 5%
Lunghezza media del pillet	2 – 8 mm	Ph	4.5 +/- 1
Diametro medio del Pillet	5+/- 1 mm	Lunghezza media della fibra	1100 um
Densità apparente	450 – 200 g/l	Spessore medio della fibra	45 um
Contenuto di granulato < 3.55mm	Max 5%		
<p>Miscela per tappeto drenante fonoassorbente</p> <p>La quantità di bitume impiegata viene determinata mediante lo studio della miscela</p>		<p>Assorbimento acustico</p> <p>La caratteristica relativa è riportata nella seguente tabella e viene espressa in</p>	



con metodo volumetrico. In alternativa, si utilizza il metodo Marshall		<i>coefficiente alfa di fonoassorbenza; tale caratteristica viene rilevata su provini cilindrici prelevati in situ, applicando il metodo ad onde stazionarie (TUBO DI KUNDT)</i>	
Parametro	Valore	frequenza	Coefficiente di fono assorbenza (alfa)
Passante al setaccio astm 10	Max 20%	630	=>0.03
<i>Passante al setaccio astm 4</i>	<i>Min 25%</i>	<i>800</i>	<i>=&gt;0.2</i>
<i>Rapporto filler – legante bituminoso</i>	<i>1 – 1.3</i>	<i>1000</i>	<i>=&gt;0.35</i>
		<i>1600</i>	<i>=&gt;0.20</i>
		<i>2000</i>	<i>=&gt;0.20</i>

#### Prove

Le prove riguarderanno: l'analisi granulometrica, la qualità e percentuale dei bitumi, la stabilità e rigidità Marshall, la percentuale dei vuoti, l'assorbimento acustico.

### 13.2 TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o di seconda mano, l'impresa delimiterà i bordi del trattamento con un arginello in sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.

Ultimato il trattamento resta a carico dell'impresa l'ulteriore profilatura mediante esportazione col piccone delle materie esuberanti e colmataura delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

Trattamento A Freddo Con Emulsione

Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 50%, in ragione, di norma, di Kg 4 per metro quadrato.

Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi.

In un primo tempo sulla superficie della massiciata dovranno essere sparsi Kg 2,5 di emulsione bituminosa e dm<sup>2</sup> 12 di graniglia da mm 10 a mm 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di Kg 1 di emulsione bituminosa e dm<sup>2</sup> 8 di graniglia da mm 5 a mm 10 per ogni metro quadrato.

Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massiciata.

Lo spargimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione, sulla superficie trattata, del quantitativo di emulsione prescritto per ogni metro quadrato di superficie nonché, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massiciata fino a raggiungere la superficie del primo, si da assicurare il legamento dei due strati.

Lo spandimento della graniglia o materiale di riempimento dovrà essere fatto con adatte macchine che assicurino una distribuzione uniforme.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni con le modalità stabilite precedentemente.

Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere da parte della Direzione dei lavori sulle forniture delle emulsioni, l'impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati, e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile esportazione mettendo a nudo la sottostante massiciata.

Trattamento Superficiale Mono-Strato Realizzato Con Emulsione Bituminosa Prodotta Da Bitumi Modificati E Graniglie Di Prima Categoria

#### modalità di esecuzione

- Accurata pulizia della superficie stradale per eliminare polvere, terra e quant'altro in genere.
- Per mezzo di apposite autocisterne dotate di autonomo impianto di riscaldamento, barra di spruzzatura automatica a larghezza regolabile automaticamente dall'operatore e di computerizzate strumentazioni di controllo della quantità, progettate e costruite tali da garantire l'uniformità durante la stesa di emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati con SBS-Radiali. con le prescrizioni come da capitolato, in ragione di 1,5 Kg/mq, in funzione delle condizioni del manto stradale, alla temperatura di 60-80°C.
- Immediata stesa della graniglia, avente generalmente la pezzatura di 4-8 o 3-6mm secondo le indicazioni dell'elenco voci, data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia in ragione di lt. 6/7mq o lt. 4-6/mq
- Adeguata rullatura con rullo compressore da 6/7 t.
- Successiva eliminazione di eventuali eccessi di graniglia con motospazzatrice. anche a più riprese o nei giorni successivi alla posa in opera
- Apertura al traffico con velocità ridotta pari a 30 Km/h.

Se indicato nella voce della lavorazione dell'elenco prezzi o se ordinato dalla Direzione lavori, il trattamento superficiale in monostrato dovrà eseguirsi con apposita macchina semovente che provveda alla contemporanea stesa e dosaggio del legante e dell'inerte. in tale caso all'impresa esecutrice dei lavori non gli verrà riconosciuta nessuna maggiorazione rispetto al prezzo offerto in sede di gara.

I lavori dovranno essere eseguiti a temperature ambiente non inferiori a +10°C cd in assenza di forte umidità e ovviamente di pioggia.

Emulsione bituminosa modificata

EMULSIONE CATIONICA DI BITUME MODIFICATO CON POLIMERI TERMOPLASTICI SUS AL 70%  
dalle seguenti caratteristiche:

	CARATTERISTICHE	METODO DI PROVA	VALORI
a	Contenuto d'acqua	CNR 100/84	30 ±1%
b	Contenuto di legante	100 –a)	70±1%
c	Contenuto di bitume	CNR 100/84	>69%
d	Contenuto di lussante	CNR 100/84	0
e	Demulsività	ASTM D 244 -72	50-100
f	Omogeneità	ASTM D 244 -72	MAX 0.2%
g	Sedimentazione a 5 gg	ASTM D 244 -72	MAX 5%
h	Viscosità engler a 20°C	CNR 102	>20°E
i	Ph (grado di acidità)	ASTM E 70	2-4

Caratteristiche del bitume SBS emulsionato

L	Penetrazione a 25C	CNR 24/71	50 – 70 dmm
m	Punto di rammollimento	CNR 35/73	Migliore di 65°C
n	Punto di rottura (Frass)	CNR 43/72	Migliore di -18°C

Materiali inerti

Dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

Los Angeles	=<18%
Coefficiente di frantumazione (valore massimo)	120
Perdita per decantazione (valore massimo)	1
Coeff. Di levigatezza accelerata "CLA" (CNR 140/92)	>0.45
Coeff di forma (CNR 95/84)	<3



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO  
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

Coeff. Di appiattimento /CNR95/84)	<1.56
Sensibilità al gelo (CNR 80/80)	<20%
Spogliamento in acqua a 40°C (CNR 138/92)	0%

Si riportano qui di seguito i fusi granulometrici degli inerti ed i relativi quantitativi da impiegare:

GRANIGLIA		GRANIGLIA	
apertura		4/8 mm	3/6 mm
Setacci ASTM	mm	Passante al setaccio % in peso	
¾"	19.5		
½"	12.5		
3/8"	9.5	100	
¼"	6.25	88-100	100
n. 4	4.75	26-55	92-100
n.10	2	0-5	2-15
n.40	0.42	0	0
n.80	0.18		
n.200	0.075		
Lt/mq		6/7	4/6

Il materiale lapideo, ottenuto da frantumazione di rocce, dovrà essere di forma poliedrica, ben pulito ed esente da ogni traccia di argilla e sporco in genere.

*Requisiti di accettazione*

Determinazione del contenuto di emulsione al mq e della uniformità di stesa

Dovranno essere allegate alla contabilità copie delle bolle, riferite al cantiere specifico, dalle quali risulti la quantità netta effettivamente scaricata su strada. La Direzione lavori si riserva di effettuare la pesatura a campione, oppure di tutte le cisterne spanditrici operanti sul cantiere.



Le cisterne spanditrici dovranno essere costruite con accorgimenti tali da garantire una stesa di legante in opera, omogenea, sia in senso orizzontale che longitudinale. In particolare dovranno essere dotate di barra automatica di spandimento a dosaggio controllato e larghezza variabile automaticamente durante la stesa del legante. Il quantitativo globale a mq. richiesto nel capitolato in ogni punto della pavimentazione, dovrà essere considerato il minimo. In caso di difetto, contenuto entro il 10%, sarà applicata una detrazione pari al 15% del valore complessivo della pavimentazione eseguita fino al momento della campionatura.

In caso di difetto, superiore al 10%, sul quantitativo globale al mq. la pavimentazione sarà rifiutata e dovrà essere rimossa e allontanata a cura e spese della Impresa appaltatrice.

Determinazione Qualità e quantità graniglie:

Prima dell'inizio dei lavori, l'impresa dovrà fornire alla Direzione lavori certificati di Laboratorio, dai quali risultino le caratteristiche fisico-meccaniche e le curve granulometriche delle graniglie che verranno impiegate. La Direzione lavori si riserva di accettare o respingere i materiali proposti. Nel caso di accettazione, le graniglie impiegate saranno sottoposte ad ulteriori accertamenti di laboratorio, e da questi dovranno risultare uguali ai campioni proposti. In caso di difformità, per risultati contenuti entro il 5%, si applicherà una detrazione del 15% sul valore complessivo della pavimentazione eseguita fino al momento della prova. Per valori che risultino difformi oltre il 5%, la pavimentazione verrà rifiutata, e dovrà essere rimossa e allontanata a cura e spese dell'Impresa appaltatrice.

Per determinare la quantità di graniglia, si eseguiranno un congruo numero di prove, a discrezione della Direzione . lavori, durante lo spargimento della stessa, ponendo su strada al passaggio delle macchine spandigraniglia, rettangoli di superficie nota, e provvedendo alla pesatura della graniglia raccolta, comparata con il peso specifico della stessa.

In caso di mancanza dovrà essere idoneamente integrata, in caso di eccesso dovrà essere spazzata e allontanata.

Controllo qualità delle emulsioni bituminose:

Prima dell'inizio dei lavori, l'impresa, dovrà fornire alla Direzione lavori, una scheda tecnica e certificato ufficiale di qualità rilasciato da Laboratorio autorizzato, dei leganti bituminosi che intende impiegare. Da questi documenti si dovrà riscontrare l'idoneità rispetto alle norme di capitolato. In corso d'opera saranno prelevati campioni dalle cisterne spanditrici e sottoposte a prove di laboratorio. In caso di difformità rispetto alle prescrizioni tecniche di capitolato, anche riferite ad una sola caratteristica, contenute entro il 2% per il contenuto di legante ed il 10% per le altre caratteristiche, si applicherà una detrazione del 15% sul prezzo complessivo della pavimentazione eseguita fino al momento del prelievo. Per difformità di valori, superiori al 2% per il contenuto di legante ed il più o meno 10% per tutti gli altri valori, anche se riferite ad una sola caratteristica, la pavimentazione sarà rifiutata, e dovrà essere rimossa e allontanata a cura e spese della Ditta appaltatrice.

Rugosità superficiale:

La superficie finita del trattamento superficiale messo in opera, dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma C.N.R. B.U. n.105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15°C:
- inizialmente, ma dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico non inferiore a 65 BPN
- dopo un anno dall'apertura al traffico, non inferiore a 55 BPN;
- coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (Sideway Force Coefficient Investigation Machine), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 147/92, non inferiore a 0,60.

Le misure di BPN e CAT dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 150 ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

Tali valori si intendono come minimi, e pertanto qualora non si raggiungessero i termini sopra indicati l'impresa dovrà rimuovere a sua cura e spese tutti i tratti della pavimentazione trattata non rispondenti ai requisiti minimi di aderenza superficiale.

Note: le detrazioni nella misura del 15% sul valore della pavimentazione saranno tollerate una sola volta. Nell'ipotesi di dovere applicare la detrazione una seconda volta la pavimentazione sarà rifiutata e dovrà essere rimossa ed allontanata a cura e spese della impresa appaltatrice.

Trattamento superficiale doppio-strato realizzato con emulsione bituminosa prodotte da bitumi modificati e graniglie di prima categoria

#### Modalità di esecuzione

- Accurata pulizia della superficie stradale per eliminare polvere, terra e quant'altro in genere.
- Stesa della prima mano, per mezzo di apposite autocisterne dotate di autonomo impianto di riscaldamento, barra di spruzzatura automatica a larghezza regolabile e di computerizzate strumentazioni di controllo della quantità, progettate e costruite tali da avere l'uniformità della stesa di emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati con SBS-Radiali, con le prescrizioni da capitolato di 1,2 Kg/mq massimo alla temperatura di 60-80°C.
- Immediata stesa del primo strato di graniglia, avente generalmente la pezzatura di 8÷12 o 12÷18 mm, data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia in ragione di IL 7/9/mq o Lt.10÷11/mq.
- Stesa di una seconda mano di emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati con SBS-Radiali, in ragione di 1,300 Kg/mq.
- Successiva stesa del secondo strato di graniglia, avente generalmente la pezzatura di 3÷6 o 4÷8 mm, data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia in ragione di Lt. 4÷6/mq Lt. 6÷7/mq.
- Adeguata rullatura con rullo compressore da 6/7 t.

- Successiva eliminazione di eventuali eccessi di graniglia con motospazzatrice anche a più riprese e nei giorni successivi alla posa in opera;
- Apertura al traffico con velocità ridotta pari a 30 Km/h

Se indicato nella voce della lavorazione dell'elenco prezzi o se ordinato dalla Direzione lavori, il trattamento superficiale in doppio strato dovrà eseguirsi con apposita macchina semovente che provveda alla contemporanea stesa e dosaggio del legante e dell'inerte. In tale caso all'impresa esecutrice dei lavori non verrà riconosciuta nessuna maggiorazione rispetto al prezzo offerto in sede di gara.

I lavori dovranno essere eseguiti a temperature ambiente non inferiori a +10°C ed in assenza di forte umidità e ovviamente di pioggia.

Emulsione bituminosa modificata

Requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni riportate al punto precedente: *“Trattamento superficiale monostrato realizzato con emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati e graniglie di prima categoria”*.

Trattamento ad impregnazione di strade sterrate con emulsioni bituminose

Il trattamento superficiale ad impregnazione eseguito con emulsioni bituminose è adatto per impermeabilizzare ed irruvidire le pavimentazioni stradali con fondazioni in terra, misto granulare, in pietrisco tipo Mac Adam o similari. Inoltre, il procedimento si finalizza in un marito legato alla superficie trattata, pertanto se indicato nella voce dell'elenco prezzi o su ordinativo della Direzione lavori si dovrà fare utilizzo di inerti da precise tonalità di colore, con le caratteristiche rispondenti ai successivi requisiti di accettazione, al fine di decidere l'impatto ambientale delle superfici trattate. Qualora il trattamento superficiale sia vincolato soprattutto dal fatto di ridurre l'impatto ambientale, indipendentemente dal volume di traffico veicolare, sarà necessario prevedere per la stesa di emulsione nella 2° e 3° mano, l'utilizzo di emulsione

cationica, prodotta con bitumi modificati. L'applicazione della stesa di emulsione cationica per impregnazione a lenta rottura è capace di aderire agli strati polverosi e di scendere tra gli interstizi in profondità nella massicciata in modo da creare uno strato bituminoso di fondazione di rinforzo e predisposto a ricevere il successivo trattamento superficiale.

#### Modalità di esecuzione

- Eventuale risagomatura della strada con misto granulare a stabilizzazione meccanica, di pezzatura 0/25 mm, disteso con motograder, spargimento di pietrischetto di pezzatura 12/18 mm in ragione di 15 l/mq e abbondante bagnatura della superficie con apposito autobotte.
- Spargimento di una prima mano di emulsione cationica da impregnazione al 55% di bitume a lenta rottura, in quantità non inferiore a 2,5 Kg/mq, mediante apposite autocisterne dotate di autonomo impianto di riscaldamento, barra di spruzzatura automatica a larghezza regolabile automaticamente dall'operatore e di computerizzate strumentazioni di controllo della quantità, progettate e costruite tali da garantire l'uniformità durante le operazioni di stesa.
- immediata stesa, con apposito spandigraniglia, di pietrisco di pezzatura 12/18 mm, in ragione di 10 l/mq e successiva rullatura con rullo statico da 8/10t.
- Stesa di una seconda mano: di emulsione cationica al 69% di bitume, in quantità non inferiore a 1,5 Kg/mq per strada a traffico leggero per strada a traffico medio/pesante di emulsione cationica al 70% di bitume, prodotta da bitumi modificati, in quantità non inferiore a 1,5 Kg/mq.
- Immediata stesa, con apposito spandigraniglia, di pietrisco di pezzatura 8/12 mm, in ragione di 10 l/mq.
- Stesa di una terza mano di emulsione cationica al 69% di bitume, in quantità non inferiore a 1,5 Kg/mq per strade a traffico leggero e di emulsione cationica al 70%, prodotta da bitumi modificati, in quantità non inferiore a 1,5 Kg/mq per quelle a traffico medio/pesante.

— Saturazione con apposito spandigraniglia, di graniglia di pezzatura 4/8 o 3/6 mm in ragione di 5 o 6 l/mq e successiva rullatura.

— Apertura al traffico con velocità ridotta pari a 30 Km/h.

Il giorno successivo la posa del materiale è opportuno provvedere alla rimozione della graniglia eccedente mediante motospazzatrice aspirante. Tutti gli accorgimenti tecnici, cautele, precauzioni, spese per le prove di laboratorio (preliminari e in corso d'opera) e quanto altro sia dato come ordinativo dalla Direzione lavori, per eseguire la posa a perfetta regola d'arte, sono a completo carico dell'impresa, in quanto si intendono già compresi nel prezzo della lavorazione finita.

I lavori dovranno essere eseguiti a temperature ambiente non inferiori a +10°C ed in assenza di forte umidità e ovviamente di pioggia.

Il materiale lapideo, ottenuto da frantumazione di rocce, dovrà essere di forma poliedrica ben pulito ed esente da ogni traccia di argilla e sporco in genere.

#### Requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni riportate all'articolo precedente: *“Trattamento superficiale monostrato realizzato con emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati e graniglie di prima categoria”*

#### Additivi colorati per conglomerati bituminosi

Per la produzione di conglomerati bituminosi colorati l'additivo da usare sulla loro formazione, sarà ITERLENE 1301, esente da oli di catrame ed altro a garantire un perfetto equilibrio tra la plasticità e la colorazione che dovrà risultare del tutto omogenea. L'additivo dovrà essere aggiunto direttamente sul mescolatore dell'impianto di produzione subito dopo l'immissione del pigmento colorante.

Il dosaggio sarà del 4% in peso degli aggregati mentre la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 120-130° C.

L'additivo è composto da una miscela di polialchilati, oxo-alcoli ed esteri delle seguenti proprietà fisiche: densità a 15° C PARI A 0,820-0.880 gr/m<sup>3</sup>, punto di infiammabilità oltre i 120°C, viscosità a 20°C pari a 1,2-1,5 mPa\*s.

Il colorante sarà formato da ITEROXID 100% -S (ossido di ferro sintetico) per la perforazione di conglomerati bituminosi rossi.

Il dosaggio sarà del 5-6% del peso degli aggregati.

### 13.3 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

### 13.4 FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori.

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

### 13.5 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE



## Descrizione

I conglomerati bituminosi rigenerati in impianto fisso o mobile sono costituiti da misti granulari composti da conglomerati preesistenti frantumati, inerti nuovi, aggiunti in proporzioni e tipo variabili a seconda della natura di conglomerato (base, binder) che si deve ottenere, impastati a caldo con bitume, al quale viene aggiunto un idoneo prodotto di natura aromatica, che rigeneri le proprietà del legante contenuto nelle miscele bituminose preesistenti. La messa in opera avviene con sistemi tradizionali.

Il conglomerato bituminoso preesistente denominato «materiale da riciclare», proviene in genere dalla frantumazione, direttamente dalla sua primitiva posizione, con macchine fresatrici (preferibilmente a freddo).

Per i materiali descritti nel presente articolo, in carenza di indicazioni, valgono le prescrizioni per i conglomerati bituminosi.

## Materiali Inerti

Le percentuali del materiale da riutilizzare sono variabili in funzione del tipo di conglomerato da ottenere. Il restante materiale sarà costituito da nuovi inerti, aventi i requisiti di accettazione previsti per i conglomerati normali. Si potrà usare materiale fresato di qualsiasi provenienza, per impieghi nello strato di base; materiale proveniente da vecchi strati di binder ed usura, per impieghi nello strato di binder; nessun impiego per lo strato di usura.

## Legante

Il legante sarà costituito da quello presente nel materiale fresato integrato da bitume nuovo, generalmente additivato con rigeneranti-fluidificanti in modo da ottenere le viscosità e le caratteristiche di adesione prescritte nel punto che segue.

Il bitume fresco sarà normalmente del tipo di penetrazione 80/100, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

## Miscela

La granulometria della miscela costituita da materiale di risulta dalla fresatura e dai nuovi inerti dovrà corrispondere al fuso prescritto nelle specifiche norme tecniche per il tipo di conglomerato che si vuol realizzare (base o binder ).

La percentuale di bitume da aggiungere e la percentuale di rigenerante da utilizzare saranno determinate come appresso.

Percentuale totale di bitume (Pt) della miscela ottenuta (materiali fresati e materiali nuovi)

$$Pt=0,035 a+0,045 b+cd+f$$

essendo:

Pt = % (espressa come numero intero) di bitume in peso sul conglomerato.

a = % di aggregato trattenuto al N. 8 ; (ASTM 2,36 mm)..

b = % di aggregato passante al N. 8 e trattenuto al N. 200 (0,074).

c = % di aggregato passante al N. 200.

d = 0.15 per un passante al N. 200 compreso tra 11 e 15.

d = 0.18 per un passante al N. 200 compreso tra 6 e 10.

d =0.20 per un passante al N.200≤5.

f = parametro compreso normalmente fra 0.7 e 1, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

La percentuale rispetto al totale degli inerti, di legante nuovo da aggiungere (Pn) sarà pari a

$$Pn = Pt - (Pv \times Pr)$$

in cui:

Pv = % di bitume vecchio preesistente (rispetto al totale degli inerti).

Pr = valore decimale della percentuale di materiale riciclato

La natura del legante nuovo da aggiungere sarà determinata in base ai seguenti criteri:

La viscosità del legante totale a 60°C non dovrà superare 4000 poise, quindi, misurata la viscosità del legante estratto è possibile calcolare la viscosità (sempre a 60°C) che dovrà avere il legante da aggiungere usando il monogramma su scala semilogaritmica della figura seguente.

Indicando con A il punto le cui coordinate sono: il valore ottenuto di Pn/Pt ed il valore della viscosità di 4000 poise, l'intersezione della retta con l'asse verticale corrispondente al valore 100 dell'asse orizzontale, fornisce il valore C della viscosità del legante che deve essere aggiunto.

Qualora non sia possibile ottenere il valore C con bitumi puri, si dovrà ricorrere a miscele bitume-rigenerante. Si ricorda che la viscosità a 60°C di un bitume C.N.R. 80/100 è 2000 poise.

Per valutare la percentuale di rigenerante necessaria si dovrà costruire in un diagramma - viscosità percentuale di rigenerante rispetto al legante nuovo - una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate secondo i criteri precedenti, senza rigenerante.

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2000 poise, la percentuale di rigenerante necessaria.

La miscela di bitume nuovo o rigenerato nelle proporzioni così definite dovrà soddisfare particolari requisiti di adesione determinabili mediante la metodologia Vialit dei "Points et Chaussees"; i risultati della prova eseguita su tale miscela non dovranno essere inferiori a quelli ottenuti sul bitume nuovo senza rigenerante.

Il conglomerato dovrà avere gli stessi requisiti (in termini di valori Marshall e di vuoti) richiesti per i conglomerati tradizionali; ulteriori indicazioni per il progetto delle miscele potranno essere stabilite dalla D.L. utilizzando la prova di deformabilità viscoplastica carico costante (Norma C.N.R.). Il parametro J1 dovrà essere definito di volta in volta (a seconda del tipo di conglomerato), mentre lo Jp a 40°C viene fissato il limite superiore di  $20 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{da N.s.}$

Per Il controllo dei requisiti di accettazione valgono le prescrizioni relative dei conglomerati non rigenerati.

### 13.6 DRENAGGI CON FILTRO IN “GEOTESSILE”

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o sui drenaggi laterali delle pavimentazioni, i drenaggi potranno essere realizzati con filtro laterale in telo “geotessile” in poliestere o polipropilene. Il materiale da usare sarà analogo a quello descritto nell’Art. “Qualità e provenienza dei materiali”, punto y).

I vari elementi di “geotessile” dovranno essere cuciti tra loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione degli elementi dovrà essere di almeno cm. 50.

La parte inferiore dei “geotessili”, a contatto con il fondo del cavo di drenaggio e per un’altezza di almeno cm 20 sui fianchi, dovrà essere impregnata con bitume a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul supporto) in ragione di almeno 2 kg/m<sup>2</sup>. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del “geotessile” stesso o anche dopo la sua sistemazione in opera: Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di “geotessile” necessaria ad una doppia sovrapposizione della stessa sulla sommità del drenaggio (2 volte la larghezza del cavo).

Il cavo rivestito sarà successivamente riempito di materiale lapideo pulito e vagliato trattenuto al crivello 10 mm UNI, tondo o di frantumazione con pezzatura massima non eccedente i 70 mm. Il materiale dovrà ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il “geotessile” alle pareti dello scavo.

Terminato il riempimento si sovrapporrà il “geotessile” fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata.

Prove

Le prove riguarderanno: l'analisi granulometrica, la qualità e percentuale dei bitumi, la stabilità e rigidità Marshall, la percentuale dei vuoti, l'assorbimento acustico.

### 13.7 ASFALTI COLATI PER MARCIAPIEDI

Gli asfalti colati sono conglomerati asfaltatici da usare per la pavimentazione dei marciapiedi, con posa a caldo per semplice "colata".

In passato gli asfalti colati venivano ottenuti aggiungendo ad appositi mastici bituminosi (a loro volta preparati "in pani" con polveri di rocce asfaltiche), aggregato grosso e sabbia, oltre ad un quantitativo di legnate aggiuntivo, rispetto a quello contenuto nei mastici; il tutto in modo che l'impasto avesse, a caldo, fluidità sufficiente a permetterne la posa senza alcuna azione accessoria di costipamento.

I mastici bituminosi attuali, per difficoltà di reperimento di polveri di rocce asfaltiche, sono prodotti con aggregati calcarei, legati con bitume di origine naturale o proveniente da distillazione del petrolio, eventualmente modificato con polimeri.

L'Amministrazione Comunale ha facoltà di chiedere ghiaio tondo in luogo della graniglia di frantumazione.

E' ammessa la riutilizzazione del materiale di recupero, con una nuova fusione in caldaia, previo integrazione pari al 3% della massa totale di nuovo bitume, con penetrazione compresa tra 60 e 120, a seconda delle caratteristiche e dello stato del materiale di recupero.

Sono vietate, comunque, miscele composte di solo materiale di recupero.

#### Requisiti dei materiali inerti costituenti l'asfalto colato

Gli aggregati dovranno possedere tutte le caratteristiche fisiche e di resistenza meccanica previste per lo strato di usura.

Tabella: asfalto colato con mastici formati con polveri di rocce asfaltiche e/o asfalti naturali



Comune  
di Firenze

Materiale	% in massa
Mastice d'asfalto con 14-18 % di bitume	45 – 60
Graniglia o ghiaio (nei due assortimenti 3-5 e 5-10)	30 –50
Sabbia (0 –4)	0 –15
Bitume aggiunto (naturale o da distillazione) con penetrazione tra 30 e 50. La tipologia del bitume da aggiungere deve essere di volta in volta stabilita In base a quella del bitume contenuto nelle polveri	2 – 6
Aggregati	
Caratteristica Valore	Riferimento
Perdita in massa alla prova Los Angeles <18 % in massa	(CNR 34/73) EN 1097-2
Levigabilità accelerata (CLA) >0,43	CNR 140/92
Sensibilità al gelo <30	(CNR 80/80) EN 1367-1
Porosità <1,5%	CNR 65/78
Spogliamento in acqua a 40°C, con Eventuale impiego di “dope” d’adesione 0%	CNR 138/92
Indice di forma dei grani della miscela di inerti <25	CNR 95/84

### 13.8 PAVIMENTAZIONI IN ELEMENTI PRECONFEZIONATI

La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo o genere dovrà essere perfetta in modo da ottenere piani esatti. Nel collocamento in opera degli elementi saranno scrupolosamente osservate le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle sconnesse dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza.

I pavimenti si addenteranno per mm. 15 entro l'intonaco delle pareti dell'ambiente da pavimentare, tirato verticalmente sino al pavimento, evitando quindi ogni raccordo o guscio; questo, se prescritto, dovrà sopravanzare interamente sul pavimento e non da costituire ancoraggio.

I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti, lavorati e puliti senza macchie di sorta.

L'Impresa ha l'obbligo, durante il periodo di presa delle malte di allettamento dei pavimenti, di provvedere a sue spese alle opere provvisorie che si rendessero necessarie perché il transito, nei limiti strettamente indispensabili, possa svolgersi su andatore con parapetti, palancati o simili, e quando ciò non sia necessario, provvedere agli sbarramenti per impedire il transito abusivo.

In ogni caso ove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio – anche abusivo – di persone, o per qualsiasi altra causa, l'appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spesa al ripristino.

L'Appaltatore ha l'obbligo di presentare alla Direzione dei Lavori i campioni dei pavimenti che saranno prescritti. Tuttavia l'Amministrazione ha piena facoltà di provvedere alla fornitura del materiale di pavimentazione e l'Appaltatore ha l'obbligo di provvedere alla posa in opera al prezzo indicato nell'elenco ed eseguire il sottofondo giuste le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione stessa.

E' a carico dell'Appaltatore il maggiore impiego di malta o di cretonato per ottenere un piano di posa orizzontale e regolare qualora l'Appaltatore stesso avesse eseguito le strutture sottostanti in modo non rispondente a tale precisione.

In qualunque caso, prima della posa in opera del pavimento, delle stratificazioni di asfalto o simili, o dei sottofondi isolanti speciali di qualsiasi tipo, le lesioni eventualmente manifestatesi nel piano di posa saranno, a cura e spese dell'Impresa, riempite e stuccate con un beverone di calce o cemento.

### 13.9 PAVIMENTAZIONE DI SANPIETRINI

Nell'ambito del progetto si prevede l'utilizzo di pavimentazioni in cubetti di porfido; il materiale da utilizzare andrà scelto nell'ambito dei quattro tipi di cubetti di normale produzione.

La scelta del tipo sarà effettuata considerando:

- Intensità e natura del traffico;
- Destinazione e collocazione ambientale;
- Motivazioni architettoniche.

In linea generale le dimensioni dei cubetti da impiegare in un pavimento sono direttamente proporzionali all'intensità del traffico. La pavimentazione in cubetti di porfido dovrà poggiare su un sottofondo predisposto alle giuste quote e con le necessarie pendenze per lo smaltimento delle acque meteoriche.

La quota del sottofondo dovrà essere sagomata uniformemente a:

- cm. 8/10 per il cubetto 4/6;
- cm. 11/13 per il cubetto 6/8;
- cm. 13/15 per il cubetto 8/10;
- cm. 15/17 per il cubetto 10/12;

rispetto alla pavimentazione finita.

Dapprima si dovrà stendere sul precostituito sottofondo uno strato di sabbia, o di sabbia premiscelata a secco con cemento (kg. 10 per mq.)

I cubetti di porfido potranno essere posati ad "arco contrastante", a "ventaglio", a "cerchio", o a "coda di pavone".



I cubetti dovranno essere posti in opera perfettamente accostati gli uni agli altri in modo che i giunti risultino della larghezza massima di 1 cm.

Verrà, quindi, disposto uno strato di sabbia sufficiente a colmare le fughe dopo di che si provvederà alla bagnatura e alla contemporanea battitura con adeguato vibratore meccanico. Durante tale fase si procederà alla eventuale sostituzione di quei cubetti che si saranno rotti o deteriorati. Gli archi dovranno essere regolari e senza deformazioni. Le pendenze longitudinali o trasversali per lo smaltimento delle acque meteoriche dovranno essere al minimo dell'1,5 %. Indispensabile completamento di una pavimentazione in cubetti di porfido sarà la sigillatura dei giunti, che si potrà eseguire:

a) con semplice sabbia, per pavimentazioni pedonali: allo scopo di colmare i vani rimasti in corrispondenza dei giunti; tutta la superficie verrà ricoperta di sabbia vagliata, che si dovrà far scorrere e penetrare in tutte le fughe sino a completa chiusura.

b) con boiaccia cementizia per pavimentazioni carrabili: si prepara un "beverone" in parti uguali di sabbia fine, di cemento e di acqua che si dovrà stendere sul pavimento in modo da penetrare completamente in ogni giuntura. Si dovrà lasciare riposare tale boiaccia fino a che la stessa abbia iniziato il processo di presa e, con getto d'acqua a pioggia, si dovrà togliere la parte più grossa che ricopre la pavimentazione. Si dovrà, infine, procedere alla completa pulizia del pavimento.

### 13.10 PAVIMENTAZIONE DI BASOLE DI GRANITO

Nell'ambito della realizzazione delle pavimentazioni in centro storico dovranno essere utilizzate pavimentazioni in granito (possibilmente recuperate dalla demolizione della pavimentazione esistente) in basole, sia per aree carrabili che tramviarie che pedonali.

Potranno essere di sei tipi, secondo prescrizioni, con larghezza di 32 - 35 - 40 - 45 - 50 cm. e spessori di variabile in funzione della tipologia d'uso prevista tra un minimo di 6 cm (per le aree pedonali) ed un massimo di cm. 15 o 18 per le aree carrabili e/o tramviarie (larghezza x spessore essendo significativi per la designazione); corrispettivamente la lunghezza potrà essere di 48/65 cm., 52/70 cm., 57/75 cm., 60/80 cm., 67/90 cm. e 75/100 cm. (minimo/massimo).

Avranno inoltre la superficie di marcia lavorata a punta mezzana (se non diversamente prescritto), con spigoli vivi rifilati a scalpello per una larghezza di 2 cm.; quella laterale lavorata a scalpello limitatamente ad una fascia superiore di 8 cm. di altezza ed a semplice sbazzatura per la parte rimanente, in modo tale comunque che tra i bordi delle superfici di marcia dei due masselli adiacenti possa crearsi un giunto di larghezza non superiore ad 1 cm. Le facce laterali dovranno risultare a squadra per una altezza non inferiore alla metà dello spessore dei masselli; nella parte inferiore potranno invece presentare sottosquadri di valore non superiore a 2,5 cm.

- *Pavimenti di laterizi* – I pavimenti in laterizi sia con mattoni di piatto che di costa sia con pianelle, saranno formati distendendo sopra il piano di posa uno strato di malta fina sul quale i laterizi si disporranno poi a filari paralleli od a spina di pesce, od a diagonale, comprimendoli affinché la malta rifluisca nei giunti. Le sconnessure devono essere allineate, stuccate con cemento e la loro larghezza non deve superare mm. 3 per i mattoni e le pianelle non arrotate, e mm. 2 per quelli arrotati, e mm. 1 per quelli con lati rettificati.

- *Pavimenti in cubetti di porfido* – I pavimenti in cubetti di porfido dovranno essere posti in opera su sottostante massetto di fondazione ed assestati su di uno strato di sabbia e cemento anche a figure geometriche con battitura e sigillatura dei giunti.

- *Pavimenti in masselli di calcestruzzo vibrocompresso* – I pavimenti in masselli a doppio strato saranno a norma UNI 9065 e posti su di un riporto di circa cm 3~5 di sabbia, su sottofondo stabilizzato, e assestati con piastra vibrante. La sigillatura a finire dei punti tra i singoli masselli sarà costituita da sabbia fine completamente asciutta.

- *Pavimenti di mattonelle di grès comune e grès ceramico* – Le mattonelle dovranno essere poste in opera sul sottofondo previsto dal relativo articolo, ben livello e battuto, sul quale, appena eseguito, dovrà essere spolverato cemento assoluto del tipo 325, in ragione di kg 1,00 per mq. Le mattonelle previa immersione nell'acqua sino a rifiuto, saranno subito dopo la spolveratura, poste in opera e battute sino a che la malta di cemento rifluisca dalle sconnessure. Nel caso che

le sconnessure si presentassero non completamente chiuse, si dovrà provvedere alla loro stuccatura con beverone di cemento.

I pavimenti dovranno presentare le sconnessure inferiori ad un mm., e risultare perfettamente piani e puliti, privi di qualsiasi incrostazione di cemento, in modo da presentare il colore uniforme proprio originale.

### 13.11 BARRIERE ACUSTICHE

#### QUALITA' E CERTIFICAZIONE DEI MATERIALI CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA SPECIFICHE DI MESSA IN OPERA

Nella esecuzione dei lavori, l'Impresa dovrà attenersi alle prescrizioni che di seguito vengono riportate per le principali categorie di lavoro, nonché a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia.

Per tutte le categorie di lavori e quindi anche per quelle relativamente alle quali non si trovino, nelle presenti specifiche tecniche, prescritte speciali norme di esecuzione, l'Impresa dovrà attenersi ai migliori procedimenti prescritti dalla tecnica e dalla normativa vigente nonché agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione Lavori all'atto esecutivo.

Tutte le forniture ed i lavori in genere, principali ed accessori, previsti o eventuali, dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con materiali e magisteri appropriati e rispondenti alla specie di lavoro che si richiede ed alla loro destinazione.

#### 1.1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI – PROVE DEI MATERIALI – CERTIFICAZIONI

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

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

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute e i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa. Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

#### *1.1.1 Certificati di qualità*

Per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di prescritti dal presente atto, l'Impresa, prima dell'impiego, dovrà esibire al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i certificati rilasciati da un laboratorio ufficiale richiesti dal presente capitolato o che verranno eventualmente richiesti dal Direttore stesso. Tali certificati dovranno contenere i dati relativi alla provenienza ed alla individuazione dei singoli materiali o la loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o fornitura in rapporto ai dosaggi e composizioni proposte. Tali certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

#### *1.1.2 Prove dei materiali*

In relazione a quanto prescritto circa le qualità e caratteristiche dei materiali, e la loro accettazione, l'Impresa fornitrice sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei

materiali impiegati o da impiegare, attraverso il prelevamento e l'invio dei campioni ai laboratori ufficiali indicati dalla Stazione Appaltante, nonché a tutte le relative prove.

I dati delle prove o i campioni saranno prelevati in contraddittorio, anche presso gli stabilimenti di produzione, per cui l'Impresa si impegna a garantire l'accesso presso detti stabilimenti ed a fornire l'assistenza necessaria.

Di detti dati o campioni potrà essere ordinata la conservazione nell'Ufficio Compartimentale, previa apposizione di sigillo e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

#### *FASE DI ESECUZIONE: ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E MESSA IN OPERA*

##### *Accettazione*

La fase di accettazione fornisce la certificazione preventiva dei materiali e si compone di:

prove per certificare i materiali dal punto di vista fisico-chimico e meccanico

prove per certificare i materiali dal punto di vista acustico, costituite da tre prove:

- (a) prova di laboratorio in camera riverberante;
- (b) prova su barriera campione in campo aperto ed in condizioni normalizzate;
- (c) prova con metodo impulsivo.

##### *Messa in opera*

I controlli e le prove eseguite fase di messa in opera hanno invece lo scopo di garantire la corretta esecuzione delle opere e la loro rispondenza alle specifiche fissate nel progetto esecutivo.

#### *COLLAUDO TECNICO*

Nell'ambito delle attività di sua competenza, al collaudatore compete l'onere di verificare la rispondenza dell'opera intera e delle sue parti a quanto previsto dal progetto acustico e dalle sue eventuali modifiche.

#### *CONTROLLI DI QUALITÀ NELLE FASI DI MESSA IN OPERA*

Tutti i materiali impiegati debbono essere verificati in accordo a quanto specificato nell'ordine di acquisto e nella specifica tecnica del fornitore il quale dovrà essere qualificato e notificato alla D.L..

Al fornitore deve essere richiesto di effettuare, per ogni lotto di pannelli fornito, delle prove di collaudo secondo quanto specificato nei capitoli relativi alle specifiche di messa in opera, per verificare che lo stesso risponda alle caratteristiche progettuali e alle specifiche tecniche e normative richiamate nel Capitolato di Costruzione e nelle specifiche tecniche allegate all'ordine di acquisto.

L'esito delle verifiche deve essere riportato in una apposita relazione di collaudo, corredata di tutti i certificati di prova richiesti nella normativa e specifiche citate.

detta relazione deve essere consegnata alla D.L. almeno 15 giorni prima della posa in opera delle protezioni antifoniche, costituendo la stessa fase vincolante per il montaggio delle stesse. L'esito del controllo sulla relazione di collaudo deve essere annotato sul P.C.Q., così come le eventuali osservazioni della D.L. o le prove aggiuntive richieste dalla stessa.

Tutti i materiali dovranno pervenire in cantiere provvisti di certificazione di provenienza (fornitore). I controlli da effettuare in fase di posa in opera sono:

- controllo certificazioni di fornitura;
- verifica esistenza prescrizioni progettuali di montaggio idonee a rispettare le prescrizioni del Capitolato di Costruzione e delle specifiche tecniche;

- verifica della corretta installazione in accordo al progetto e alle modalità di posa in opera sopra richiamate, effettuata a spot sui pannelli installati in ogni giorno di lavoro;
  - controllo della corretta messa a terra della barriera protettiva: al termine di ogni lotto di barriera protettiva si dovranno effettuare delle prove di messa a terra in accordo alle prescrizioni della norma C.E.I. 9.6.
- Tutti i suddetti controlli debbono essere annotati sui relativi P.C.Q..

#### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

La certificazione sulle prove di controllo materiali di seguito descritte, da effettuarsi ad opera di un Istituto abilitato (riconosciuto da Ente Pubblico competente), sarà a carico del costruttore/fornitore.

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

#### *pannelli trasparenti*

Qualora particolari esigenze architettoniche o paesaggistiche lo suggeriscano, è possibile impiegare pannelli in materiali trasparenti: polimetilmetacrilato, policarbonato o vetro.

Le lastre dovranno essere della qualità e delle dimensioni richieste, di un solo pezzo, di spessore uniforme e prive di difetti, con facce piane perfettamente parallele. Dovranno essere in grado di resistere agli agenti atmosferici, all'acqua e ai vari componenti chimici usati per eventuali operazioni di pulizia. I pannelli dovranno essere intelaiati sui quattro lati.

Nella progettazione di barriere acustiche con pannelli trasparenti bisogna prestare particolare attenzione al minimizzare le riflessioni di luce potenzialmente pericolose per i conducenti dei veicoli in transito.

La trasparenza dei pannelli inoltre costituisce un pericolo per gli uccelli, che deve essere ridotto inserendo opportune sagome di rapaci locali.

#### *Pannelli in policarbonato*

I pannelli in policarbonato dovranno avere spessore minimo di 8 mm ed essere protetti su entrambe le superfici dai raggi UV. Il fattore di trasmissione totale (diretta + diffusa) dopo prova di invecchiamento accelerato (secondo ASTM G 26/93) per 4000 ore (2000 ore per faccia) non dovrà scendere al di sotto del 95% del valore iniziale (la prova va condotta secondo ASTM D1003-92).

Lo strato di protezione dagli UV deve essere omogeneo col substrato (identico coefficiente di dilatazione termica lineare) onde evitare fenomeni di deformazione o microfessurazioni dovuti a sollecitazioni meccaniche o termiche.

Particolare cura dovrà essere posta nell'attacco pannello–montante, per poter assorbire le dilatazioni termiche del materiale che raggiungono il valore di 1 cm/m.

La guarnizione, compatibile con il policarbonato, deve essere in EPDM della durezza di 70 shores e realizzata con profilo ad U che consenta sia di ammortizzare le sollecitazioni ed evitare la fuoriuscita dalla sede, sia di evitare la deformazione della lastra stessa. Per il fissaggio dei profili di contenimento della lastra potranno essere impiegati distanziali, in modo che la lastra conservi la sua planarità, evitando antiestetiche deformazioni dovute ad un cattivo fissaggio. La dimensione dell'incastro dovrà tenere conto delle dilatazioni termiche e delle deformazioni ai carichi del vento.

I pannelli in policarbonato dovranno rispondere inoltre alle caratteristiche tecniche sotto riportate:



Caratteristiche	Metodo prova ASTM	Esigenza minima
Densità minima	D792	1,1 g·cm-3
Resistenza a flessione	D790	100 MN·m-2
Resistenza a trazione minima	D638	65 MN·m-2
Resistenza minima all'urto Charpy con intaglio	D256	1,5 kJ·m-2
Temperatura di rammollimento VICAT minima	D1525	110°C
Coefficiente max di dilatazione termica lineare	D696	80·10-6 °C-1
Trasmissione della luce minima per lastre non colorate	D1003 Illuminante A	90%
Indice d'ingiallimento massimo dopo 1000 ore con lampada solare	D1925	2%

Le prove si riferiscono a lastre incolore dello spessore di 3 mm.

#### *Pannelli in polimetilmetacrilato (PMMA)*

I pannelli in polimetilmetacrilato devono essere di tipo colato o estruso con spessore minimo di 15 mm. Essi devono essere conformi, per quanto riguarda inclusioni e tolleranze di spessore, alla norma DIN 16957 e realizzati partendo da metacrilato puro; l'impiego di materiale rigenerato per la costruzione delle lastre non è ammesso.

La guarnizione, compatibile con il metacrilato, deve essere in EPDM della durezza di 70 shores e realizzata con profilo ad U che consenta sia di ammortizzare le sollecitazioni ed evitare la fuoriuscita dalla sede, sia di evitare la deformazione della lastra stessa. Per il fissaggio dei profili di contenimento della lastra potranno essere impiegati distanziali, in modo che la lastra conservi la sua planarità, evitando antiestetiche deformazioni dovute ad un cattivo fissaggio. La

dimensione dell'incastro dovrà tenere conto delle dilatazioni termiche e delle deformazioni ai carichi del vento.

I pannelli in PMMA dovranno inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche tecniche:

Caratteristiche	Metodo prova ASTM	Esigenza minima
Densità minima	D792	1,1 g·cm-3
Resistenza a flessione	D790	80 MN·m-2
Resistenza a trazione minima	D638	57 MN·m-2
Resistenza minima all'urto Charpy con intaglio	D256	70 kJ·m-2
Temperatura di rammollimento VICAT minima	D1525	140°C
Coefficiente max di dilatazione termica lineare	D696	80·10-6 °C-1
Trasmissione della luce minima per lastre non colorate	D1003 Illum. A	85%
Indice d'ingiallimento massimo dopo 1000 ore con lampada solare	D1925	6%

Le prove si riferiscono a lastre incolore dello spessore di 3 mm.

## MONTANTI

### Montanti metallici

I montanti metallici devono essere realizzati in acciaio con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo S275JR (Fe430B) in conformità alla UNI EN 10025/92 e zincati a caldo in conformità alla UNI EN 1461 per uno spessore non minore di 85 µm, previo ciclo di sabbiatura SA 2112 oppure trattamento di decapaggio chimico. Per assicurare una buona e

durovole aderenza del prodotto verniciante alla superficie zincata è richiesto inoltre l'applicazione di uno dei seguenti trattamenti della superficie, subito dopo la zincatura:

- ciclo completo di cataforesi
- ciclo completo di brugalizzazione
- lavaggio e sgrassaggio delle superfici zincate, seguiti da applicazione di uno strato di fondo a base di pittura epossidica al fosfato di Zn (spessore  $60 \div 80 \mu\text{m}$ ), quindi da uno strato di copertura a base di pittura poliuretanica (spessore  $60 \div 80 \mu\text{m}$ ).

La successiva verniciatura deve essere effettuata a polveri o a smalto e seguita da polimerizzazione a  $140^\circ$ .

Lo spessore minimo locale della protezione, compreso lo spessore della zincatura, deve essere di almeno  $180 \mu\text{m}$  in modo da realizzare una superficie esente da pori.

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

Il colore delle protezioni anticorrosive sarà comunicato preventivamente dal Committente. In caso di incendio i materiali impiegati non devono sviluppare gas tossici o fumi opachi. Le prove previste sul montante sono le seguenti:

- verifica della zincatura;
- misura degli spessori degli strati protettivi;
- controllo della rispondenza dei prodotti vernicianti alle caratteristiche dichiarate.

Sui profili costituenti i montanti che non risultino "prodotti qualificati" ai sensi dell'allegato 8 del DM 27/7/85 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche" devono essere effettuate tutte le prove meccaniche e chimiche previste dalle norme UNI in numero atto a fornire un'idonea conoscenza delle proprietà di ogni singolo lotto di fornitura e comunque almeno tre saggi per ogni 20 t di ogni singolo profilo.

Tutti i singoli valori sperimentali dovranno rispettare le prescrizioni di cui ai prospetti 2-I e 2-II del DM citato per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche e, alle tabelle UNI corrispondenti, per quanto riguarda le caratteristiche chimiche.

#### *PORTE DI ISPEZIONE E DI SICUREZZA*

Le porte di ispezione e di sicurezza devono essere poste ad una distanza non superiore a 300 m l'una dall'altra; la distanza è da considerarsi quale valore massimo e pertanto è lasciato al progettista il corretto distanziamento delle vie d'uscita in relazione al contesto ambientale, morfologico, ecc. in cui viene inserita la protezione acustica.

Le porte dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

- Larghezza libera:  $\geq 85$  cm.
- Altezza libera:  $\geq 190$  cm.

Le caratteristiche antifoniche delle porte devono corrispondere a quelle delle pareti. A tal fine le porte devono essere realizzate con un pannello dello stesso tipo di quelli utilizzati per le pareti, montato su opportuno telaio. Particolare attenzione dovrà essere posta nella realizzazione delle giunzioni tra parti fisse e parte mobile, facendo in modo che i coefficienti di assorbimento e di isolamento dell'intera parete non siano pregiudicati.

Le porte devono essere provviste di maniglione di apertura di tipo antipanico, apribile solo dall'interno; dall'esterno l'apertura deve essere possibile solo con apposita chiave in dotazione ai posti di manutenzione.

La segnalazione delle porte deve essere seguita secondo le norme per le uscite di sicurezza. Le porte devono essere facilmente apribili anche in caso di gelo. Le porte possono essere sostituite da interruzioni della barriera secondo le indicazioni del progettista.

#### *ACCESSORI*

*Sigillanti e guarnizioni*

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

Il fornitore dovrà specificare preventivamente le caratteristiche tecniche dei materiali utilizzati per i sigillanti e le guarnizioni specie per quanto riguarda la qualità dell'elemento elastico e la sua resistenza all'invecchiamento. Inoltre detti materiali dovranno rispettare le seguenti prescrizioni della norma DIN 53571:

Caratteristica	Esigenza minima
Allungamento alla rottura a + 20°C	Almeno 380%
Allungamento alla rottura a - 20°C	Almeno 350%
Resistenza alla rottura a + 20°C	Superiore a 10 N/mm <sup>2</sup>

Il profilo della guarnizione dovrà essere studiato in modo tale da evitare la fuoriuscita del pannello nel momento di maggiore sollecitazione e contemporaneamente ammortizzare le vibrazioni dello stesso.

Le guarnizioni da utilizzare con i pannelli in policarbonato o in metacrilato e dovranno essere realizzate con materiale compatibile con tali prodotti.

I sigillanti dovranno anch'essi essere compatibili col policarbonato o col metacrilato e non dovranno contenere acido acetico.

La D.L. avrà la facoltà di eseguire le prove che riterrà opportune per la verifica di tali caratteristiche.

#### *Accessori metallici*

Tutti gli elementi metallici non precedentemente contemplati (viti, dadi, rivetti, rondelle elastiche, distanziatori, tirafondi, ecc.) devono essere in acciaio inossidabile AISI 306 o AISI 430 o in acciaio zincato a caldo per immersione in accordo alle Norme UNI EN 10142/92, 10143/92, 10147/93, per uno spessore non inferiore a 60

µm (ad eccezione delle piastre di base per le quali vale quanto indicato per i montanti in acciaio zincato).

Nel caso di pannelli in lega leggera possono essere usati elementi metallici sia in acciaio inox che in alluminio. Per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche, valgono le seguenti prescrizioni:

- Tirafondi: il materiale dovrà avere caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo Fe37BkB della Norma UNI 7356/76.
- Piastre di base: saranno realizzate con acciaio con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo Fe 360B secondo la Norma UNI 7070.
- Bulloni: dovranno appartenere alla classe di resistenza 8.8 della UNI 3740 associata nel modo indicato nel prospetto 2 –III della CNR-UNI 10011/85.

CARATTERISTICHE ACUSTICHE: BARRIERE FONOASSORBENTI E CONTEMPORANEAMENTE FONOISOLANTI

#### *SPECIFICHE DI ACCETTAZIONE*

La fase di accettazione consiste nella certificazione preventiva dei materiali e per quanto riguarda le caratteristiche acustiche è distinta in due momenti: il primo riguardante le prove di laboratorio in camera riverberante, il secondo riguardante prove su campioni di barriera in campo aperto ed in condizioni normalizzate.

Le prove sono a carico del costruttore/fornitore che deve certificare l'efficacia acustica del manufatto facendo eseguire presso un Istituto abilitato (riconosciuto da Ente Pubblico competente) una serie di test che rispondano ai requisiti di accettazione fonici. I relativi certificati debbono essere accompagnati da una dichiarazione del Laboratorio che attesti che nell'ambito delle norme e prescrizioni relative siano state rispettate le metodologie standard di esecuzione.

Le prove di laboratorio hanno lo scopo di omologare preventivamente i materiali: la prova in camera riverberante consente di valutare le caratteristiche intrinseche dei materiali, mentre le prove in campo aperto sono necessarie per valutare l'efficacia delle barriere nel loro complesso.

*Prove di laboratorio in camera riverberante*

L'indice I di isolamento acustico deve essere superiore o uguale a 30 dB per i pannelli monoassorbenti e a 24 dB per quelli biassorbenti. Il suo valore sarà determinato secondo la norma ISO 140/3–1978 e la ISO 717/1–1982 e successivi aggiornamenti.

Le proprietà fonoassorbenti dei materiali saranno valutate mediante la determinazione del coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha$  secondo la norma ISO/R354-1985

I pannelli aventi la capacità di assorbire l'energia acustica incidente sono classificati in due categorie, da scegliersi in base alle condizioni di impiego:

- TIPO I: ad elevato potere fonoassorbente;
- TIPO II: a medio potere fonoassorbente.

Essi devono garantire, alle varie frequenze centrali di banda d'ottava, i seguenti valori minimi del coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha$ , in riferimento alla norma ISO/R 354–1985 e successivi aggiornamenti:

TIPO I: ad elevato potere fonoassorbente:

Frequenza (Hz)	Coefficiente $\alpha$
125	0.40
250	0.70
500	0.80
1000	0.80
2000	0.80
4000	0.75

TIPO II: a medio potere fonoassorbente:

Frequenza (Hz)	Coefficiente $\alpha$
125	0.35

250	0.40
500	0.50
1000	0.60
2000	0.55
4000	0.50

La Norma ISO 354–1985 se da una parte prevede che le misure siano effettuate in 1/3 di ottava, dall'altra fornisce, invece, le tabelle di confronto con dati in ottave: è chiaro che per il raffronto bisognerà mediare i tre valori dei tre terzi per ottenere il corrispondente valore in ottava.

Nel caso di elementi biassorbenti i campioni saranno provati separatamente sulle due facce.

#### *SPECIFICHE DI MESSA IN OPERA*

L'opera dovrà essere realizzata utilizzando esclusivamente materiali che abbiano superato il processo di accettazione indicato in precedenza. Tale rispondenza, così come il corretto assemblaggio dei singoli componenti della struttura, sarà verificata durante la fase di messa in opera a cura della Direzione Lavori.

La costruzione della barriera deve risultare acusticamente ermetica, in particolare in corrispondenza dei giunti di dilatazione, delle uscite di sicurezza, dei raccordi di manufatti, ecc. Questa proprietà deve essere assicurata mediante un corretto montaggio, senza lasciare quindi fessure o giochi fra pannello e pannello, fra pannelli e montanti e fra pannelli ed elementi di supporto di base. L'esecuzione delle opere dovrà rispettare i vincoli indicati sui disegni tipologici allegati.



La verifica acustica di corretta installazione si esegue secondo i criteri descritti nel capitolo 4.1.3 (prova con metodo impulsivo secondo la norma AFNOR S 31-089) sulla barriera dimensionata in fase di progetto.

La perdita locale di energia acustica per trasmissione, TLT rilevata in opera nelle bande d'ottava di 1000 e 2000

Hz deve risultare maggiore o uguale ai valori riscontrati nella prova AFNOR S 31-089 eseguita per la fase di accettazione, detratti di una tolleranza di 5 dB.

Questa prova sarà a carico del fornitore/installatore ed eseguita da un istituto riconosciuto idoneo dalle parti.

Sarà condotta sotto la responsabilità del direttore dei lavori che provvederà a farla eseguire a spot in vari punti con particolare attenzione a quelle zone con pezzi speciali (porte di ispezione, posti telefonici, ecc.).

I risultati di questa prova saranno confrontati con quelli ottenuti nella fase di prequalifica della barriera per rilevare le eventuali contraddizioni e/o situazioni anomale.

#### CARATTERISTICHE ACUSTICHE: BARRIERE FONOISOLANTI

##### *SPECIFICHE DI ACCETTAZIONE*

La fase di accettazione consiste nella certificazione preventiva dei materiali e per quanto riguarda le caratteristiche acustiche è distinta in due momenti: il primo riguardante le prove di laboratorio in camera riverberante; il secondo riguardante prove su campioni di barriera in campo aperto ed in condizioni normalizzate.

Le prove sono a carico del costruttore/fornitore che deve certificare l'efficacia acustica del manufatto facendo eseguire presso un Istituto abilitato (riconosciuto da Ente Pubblico competente) una serie di test che rispondano ai requisiti di accettazione fonici. I relativi certificati debbono essere accompagnati da una dichiarazione del Laboratorio che attesti che

nell'ambito delle norme e prescrizioni relative siano state rispettate le metodologie standard di esecuzione.

Le prove di laboratorio hanno lo scopo di omologare preventivamente i materiali: la prova in camera riverberante consente di valutare le caratteristiche intrinseche dei materiali, mentre le prove in campo aperto sono necessarie per valutare l'efficacia delle barriere nel loro complesso.

#### *Prove di laboratorio in camera riverberante*

L'indice  $I$  di isolamento acustico deve essere superiore o uguale a 30 dB. Il suo valore sarà determinato secondo la norma ISO 140/3–1978 e la ISO 717/1–1982 e successivi aggiornamenti.

#### *Prova di attenuazione in campo libero su barriera normalizzata (misura di "insertion loss")*

Al fine di valutare il comportamento della barriera dal punto di vista acustico dovrà essere eseguita una prova di attenuazione in campo libero in una configurazione standard con sorgente puntiforme, rispettando la metodologia indicata in seguito.

La prova va eseguita in una zona con superficie piana il più possibile riflettente (ad esempio battuto di cemento, asfalto non drenante o simili), privo di ostacoli acustici nel raggio di almeno 50 m dalla barriera, dalle sorgenti e dai punti di misura; su autorizzazione del Committente potrà essere effettuata in un prato piano con erba o vegetazione di altezza non superiore a 5 cm.

La velocità del vento nella zona di prova deve essere inferiore a  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . La barriera utilizzata per le prove, realizzata con i pannelli inseriti negli appositi montanti ed ogni altro elemento costitutivo disposto come previsto per i normali impieghi, deve avere un'altezza di 3 m ed una lunghezza di 18 m.

I pannelli della fila inferiore devono essere posati su un letto di sabbia o sul terreno vegetale livellato al fine di assicurare la necessaria ermeticità acustica nella zona di appoggio.

Le misure devono essere condotte in banda d'ottava nel campo 125 ÷ 4000 Hz con un fonometro integratore con tempo di integrazione di almeno 10 s per ogni banda di ottava, ovvero un analizzatore in tempo reale con tempo di integrazione di almeno 30 s. E' inoltre richiesta la misura globale utilizzando il filtro di ponderazione A con tempo di integrazione di almeno 10 s.

La sorgente di rumore sarà costituita da un altoparlante con diametro inferiore o uguale a 15 cm. Le caratteristiche di direzionalità della sorgente sonora dovranno essere misurate in loco e riportate nel certificato di prova.

Le misurazioni effettuate nella prova, sia per quanto riguarda il livello totale che i livelli per le singole bande di frequenza, saranno ritenute valide solo se il livello misurato è superiore di almeno 10 dB al valore del rumore di fondo misurato nello stesso punto.

L'attenuazione sonora in campo libero è calcolata, per ognuna delle bande d'ottava e per il valore globale ponderato A, con la formula:

$$\Delta L = L_{p0} - L_p$$

dove:

$L_{p0}$  = livello di pressione sonora nella posizione di misura in assenza di barriera;

$L_p$  = livello di pressione sonora nella posizione di misura in presenza di barriera.

L'attenuazione della barriera in corrispondenza dei punti di misura dovrà essere di almeno: 22 dB(A) a 3 m, 18 dB(A) a 10 m e di 16 dB (A) a 25 m, sia per il rumore bianco sia per quello rosa.

Per tali valori di attenuazione è ammessa una tolleranza massima di 4 dB(A).

Ai fini della misura le letture saranno valide solo se superiori di almeno 10 dB al valore del rumore di fondo misurato in quel punto per ciascuna banda di frequenza. Inoltre, durante le

misurazioni, dovrà essere garantita l'assenza di altre fonti di rumore significative che potrebbero incidere sul rumore di fondo stesso.

Nel caso in cui la sorgente sonora sia costituita da più altoparlanti, essi dovranno avere il loro asse alla stessa altezza e il diametro dell'altoparlante maggiore non dovrà essere superiore a 0.15 m. Le curve di direttività degli altoparlanti alle varie frequenze dovranno essere misurate in loco e riportate nel verbale di misura. La sorgente dovrà essere il più possibile omnidirezionale o avere almeno una simmetria rotazionale intorno al proprio asse orizzontale rivolto verso la barriera.

Tutta la strumentazione dovrà rispondere alle caratteristiche previste dalla IEC 804 per i fonometri integratori. I filtri di banda d'ottava dovranno essere in accordo con la IEC 225. Il microfono di misura dovrà avere il diametro non maggiore di ½ pollice ed essere del tipo per campo libero.

Il valore dell'attenuazione sonora dovrà essere presentato in forma tabellare e grafica, rappresentando l'andamento del livello sonoro in funzione della frequenza.

#### *SPECIFICHE DI MESSA IN OPERA*

L'opera dovrà essere realizzata utilizzando esclusivamente materiali che abbiano superato il processo di accettazione indicato in precedenza. Tale rispondenza, così come il corretto assemblaggio dei singoli componenti della struttura, sarà verificata durante la fase di messa in opera a cura della Direzione Lavori.

La costruzione della barriera deve risultare acusticamente ermetica, in particolare in corrispondenza dei giunti di dilatazione, delle uscite di sicurezza, dei raccordi di manufatti, ecc. Questa proprietà deve essere assicurata mediante un corretto montaggio, senza lasciare quindi fessure o giochi fra pannello e pannello, fra pannelli e montanti e fra pannelli ed elementi di supporto di base. L'esecuzione delle opere dovrà rispettare i vincoli indicati sui disegni tipologici allegati.

La verifica acustica di corretta installazione si esegue secondo i criteri descritti nel capitolo 4.1.3 (prova con metodo impulsivo secondo la norma AFNOR S 31-089) sulla barriera dimensionata in fase di progetto.

La perdita locale di energia acustica per trasmissione, TLT rilevata in opera nelle bande d'ottava di 1000 e 2000

Hz deve risultare maggiore o uguale ai valori riscontrati nella prova AFNOR S 31-089 eseguita per la fase di accettazione, detratti di una tolleranza di 5 dB.

Questa prova sarà a carico del fornitore/installatore ed eseguita da un istituto riconosciuto idoneo dalle parti.

Sarà condotta sotto la responsabilità del direttore dei lavori che provvederà a farla eseguire a spot in vari punti con particolare attenzione a quelle zone con pezzi speciali (porte di ispezione, posti telefonici, ecc.).

I risultati di questa prova saranno confrontati con quelli ottenuti nella fase di prequalifica della barriera per rilevare le eventuali contraddizioni e/o situazioni anomale.

#### *CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE BARRIERE ARTIFICIALI*

##### *Geometria delle barriere*

La geometria degli schermi acustici sarà indicata negli elaborati grafici di progetto, redatti secondo gli schemi tipologici allegati, che dovranno essere sottoposti all'approvazione del Committente.

In caso di montaggio scalettato, la distanza da terra del bordo superiore dei pannelli deve essere ovunque non inferiore a quella ottimale prevista per l'attenuazione richiesta.

Le barriere saranno poste ad una distanza dal ciglio stradale così come indicato nei disegni tipologici e tale da consentire un agevole uso delle infrastrutture stradali e da ottimizzare l'abbattimento di energia sonora.

### *Particolarità costruttive delle barriere*

I materiali costituenti le barriere devono essere forniti nei colori che saranno indicati dal progettista. Fra i montanti e i pannelli e tra pannello e pannello devono essere previste guarnizioni acusticamente ermetiche da descrivere negli elaborati di progetto mentre tra pannelli e fondazioni in calcestruzzo devono essere previsti elementi sigillanti.

Tutta la barriera deve essere costruita in modo da evitare in ogni punto il ristagno dell'acqua. In particolare per i pannelli composti l'acqua deve fuoriuscire facilmente dai singoli pannelli e non ristagnare sia fra pannello e pannello sia tra pannello inferiore della parete e superficie di appoggio.

Le soluzioni costruttive devono consentire la rimozione senza che occorra la demolizione della relativa fondazione. I getti di bloccaggio dovranno essere effettuati con idonee malte cementizie di tipo reoplastico. Il materiale fonoassorbente deve essere assicurato in modo tale da evitarne spostamenti e piegature e deve essere protetto in modo che non possa impregnarsi d'acqua e non possa essere facilmente danneggiato. Dovranno essere previsti dei dispositivi atti a impedire l'asportazione dei pannelli.

### *Barriere su rilevato e trincea*

I vincoli obbligatori quali: interasse dei montanti, tipologia di fondazione, pannelli e parti speciali, saranno indicati sui disegni tipologici.

### *Protezione elettrica*

I montanti metallici vanno ancorati al basamento di calcestruzzo proteggendone la parte immersa e, per almeno

10 cm, anche la parte che fuoriesce dal basamento mediante un opportuno mezzo isolante in modo da ostacolare il passaggio di correnti vaganti tra terra e barriera.

I singoli pannelli ed i montanti metallici devono essere collegati attraverso un cavo in rame di opportune dimensioni che corre lungo tutta la barriera.

Per le modalità di messa a terra e per il dimensionamento del suddetto cavo si dovrà fare riferimento alla Norma

CEI 9.6 vigente.

Se la barriera viene posta in opera su un viadotto in c.a. la continuità metallica sia della barriera che del cavo in rame deve essere interrotta in corrispondenza dei giunti di dilatazione delle travate del viadotto ed il cavo dovrà essere collegato elettricamente all'armatura metallica del cemento armato in un solo punto per ogni travata.

#### *Caratteristiche di resistenza al fuoco*

Tutte le barriere devono garantire il seguente grado di resistenza al fuoco secondo la circolare n° 91 del Ministero dell'Interno e il D.M. 30/11/83: Esigenza minima: classe REI 30.

#### MANUTENZIONE

Le scelte costruttive devono consentire di minimizzare gli interventi di manutenzione.

E' inoltre richiesto di fornire una relazione sulle norme di manutenzione a cui l'opera dovrà essere assoggettata per un periodo di almeno 10 anni. Nel corso del primo anno di esercizio non deve essere necessario alcun lavoro manutenzione se non dovuto a cause accidentali.

Il ciclo di manutenzione previsto, così come l'eventuale sostituzione di pannelli danneggiati da incidenti o atti vandalici, devono poter essere effettuati con mezzi semplici senza pregiudicare la statica della struttura, il traffico stradale e senza causare danni a persone o cose.

Una relazione dovrà esporre in forma chiara e schematica le operazioni di manutenzione previste nonché le operazioni occorrenti per la sostituzione facile e rapida dei pannelli o di altri componenti della barriera.

L'Impresa potrà essere chiamata a fornire materiali di riserva per sostituire elementi danneggiati anche dopo il collaudo dei lavori eseguiti; pertanto l'Impresa stessa si impegna a fornire, per un congruo numero di anni, elementi del tutto uguali a quelli messi in opera.

### 13.12 GIUNTI DI DILATAZIONE

A seconda della luce degli elementi strutturali soggetti a dilatazione, verranno impiegati particolari dispositivi intesi ad assicurare la protezione dei giunti all'uopo predisposti e tali da garantire la perfetta impermeabilità della struttura ed impedire il passaggio delle acque al di sotto della soletta. L'Impresa sarà tenuta a fornire, insieme col progetto esecutivo dell'opera d'arte all'esame della Direzione dei Lavori, i dati tecnici occorrenti per determinare le caratteristiche del giunto. Tali dati dovranno risultare tenendo conto del calcolo delle deformazioni previste per la struttura, delle deformazioni viscosi, del ritiro dei calcestruzzi, delle variazioni termiche, dei carichi accidentali, ecc.

I giunti dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 4 maggio 1990 «Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali» e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 34233 del 25/2/1991.

Qualora la Direzione dei Lavori ritenga, a suo insindacabile giudizio, di consentire il traffico di cantiere o di esercizio, sugli impalcati prima del completamento dei giunti, l'Impresa dovrà provvedere alla sistemazione provvisoria degli stessi, con getti di malta bastarda, con piastre di protezione e con quant'altro ordinato dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le suddette predisposizioni dovranno essere verificate dalla Direzione dei Lavori, che avrà facoltà di prescrivere la rettifica e l'adattamento.



L'Impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavori, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto oltre che per tutte le predisposizioni sopra indicate.

Tutti gli oneri relativi alle operazioni sopra dette sono compresi e compensati nei corrispondenti prezzi di Elenco.

### 13.13 MANUFATTI TUBOLARI IN LAMIERA DI ACCIAIO ONDULATA E ZINCATA

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi, aventi struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda normale alla generatrice.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHO M 167-70 e AASHO M 3 6-70 e dovrà avere un contenuto in rame non inferiore allo 0,20%, e non superiore allo 0,40%, spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza U.N.I. (Norme U.N.I. 3143), con carico unitario di rottura non minore di 340 N/mm<sup>2</sup> e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento, in quantità non inferiore a 305 g/m<sup>2</sup> per faccia.

La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati, adottando uno dei metodi della Scienza delle Costruzioni (anello compresso, stabilità all'equilibrio elastico, lavori virtuali) sempre però con coefficiente di sicurezza non inferiore a 4.

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfiture, parti non zincate, ecc. Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi, si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento realizzato con adeguato mastice bituminoso o asfaltico, avente uno spessore minimo di mm 1,5 inserito sulla cresta delle ondulazioni e dovrà corrispondere ad un peso unitario di 1,5 Kg/mq per faccia

applicato a spruzzo od a pennello, ovvero con bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo, negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

La Direzione dei Lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate ed effettuare, presso lo stabilimento di produzione, le prove chimiche e meccaniche per accertare la qualità e lo spessore del materiale; tale controllo potrà essere fatto in una qualunque delle fasi di fabbricazione senza peraltro intralciare il normale andamento della produzione.

Il controllo del peso di rivestimento di zinco sarà effettuato secondo le norme indicate dalle specifiche ASTM A 90-5 3. Il controllo della centratura della zincatura sarà eseguito immergendo i campioni in una soluzione di  $\text{CuSO}_4$  nella misura di g 36 ogni g 100 di acqua distillata (come previsto delle tabelle U.N.I. 1475, 1476, 4007). Essi dovranno resistere alla immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame.

La Direzione dei Lavori si riserva inoltre, per ogni fornitura di condotte ondulate in acciaio, di far eseguire apposite analisi, presso un Laboratorio ufficiale, su campioni prelevati in contraddittorio con l'Impresa, per accertare la presenza del rame nell'acciaio nelle prescritte quantità.

Analoghe analisi potranno essere fatte eseguire per l'accertamento del peso del rivestimento di zinco e della relativa centratura.

L'Impresa dovrà comunque, per ogni fornitura effettuata, presentare alla Direzione dei Lavori una valida certificazione rilasciata dal produttore o dal fornitore del materiale attestante la sua esatta composizione chimica e le sue caratteristiche fisiche.

Il controllo dello spessore verrà fatto sistematicamente ed avrà esito positivo se gli spessori misurati in più punti del manufatto rientrano nei limiti delle tolleranze prescritte.

Nel caso gli accertamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti, saranno presi in esame altri 2 elementi; se l'accertamento di questi 2 elementi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita. Se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita.

I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del  $\pm 5\%$ .

A titolo orientativo vengono qui di seguito riportati i dati relativi ai tipi commercialmente in uso, non escludendosi la possibilità di adottare, ferme restando la qualità dell'acciaio e le prescrizioni relative alla zincatura, tipi aventi caratteristiche geometriche similari, rispondenti a tutti i requisiti di stabilità che dovranno risultare da verifiche statiche, estese a tutti gli elementi strutturali, tenendo conto dei carichi esterni applicati e con l'adozione dei metodi della Scienza delle Costruzioni.

Le strutture impiegate saranno dei seguenti tipi:

Ad elementi incastrati per tombini

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 67,7 (pollici 2 e 2/3) e la profondità di mm 12,7 (1/2 pollice); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di m 0,61 (2 piedi).

Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni cilindriche ondulate, curvate al diametro prescritto; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad "incastro", il bordo del diritto dell'altro elemento.

Nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari dovranno essere sfalsate, facendo sì che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori corrispondenti.

Gli appositi elementi verranno legati fra loro, in senso longitudinale, mediante appositi ganci in acciaio zincato:

Le forme impiegabili, nel tipo ad elementi incastrati, saranno: la circolare con diametro variabile da m 0,30 a m 1,50 e che potrà essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5 % in rapporto al diametro e la policentrica, anche ribassata, con luce minima di m 0,40 e luce massima di m 1,75.

A piastre multiple per tombini e sottopassi

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 152,4 (pollici 6) e la profondità di mm 50,8 (pollici 2). Il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di mm 28,6 (pollici 1 e 1/8).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di in 0,61.

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a 3/4 di pollice ed appartenere alla classe G8 (Norme UNI 3740).

Le teste di bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle. Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno circolari, con diametro compreso da in 1,50 a m 6,40 e potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da in 1,80 a in 6,50; ad arco con luce variabile da in 1,80 a in 9,00; policentriche (per sottopassi) con luce variabile da in 2,20 a in 7,00.

Peraltro, in base e conformemente all'uso americano, per conseguire una riduzione di peso e quindi una economia per l'Amministrazione, sarà opportuno ammettere la lunghezza delle piastre comprese tra 1,75 e 2,50 in pur non essendo tali misure multipli esatti di 0,61 come avanti detto.

Infine la coppia dinamometrica di serraggio per i bulloni dovrà, al termine del serraggio stesso, risultare tra 18 e 27.

Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente) un vano opportunamente profilato e accuratamente compattato, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm) avente spessore di almeno 30 cm.

Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici, o con pestelli a mano nei punti ove i primi non sono impiegabili.

Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 cm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a «contatto» della struttura metallica. Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati.

#### Tubi perforati per drenaggi

I tubi per drenaggio avranno struttura portante costituita da lamiera d'acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda rappresenti una linea simile ad una sinusoidale.

L'acciaio della lamiera ondulata, dello spessore minimo di mm 1,2 — con tolleranza UNI (Norme UNI 2634) — dovrà avere carico unitario di rottura non inferiore a 340 N/mm<sup>2</sup> e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo le Norme UNI 5744-66 e 5745-75 con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato.

Di norma l'ampiezza dell'onda sarà di mm 38 (pollici 1, 1/2) ed una profondità di mm 6,35 (1/4 di pollice).

Sulle condotte saranno praticati dei fori del diametro di 0,9 cm (tolleranza 0,1 cm) che saranno distribuiti in serie longitudinale con interasse di 38 mm, tutti disposti in un quarto di tubo. I singoli tronchi, di lunghezza non superiore a 9 m, saranno uniti tra loro mediante fasce di giunzione da fissare con bulloni.

---

## 14. SISTEMAZIONE AREE A VERDE

---

### 14.1 SISTEMAZIONE CON TERRENO COLTIVO DELLE AIUOLE

Le aiuole, sia costituenti spartitraffico, che le aiuole in genere, verranno sistemate con una coltre vegetale, fino alla profondità prescritta e previa completa ripulitura da tutto il materiale non idoneo. Il terreno vegetale di riempimento dovrà avere caratteristiche fisiche e chimiche tali da garantire un sicuro attecchimento e sviluppo di colture erbacee od arbustive permanenti, come pure lo sviluppo di piante a portamento arboreo a funzione estetica.

In particolare il terreno dovrà risultare di reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto, privo di ciottoli, detriti, radici, erbe infestanti, ecc.

Il terreno sarà sagomato secondo i disegni e dovrà essere mantenuto sgombero dalla vegetazione spontanea infestante, come pure non dovrà venire seminato con miscugli di erbe da prato. L'operazione di sgombero della vegetazione spontanea potrà essere effettuata anche mediante l'impiego di diserbanti chimici, purché vengano evitati danni alle colture adiacenti o a materiali di pertinenza della sede stradale, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori.

Il terreno per la sistemazione delle aiuole potrà provenire da scavo di scorticamento per la formazione del piano di posa ovvero, in difetto di questo, da idonea cava di prestito.

### 14.2 LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE

L'Impresa dovrà eseguire, con terreno agrario, le eventuali riprese di erosioni che possano verificarsi prima degli impianti a verde.

L'Impresa non potrà modificare i piani inclinati degli scavi e dei rilevati che, anche dopo il rivestimento del manto vegetale, dovranno risultare perfettamente regolari e privi di buche,

pedate od altro, compiendo a sua cura e spese, durante l'esecuzione dei lavori, e fino al collaudo, le riprese occorrenti per ottenere, nelle scarpate, una perfetta sistemazione.

In particolare si prescrive che nell'esecuzione dei lavori di impianto, l'Impresa debba procedere in modo da non danneggiare i cigli del rilevato, mantenendo le scarpate con l'inclinazione posseduta ed evitando qualsiasi alterazione, anche prodotta dal pedinamento degli operai.

Sulle scarpate di rilevato, la lavorazione del terreno, dovrà avere il carattere di vera e propria epicuratura, eseguita però non in profondità, in modo da non compromettere la stabilità delle scarpate.

In pratica l'Impresa avrà cura di far lavorare il terreno a zappa, spianando eventuali leggere solcature, anche con l'eventuale riporto di terra vegetale, sì da rendere le superfici di impianto perfettamente profilate.

L'epoca di esecuzione dell'operazione è in relazione all'andamento climatico ed alla natura del terreno.

Con le operazioni di preparazione agraria del terreno, l'Impresa dovrà provvedere anche alla esecuzione di tutte le opere che si ritenessero necessarie per il regolare smaltimento delle acque di pioggia, come cabalette in zolle, incigliature, od altro, per evitare il franamento di eventuali scarpate o anche solo lo smottamento e la solcatura di esse.

Durante i lavori di preparazione del terreno, l'Impresa avrà cura di eliminare, dalle aree destinate agli impianti, tutti i ciottoli ed i materiali estranei che con le lavorazioni verranno portati in superficie.

### 14.3 PIANTUMAZIONI

Per la piantagione delle talee, o degli alberi, l'Impresa è libera di effettuare l'operazione in qualsiasi periodo, entro il tempo previsto per l'ultimazione, che ritenga più opportuno per

l'attecchimento, restando comunque a suo carico la sostituzione delle fallanze o delle piante che per qualsiasi ragione non avessero attecchito.

Tutta via ove l'esecuzione dei lavori di pavimentazione della strada lo consigli, la Direzione dei Lavori potrà ordinare che l'impianto venga eseguito in tempi successivi, ritardando la messa a dimora delle piante.

L'impianto delle erbacee potrà essere fatto con l'impiego di qualsiasi macchina oppure anche con il semplice piolo.

Per l'impianto delle specie a portamento arbustivo, l'Impresa avrà invece cura di effettuare l'impianto in buche preventivamente preparate con le dimensioni più ampie possibili, tali da poter garantire, oltre ad un più certo attecchimento, anche un successivo sviluppo regolare e più rapido.

Prima della messa dimora delle piantine a radice nuda, l'Impresa avrà cura di regolare l'apparato radicale, rinfrescando il taglio delle radici ed eliminando le ramificazioni che si presentassero appassite, perite od eccessivamente sviluppate, impiegando forbici a doppio taglio ben affilate. Sarà inoltre cura dell'Impresa di adottare la pratica dell'"imbozzinatura" dell'apparato radicale, impiegando un miscuglio di terra argillosa e letame bovino debitamente diluito in acqua.

L'operazione di riempimento della buca dovrà essere fatta in modo tale da non danneggiare le giovani piante e, ad operazione ultimata, il terreno attorno alla pianta non dovrà mai formare cumulo; si effettuerà invece una specie di svaso allo scopo di favorire la raccolta e la infiltrazione delle acque di pioggia.

L'impresa avrà cura di approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato, in maniera da evitare fermentazioni e disseccamenti durante il trasporto. In ogni caso le piantine o talee disposte negli imballaggi, qualunque essi siano, ceste, casse, involucri di ramaglie, iute, ecc., dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessari al buon attecchimento, quindi dovranno risultare bene avvolte e protette da muschio, o da altro



materiale, che consenta la traspirazione e respirazione, e non eccessivamente stipate e compresse.

Nell'eventualità che per avverse condizioni climatiche le piante, approvvigionate a piè d'opera, non possano essere poste a dimora in breve tempo, l'Impresa avrà cura di liberare il materiale vivaistico ponendolo in opportune tagliole, o di provvedere ai necessari annacquamenti, evitando sempre che si verifichi la pregermogliazione delle talee o piantine.

In tale eventualità le talee, o piantine, dovranno essere escluse dal piantamento.

#### Alberature

Per la messa a dimora di alberi in aiuole stradali, l'Impresa dovrà predisporre in vivaio gli esemplari per la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori.

Le piante scelte, segnate con appropriati sistemi di individuazione, verranno di seguito trasportate in cantiere per la piantumazione.

L'impianto di ogni esemplare comprenderà tutte le operazioni occorrenti dalla scelta al trasporto, scavo della buca e trasporto a scarica autorizzata del materiale di risulta se non idoneo, l'apporto di terra vegetale intorno all'apparato radicale, il costipamento e la formazione di conca di raccolta delle acque di superficie, la fornitura e la posa in opera di pali tutori in legno trattato e relative legature, la posa in opera di tubo idoneo interrato per irrigazione profonda, concimazioni, ecc. fino ad attecchimento avvenuto.

## 15. SEGNALETICA STRADALE

### 15.1 SEGNALETICA STRADALE VERTICALE

Tutti i segnali devono essere rispondenti ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16 Dicembre 1992 n.495 e successive modifiche di cui al D.P.R. n.610 del 16/9/96, alle Norme Tecniche

emanate con D.M. 9/1/96 ed in ogni caso alle norme in vigore al momento dell'esecuzione dei lavori.

Tutti i segnali circolari, triangolari, targhe, frecce, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità della Ditta aggiudicataria, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 Km/ora.

A tergo di ogni segnale dovranno essere indicati, a cura e spese del fornitore, una serie di iscrizioni che, globalmente, in conformità di quanto disposto al punto 7 dell'art.77 del D.P.R. N.495 del 16/12/1992, non dovranno occupare una superficie maggiore di cm<sup>2</sup> 200:

- la scritta "Comune Di Firenze"
- il marchio della ditta che ha fabbricato il segnale
- l'anno di fabbricazione
- estremi relativi al rilascio della certificazione di conformità del prodotto finito ai sensi della circolare 3652 del 17.06.1998
- gli estremi dell'ordinanza di apposizione della Amministrazione Comunale, ove previsto.

#### A) Pellicole

L'impresa aggiudicataria dell'appalto, dovrà utilizzare materiali con caratteristiche non inferiori a quanto prescritto nel Disciplinare Tecnico sulla modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali approvato con D.M. LL.PP. 31/3/1995 e, comunque, attenersi alle specifiche riportate nel C.S.A..

#### Accertamento dei livelli di qualità

I certificati delle caratteristiche delle pellicole retroriflettenti dovranno essere rilasciati esclusivamente da laboratori previsti dal suddetto D.M. 31/03/1995.

Su richiesta della Direzione Lavori l'impresa dovrà attenersi a rispettare ulteriori specifiche tecniche previste nel C.S.A.

I produttori delle pellicole retroriflettenti devono tenere a disposizione di qualsiasi ente interessato i certificati di conformità delle stesse rilasciati da uno dei laboratori sopra indicati.

La certificazione, la cui data di rilascio non deve essere anteriore di oltre cinque anni, deve essere presentata nella sua stesura integrale; in essa tutte le prove devono essere chiaramente e dettagliatamente specificate e deve essere dichiarato che le singole prove sono state eseguite per l'intero ciclo sui medesimi campioni.

Il certificato di conformità dovrà essere riferito, oltre alle pellicole retroriflettenti colorate in origine, alle stesse pellicole serigrafate in tutte le combinazioni dei colori standard previste dal regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada.

Il tipo di inchiostro utilizzato dovrà essere inoltre esplicitamente dichiarato.

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha la facoltà di accertare in qualsiasi momento che le pellicole retroriflettenti corrispondano alle certificazioni di conformità presentate dal produttore delle pellicole.

Ove dagli accertamenti effettuati dovessero risultare valori inferiori ai minimi prescritti o prove tecnologiche non superate, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti provvederà a darne comunicazione a tutti gli enti interessati.

#### Definizioni

##### *- Pellicola di classe 1*

A normale risposta luminosa con durata di 7 anni. La pellicola nuova deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa ( $R'$ ) rispondente ai valori minimi prescritti nella tabella II del paragrafo 3.2.1 del D.M. 31/03/1995. e deve mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle medio condizioni ambientali d'uso.

Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche di cui alla tabella I del paragrafo 3.1.1 del D.M. 31/03/1995.

Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni.

Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 1.

#### *-Pellicola di classe 2*

Ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni. La pellicola deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa rispondente ai valori minimi prescritti nella tab. III del paragrafo 3.2.1 del D.M. 31/03/1995 e deve mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione all'esterno nelle medio condizioni ambientali d'uso.

Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche di cui alla tabella I del paragrafo 3.1.1 del D.M. 31/03/1995.

Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni.

Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 2.

#### *-Pellicole stampate*

Gli inchiostri trasparenti e coprenti utilizzati per la stampa serigrafica delle pellicole retroriflettenti devono presentare la stessa resistenza agli agenti atmosferici delle pellicole.

Le Ditte costruttrici dei segnali dovranno garantire la conformità della stampa serigrafica alle prescrizioni della ditta produttrice della pellicola retroriflettente.

I colori stampati sulle pellicole di classe 1 e di classe 2 devono mantenere le stesse caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste rispettivamente ai paragrafi 3.1.1 e 3.2.1 del D.M. 31/03/1995.

#### Individuazione delle pellicole retroriflettenti

I produttori delle pellicole retroriflettenti, rispondenti ai requisiti di cui al presente disciplinare, dovranno provvedere a renderle riconoscibili a vista mediante un contrassegno contenente il marchio o il logotipo del fabbricante e la dicitura "7 anni" e "10 anni" rispettivamente per le pellicole di classe 1 e di classe 2 e 2 sperimentale.

Le diciture possono anche essere espresse nelle altre lingue della CEE.

I fabbricanti dei segnali stradali dovranno curare, e gli Enti acquirenti accertare, che su ogni porzione di pellicola impiegata per realizzare ciascun segnale compaia, almeno una volta, il suddetto contrassegno.

Non potranno pertanto essere utilizzate per la costruzione di segnali stradali pellicole retroriflettenti a normale e ad alta risposta luminosa sprovviste di tale marchio.

Le analisi e prove da eseguire sui materiali retroriflettenti potranno avere luogo solo previo accertamento della presenza del marchio di individuazione e della sussistenza delle sue caratteristiche, secondo quanto stabilito al capitolo 5 del D.M. 31/3/1995.

Sul retro dei segnali, di colore neutro opaco, il produttore deve apporre, oltre a quanto previsto dal comma 7 dell'art.77 del D.P.R. 495/92, nello stesso spazio previsto di cmq 200, il marchio dell'organismo di certificazione ed il relativo numero del certificato di conformità di prodotto rilasciato.

#### B) Supporti in lamiera

I segnali saranno costituiti in lamiera di ferro di prima scelta con spessore non inferiore a 10/10 di millimetro o in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore

a 25/10 di millimetro (per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 5 metri quadrati) e dello spessore di 30/10 di millimetri per targhe superiori ai metri quadrati 5 di superficie.

#### Rinforzo perimetrale

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro da una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola delle dimensioni non inferiori a centimetri 1,5;

#### Traverse di rinforzo e di collegamento

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di metri quadrati 1,50, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad U dello sviluppo di centimetri 15, saldate al cartello nella misura e della larghezza necessaria.

#### Traverse intelaiature

Dove necessario sono prescritte per i cartelli di grandi dimensioni traverse in ferro zincate ad U di collegamento tra i vari sostegni.

Tali traverse dovranno essere complete di staffe ed attacchi a morsetto per il collegamento, con bulloni in acciaio zincato nella quantità necessaria, le dimensioni della sezione della traversa saranno di millimetri 50x23, spessore di millimetri 5, e la lunghezza quella prescritta per i singoli cartelli.

La zincatura delle traverse dovrà essere conforme alle Norme C.E.I. 7 - fascicolo 239 (1968) sul Controllo della zincatura.

#### Congiunzioni diverse pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni

Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli, congiunti, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari in alluminio da millimetri 20x20, spessore millimetri 3, opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini in acciaio zincato da 1/4 x 15 sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

#### Trattamento lamiera (preparazione del grezzo e verniciatura)

La lamiera di alluminio dovrà essere trattata, anche mediante carteggiatura, sgrassamento a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatazione e ad analogo procedimento di pari affidabilità, su tutte le superfici.

Il grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti.

La cottura della vernice sarà eseguita a forno e dovrà raggiungere una temperatura di 140 gradi. Il resto e la scatolatura dei cartelli verrà rifinito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico.

#### C) Attacchi

Ad evitare forature tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard (per l'adattamento ai sostegni in ferro tubolare diam. mm. 48, 60, 90), ottenuto mediante fissaggio elettrico sul retro di corsoio a "C" della lunghezza minima di 22 centimetri, oppure sarà ricavato (nel caso di cartelli rinforzati e composti di pannelli multipli) direttamente sulle traverse di rinforzo ad U.

Tali attacchi dovranno essere completati da opportune staffe con dispositivo antirotazione in acciaio zincato corredate di relativa bulloneria pure zincata.

#### D) Sostegni

I sostegni per i segnali verticali, portali esclusi, saranno in ferro tubolare antirotazione (art.82 D.P.R. n. 495/92) diametro mm. 60, 90 chiusi alla sommità e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati a caldo conformemente alle norme U.N.I. 5101 e ASTM 123.

Detti sostegni comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, dovranno pesare rispettivamente per i due diametri sopra citati non meno di 4,2 e 8,00 Kg/m.

Previo parere della Direzione dei Lavori, il diametro inferiore sarà utilizzato per i cartelli triangolari, circolari e quadrati di superficie inferiore a metri quadrati 0,8, mentre il diametro maggiore sarà utilizzato per i cartelli a maggiore superficie.

Il dimensionamento dei sostegni dei grandi cartelli e la loro eventuale controventatura dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori previo studio e giustificazione tecnica redatta dalla Ditta appaltatrice.

I sostegni a portale del tipo a bandiera, a farfalla e a cavalletto saranno realizzati in acciaio ad alta resistenza zincato a caldo con ritti a sezione variabile a perimetro costante, oppure con strutture a traliccio reticolare costituite da tubi saldati e scordonati zincati a caldo e verniciati con vernici alle resine epossidiche adatte a resistere alle condizioni di impiego per sede stradale, di dimensioni calcolate secondo l'impiego e la superficie di targhe da installare.

La traversa sarà costituita da tubolare a sezione rettangolare o quadra e collegata mediante piastra di idonea misura. La struttura sarà calcolata per resistere alla spinta del vento di 150 km/ora. I portali saranno ancorati al terreno mediante piastra di base fissata al ritto, da bloccare alla contropiastra in acciaio ad appositi tirafondi annegati nella fondazione in calcestruzzo. L'altezza minima del piano viabile al bordo inferiore delle targhe sarà di cm. 550. La bulloneria sarà in acciaio 8.8 con trattamenti Draconet 320.

#### E) Fondazioni e posa in opera

La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando sostegni su apposito basamento delle dimensioni minime di cm. 50x50x70 di altezza in conglomerato cementizio dosato a quintali 2,5 di cemento tipo 325 per metro cubo di miscela intera granulometricamente corretta.

Il basamento dovrà essere opportunamente aumentato per i cartelli di maggiori dimensioni.

Le dimensioni maggiori saranno determinate dalla Ditta appaltatrice tenendo presente che sotto la sua responsabilità gli impianti dovranno resistere ad una velocità massima del vento di Km. 150/ora.



L'Impresa dovrà curare in modo particolare la sigillatura dei montanti nei rispettivi basamenti prendendo tutte le opportune precauzioni atte ad evitare collegamenti non rigidi, non allineati e pali non perfettamente a piombo.

I segnali dovranno essere installati (art.81 D.P.R. n. 495/92) in modo da essere situati alla giusta distanza e posizione agli effetti della viabilità e della regolarità del traffico seguendo il progetto redatto approvato dalla Direzione dei Lavori.

Il giudizio sulla esattezza di tale posizione è riservata in modo insindacabile dalla Direzione dei Lavori e saranno ed esclusivo carico e spese della Società cottimista ogni operazione relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

#### F) Bande sonore

Le bande sonore di rallentamento dovranno essere costituite in laminato elastoplastico del tipo rifrangente ed antisdrucchiolo, avere rilievo tale da causare giusta rumorosità, ed essere larghe cm. 8 con un supporto del medesimo materiale largo cm. 12.

Dovranno essere ancorate saldamente alla pavimentazione mediante apposito collante.

La ditta aggiudicataria dovrà presentare copia conforme del certificato di omologazione da parte del Ministero Delle Infrastrutture e trasporti.

## 15.2 SEGNALETICA STRADALE ORIZZONTALE

La segnaletica orizzontale avrà valori di rifrangenza richiesti dalla norma per la segnaletica orizzontale, misurati secondo la geometria CEN che prevede:

- a. Angolo di osservazione: 2,29°
- b. Angolo di illuminazione: 1,24°

#### A) Segnaletica in pitture spartitraffico

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.

I bordi delle strisce, linee arresto, zebraure scritte, ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

Le strisce orizzontali dovranno risultare perfettamente allineate con l'asse della strada.

Le vernici che saranno adoperate per l'esecuzione della segnaletica orizzontale dovranno essere

accompagnate da una dichiarazione delle caratteristiche dalla quale dovranno risultare: peso per litro a 25 gradi °C, il tempo di essiccazione, viscosità, percentuale di pigmento, percentuale di non volatile, peso di cromato di piombo o del biossido di titanio per altro di pittura gialla o bianca rispettivamente percentuale in peso delle sfere e percentuale di sfere rotonde, tipo di solvente da usarsi per diluire e quantità raccomandata l'applicazione della pittura e ogni altro requisito tecnico descritto nei precedenti articoli.

Le pitture posate in opera dovranno soddisfare i requisiti esplicitamente elencati nei successivi paragrafi ed essere conformi alla dichiarazione delle caratteristiche fornite al venditore entro le tolleranze appresso indicate.

Qualora la vernice non risulti conforme ad una o più caratteristiche richieste, l'Amministrazione, a suo insindacabile giudizio, potrà imporre alla Ditta appaltatrice la sostituzione a sua cura e spese, comprese quelle di maneggiamento e trasporto con altra vernice idonea.

E' facoltà della D.L. prelevare campioni di pittura che saranno sottoposti, presso laboratori ufficiali, a spese della Ditta appaltatrice, a tutte le prove necessarie per stabilire la corrispondenza con quelle indicate nei paragrafi successivi.

I contenitori prescelti per la prova dovranno risultare ermeticamente chiusi e dovranno essere etichettati con i dati necessari a identificare univocamente il campione.

Sull'etichetta saranno annotati i seguenti dati:

- Descrizione;
- Ditta produttrice;



Comune  
di Firenze

- Data di fabbricazione;
- Numerosità e caratteristiche della partita;
- Contrassegno;
- Luogo del prelievo;
- Data del prelievo;
- Firme degli incaricati.

Per le varie caratteristiche sono ammesse le seguenti tolleranze massime, superate le quali verrà rifiutata la vernice:

- viscosità: un intervallo di 5 unità Krebs rispetto al valore dichiarato dal venditore nella dichiarazione delle caratteristiche, il quale valore dovrà essere peraltro compreso entro limiti indicati nel paragrafo e) successivo
- peso per litro: chilogrammi 0,03 in più od in meno di quanto indicato nel paragrafo a).

Nessuna tolleranza e' invece ammessa per i limiti indicati per il tempo di essiccazione, la percentuale di sfere di vetro, il residuo volatile ed il contenuto di pigmento.

#### B) Durata e caratteristiche generali delle vernici

La vernice da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente premiscelato e cioè contenere sfere di vetro mescolato durante il processo di fabbricazione così che dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro dovute all'usura dello strato superficiale di vernice stessa sullo spartitraffico svolga effettivamente efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

Per ottenere valori di retroriflessione RL maggiori di quelli normalmente rilevabili, si può procedere alla post spruzzatura delle perline aventi la stessa granulometria descritta al punto b) seguente.

Condizioni di stabilità

Per la vernice bianca il pigmento colorato sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di zinco, per quella gialla da cromato di piombo.

Il liquido pertanto deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica; il fornitore dovrà indicare i solventi e gli essiccanti contenuti nella vernice.

La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi.

La vernice dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà mediante l'uso di una spatola a dimostrare le caratteristiche desiderate, in ogni momento entro sei mesi dalla data di consegna.

La vernice non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie

di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, anche se applicata su pavimentazione bituminosa, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose.

Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,2 e 1,5 mq/kg. (ASTM D 1738); ed il peso suo specifico non dovrà essere inferiore a Kg. 1,50 per litro a 25 gradi C (ASTM D 1473).

#### Caratteristiche delle sfere di vetro

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per il 90% del peso totale dovranno avere forma sferica con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1,50 determinato secondo il metodo indicato nella norma UNI 9394-89.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzioni acide saponate a ph 5-5,3 e di soluzione normale di cloruro di calcio e di sodio.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni chilogrammo di vernice prescelta dovrà essere compresa tra il 30 ed il 40%.

Le sfere di vetro (premiscelato) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche granulometriche:

Setaccio A.S.T.M. : % In peso Perline passanti per il setaccio n.70 : 100%

Perline passanti per il setaccio n.140 : 15-55% Perline passanti per il setaccio n.230 : 0-10%

#### Idoneità di applicazione

La vernice dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta.

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 4% in peso.

#### Quantità di vernice da impiegare e tempo di essiccamento

La quantità di vernice, applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, dovrà essere non inferiore a chilogrammi 0,100 per metro lineare di striscia larga centimetri 12 e di chilogrammi 1,00 per superfici variabili di mq. 1,3 e 1,4.

In conseguenza della diversa regolarità della pavimentazione ed alla temperatura dell'aria tra i 15 gradi C e 40 gradi C e umidità relativa non superiore al 70%, la vernice applicata dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30-40 minuti dell'applicazione; trascorso tale periodo di tempo le vernici non dovranno staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento sarà anche controllato in laboratorio secondo le norme A.S.T.M. D/711-35.

#### Viscosità

La vernice nello stato in cui viene applicata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee; tale consistenza, misurata allo

stormer viscosimetro a 25 gradi °C, espressa in unità Krebs, sarà compresa tra 70 e 90 ( A.S.T.M D/711-35).

#### Colore

La vernice dovrà essere conforme al bianco o al giallo richiesto.

La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore. La vernice non dovrà contenere alcuno elemento colorante organico e non dovrà scolorire al sole. Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75% relativo all'ossido di magnesio, accertata mediante opportuna attrezzatura.

Il colore dovrà conservare nel tempo, dopo l'applicazione, l'accertamento di tali conservazioni che potrà essere richiesto dalla Stazione Appaltante in qualunque tempo prima del collaudo e che potrà determinarsi con opportuni metodi di laboratorio.

#### Veicolo

Il residuo non volatile sarà compreso tra il 65% ed il 75% in peso sia per la vernice bianca che per quella gialla.

#### Contenuto di pigmenti

La pittura dovrà contenere pigmenti inorganici che abbiano una ottima stabilità all'azione dei raggi UV, una elevata resistenza agli agenti atmosferici e una limitata propensione all'assorbimento e alla ritenzione dello sporco.

I pigmenti contenuti nella pittura dovranno essere compresi tra il 35 ed il 45 % in peso (FTMS 141a- 4021.1).

#### Contenuto di pigmenti nobili

Il contenuto di biossido di titanio (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 14% in peso e quello cromato di piombo (vernice gialla) non inferiore al 12% in peso.

#### Resistenza ai lubrificanti e carburanti

La pittura dovrà resistere all'azione lubrificante e carburante di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione.

#### Prova di rugosità su strada

Le prove di rugosità potranno essere eseguite su strade nuove in un periodo tra il 10° ed il 30° giorno dalla apertura del traffico stradale.

Le misure saranno effettuate con apparecchio Skid Tester ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previste dal R.D.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 70% di quello che presenta pavimentazioni non verniciate nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pitture; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 45 (quarantacinque).

#### Durata ed efficienza della segnaletica in vernice spartitraffico

Le caratteristiche di cui ai punti precedenti indicano parametri qualitativi dei prodotti da impiegare, che dovranno essere posati in opera seguendo le istruzioni delle case costruttrici degli stessi; in ogni caso la ditta appaltatrice, nella realizzazione della segnaletica orizzontale con pitture spartitraffico, dovrà garantire una efficienza del segnale orizzontale per un periodo non inferiore a 4 mesi sulla pavimentazione asfaltata e di 2 mesi su pavimentazione in basalto, porfido, granito od altri materiali lapidei.

#### C) Segnaletica con materiali preformati retroriflettenti

La segnaletica orizzontale realizzata in preformato retrorifrangente dovrà attenersi alla normativa di cui all'art.40 del D. Lgs. n. 285 del 30.04.1992 e del suo regolamento di esecuzione approvato con D.P.R. n. 495 del 16.12.1992, in particolare dall'art. 137 all'art.155 come modificato dal D.P.R. n.610 del 16-9-1996.

I laminati elastoplastici sono di tipo autoadesivo, realizzato con polimeri d'alta qualità e contenenti una dispersione di microgranuli ad elevato potere antisdrucchiolo e microsferiche con caratteristiche di rifrazione tali da conferire al laminato stesso un alto e continuato potere

retroreflettente. Sono materiali in grado di mantenere i valori di visibilità diurna e notturna ed i valori di antiscivolosità, così come raccomanda la normativa europea. (Norma UNI EN 1436).

I valori minimi di antiscivolosità non dovranno essere inferiori a 45 SRT.

Per garantire una buona stabilità del colore ed un ancoraggio ottimale delle microsfere in vetro o in ceramica o prodotto equivalente, il prodotto dovrà essere trattato in superficie con speciali resine.

In base alle loro caratteristiche costruttive ed ai loro livelli prestazionali di rifrangenza così come indicato nella Norma UNI EN 1436, i laminati elastoplastici si dividono nelle seguenti classi:

Classe R2:

Laminato elastoplastico autoadesivo, con sistema ottico di retroreflessione realizzato con microsfere in vetro, trattato in superficie con resine speciali.

Valore iniziale di retroreflessione: non inferiore a 100 millicandele (mcd/mq x lux) misurato secondo la geometria CEN, in accordo alla Norma UNI EN 1436. Valore iniziale di antisdrucchiolo: classe S1, non inferiore a 45 SRT.

Classe R4:

Laminato elastoplastico autoadesivo, con sistema ottico di retroreflessione realizzato con microsfere in vetro, trattato con resine poliuretaniche per un miglior ancoraggio delle microsfere stesse.

Valore iniziale di retroreflessione: non inferiore a 200 millicandele (mcd/mq x lux) misurato secondo la geometria CEN, in accordo alla Norma UNI EN 1436. Valore iniziale di antisdrucchiolo: classe S2 non inferiore a 50 SRT.

Classe R5:

Laminato elastoplastico autoadesivo, con sistema ottico di retroreflessione realizzato con microsfere in ceramica o equivalente ad alto indice di rifrazione (non inferiore a 1,9), trattato con resine poliuretaniche per un miglior ancoraggio delle microsfere stesse.



Valore iniziale di retroriflessione: non inferiore a 300 millicandele (mcd/mq x lux) misurato secondo la geometria CEN, in accordo alla Norma UNI EN 1436. Valore iniziale di antisdrucciolo: classe S3 non inferiore a 55 SRT.

#### Spessore

I prodotti preformati dovranno avere uno spessore non superiore a 3 mm.

#### Sistema ottico

Per migliorare le prestazioni di visibilità notturna, anche in caso di pioggia, e per proteggere le microsfere dall'usura preservandone l'efficienza nel tempo, il sistema ottico responsabile della rifrangenza dovrà essere composto da uno speciale pacchetto che contenga al suo interno le microsfere, più eventuali resine ad alta resistenza.

#### Posa in opera

Il preformato potrà essere posto in opera secondo una delle seguenti modalità :

ad incasso su pavimentazioni nuove, contestualmente alla stesura dei manti bituminosi e prima dell'apertura al traffico;

a semi-incasso, su pavimentazioni nuove, entro 24 ore dalla stesura dei manti bituminosi su pavimentazioni esistenti, mediante l'uso di un primer o preparatore di superficie

In ogni caso, nella posa di strisce longitudinali (margini e mezzzeria) il suddetto materiale dovrà essere messo in opera mediante l'uso di una macchina applicatrice manuale o automatica.

#### D) Segnaletica in materiali termoplastici

I prodotti termoplastici utilizzati per la realizzazione della segnaletica orizzontale, dovranno essere sostituiti da aggregati di colore chiaro, microsfere di vetro, pigmenti colorati e sostanze inerti, legate insieme da resine sintetiche termoplastiche nelle proporzioni circa di:

- aggregati 40%;
- microsfere di vetro inglobate e post spruzzate: 20%; legante (resine e plastificante): 20%;

Dette proporzioni da ritenersi valide per il prodotto spruzzato dovranno essere variate nel caso di posa con procedimenti di estrusione e colatura onde ottimizzare detto procedimento al fine di ottenere gli spessori appresso indicati e garantire la durata e l'efficienza richiesta.

Il peso specifico dei prodotti termoplastici sarà a 20° pari a circa 1,8 g/cm<sup>3</sup> per il prodotto spruzzato e pari a circa 2,40 g/cm<sup>3</sup> per il prodotto colato.

Gli spessori delle rispettive pellicole a lavoro ultimato saranno di norma:

da 1 a 1,2 mm. nel caso di prodotto spruzzato;

da 1,5 a 2 mm. nel caso di prodotto colato.

Oltre alle microsfere contenute premiscelate nel prodotto, sarà effettuata in entrambi i casi una operazione supplementare di perlatura sulla superficie ancora calda della striscia, in ragione di circa q/mq 300 di microsfere di vetro.

Le pigmentazioni saranno ottenute mediante l'impiego di biossido di titanio (colore bianco) oppure da cromato di piombo (colore giallo).

La colorazione dovrà essere stabilita alle temperature di impiego del prodotto e simile a quella già indicata per le pitture spartitraffico rifrangenti.

Caratteristiche chimico fisiche dei prodotti

- a) Punto di infiammabilità: superiore a 230 gradi centigradi.
- b) Punto di rammollimento o di rinvenimento: superiore ad 80 gradi centigradi.
- c) Antisdrucchiolevezza: valore minimo 50 unità SRT (secondo le prove di aderenza con apparecchio SRT dell'Ente Federale della circolazione stradale Tedesca).
- d) Tempo di essiccazione: massimo 30" secondo le norme Americane ASIM D 711 – SS.
- e) Visibilità notturna: valore minimo del coefficiente determinato secondo il metodo di prova delle norme Inglesi "Road Markings, Traffic Signs and signals articolo 16.01-Traffic Point and Road Markings" pari 75, tenendo per base il valore di cento per il carbonato di magnesio.

f) Resistenza alla corrosione: il materiale deve rimanere inalterato se viene immerso in una soluzione di cloruro di calcio a forte concentrazione, per un periodo di quattro settimane.

g) Durata: la ditta aggiudicataria dell'appalto dovrà realizzare la segnaletica con materiali termo plastici garantendo l'efficienza della medesima per un periodo di 18 mesi nel caso di spessori e tecnica di posa in opera a spruzzo e 24 mesi nel caso di spessori e tecnica di posa a colare.

I periodi indicati sono da intendersi validi per qualsiasi tipo di pavimentazione su cui sarà realizzata la segnaletica, purché non dissestata anche soggetta a traffico intenso e pesante.

#### Sistemi di applicazione

Sono previsti due sistemi di applicazione dei prodotti termoplastici, in funzione degli spessori che si richiedono e del tipo di segnaletica che dovrà essere realizzata. In particolare si prevede un'attrezzatura per la stesura a spruzzo del prodotto termoplastico fuso ed una per la stesura del prodotto che fuoriesce da un apposito crogiolo sotto forma di colato plastico.

Con il primo metodo, dovranno essere realizzate solo strisce longitudinali continue e discontinue (marginatori, assi continui e discontinui), con il secondo metodo potrà essere richiesta la realizzazione anche di righe di arresto, passaggi pedonali, tacchetti scritte e frecce direzionali.

Durante la applicazione dei prodotti, la Ditta appaltatrice dovrà osservare tutte le prescrizioni dettate dalla casa costruttrice dei materiali termoplastici (pulizia del fondo stradale, temperatura ambiente, umidità ecc.) al fine di durata richiesti dalla segnaletica realizzata.

#### E) materiali plastici a freddo

I prodotti plastici a freddo utilizzati per la realizzazione della segnaletica orizzontale, dovranno essere sostituiti da aggregati di colore chiaro, microsfere di vetro, pigmenti colorati e sostanze inerti, legate insieme da resine sintetiche nelle proporzioni circa di:

- aggregati 27%;
- microsfere di vetro inglobate e post spruzzate: 40%;

- legante (resine e plastificante): 24%;
- pigmenti : 9%

Il peso specifico dei prodotti plastici a freddo sarà a 20° pari a circa 1,65 g/cm<sup>3</sup>.

Gli spessori delle rispettive pellicole a lavoro ultimato saranno di norma: da 1,2 a 1,5 mm.

Le pigmentazioni saranno ottenute mediante l'impiego di biossido di titanio (colore bianco) oppure da pigmenti organici (colore giallo).

La colorazione dovrà essere stabilita alle temperature di impiego del prodotto e simile a quella già indicata per le pitture spartitraffico rifrangenti.

Caratteristiche chimico fisiche dei prodotti

- Punto di infiammabilità: superiore a 250 gradi centigradi. □
- Antisdrucciolevolezza: valore minimo 50 unità SRT (secondo le prove di aderenza con apparecchio SRT dell'Ente Federale della circolazione stradale Tedesca).
- Tempo di essiccazione: massimo 20" secondo le norme Americane ASIM D 711 – SS.
- Visibilità notturna: valore minimo del coefficiente determinato secondo il metodo di prova delle □norme Inglesi "Road Markings, Traffic Signs and signals articolo 16.01-Traffic Point and Road Markings" pari 75, tenendo per base il valore di cento per il carbonato di magnesio.
- Resistenza alla corrosione: il materiale deve rimanere inalterato se viene immerso in una soluzione □di cloruro di calcio a forte concentrazione, per un periodo di quattro settimane.
- Durata: la ditta aggiudicataria dell'appalto dovrà realizzare la segnaletica con materiali plastici a □freddo garantendo l'efficienza della medesima per un periodo di 36 mesi, per qualsiasi tipo di pavimentazione su cui sarà realizzata la segnaletica, purché non dissestata anche soggetta a traffico intenso e pesante.

### Sistemi di applicazione

Sono previsti vari sistemi di applicazione dei prodotti plastici a freddo, in relazione al tipo di pavimentazione ed al tipo di segnaletica da realizzare: stesura a spatola, stesura con

macchina traccialinee o macchina per estrusione; le garanzie dovranno comunque essere mantenute per qualsiasi metodologia di applicazione.

### 15.3 SEGNALI E OPERE PROVVISORIALI

Attuazione di predisposizioni per la disciplina del traffico prevede un compenso forfetario relativo alle predisposizioni provvisoriale necessarie alla disciplina provvisoria di traffico nel corso dei lavori. La prestazione comprende:

- 1) la fornitura e posa in opera di new-jersey in cls di spartitraffico centrale e di canalizzazione del traffico veicolare;
- 2) la realizzazione di piste carrabili e di percorsi pedonali protetti;
- 3) la realizzazione delle opere civili necessarie alla installazione dei semafori provvisori fissi con alimentazione a rete i cui impianti saranno pi installati dalla STA;
- 4) semafori provvisori mobili con alimentazione a batteria;
- 5) installazione di barriere spartitraffico tipo new-jersey in cls o in plastica a seconda delle condizioni di sicurezza stradale da realizzare ed alle disposizioni che saranno impartite dalla Direzione dei Lavori e dagli Uffici Comunali; le barriere spartitraffico dovranno essere evidenziate verniciandole con strisce bianca/rossa o nera/gialla;
- 6) lo spostamento continuativo secondo le esigenze di traffico delle recinzioni di cantiere e delle stesse barriere spartitraffico di cui sopra;
- 7) segnaletica verticale ed orizzontale;
- 8) assicurazione accesso carrabile e pedonale senza soluzione di continuità agli insediamenti esistenti con predisposizioni di lastre di acciaio a copertura dei cavie/o altre soluzioni idonee;
- 9) realizzazione di eventuali accessi carrabili e pedonali in altra posizione. Il prezzo forfetario per km comprende altresì ogni altra opera o impianto e qualsiasi altro onere in generale per ottenere la funzionalità, efficienza nel tempo e sicurezza nella disciplina provvisoria di traffico, da mantenere per tutto il periodo previsto nella fase attuativa.

## 16. FERMATE

---

### 16.1 PREMESSA

Si riportano, di seguito, le principali caratteristiche della banchina tipo di fermata e dei suoi allestimenti.

### 16.2 BANCHINA DI FERMATA

Le banchine di fermata sono di due tipologie– centrale e laterale – che si adattano di volta in volta alle sistemazioni urbanistiche di linea in modo da integrarsi, al meglio, con il contesto urbano toccato.

#### **Banchine laterali**

La fermata tipo a banchine laterali con sede a doppio binario, è provvista di due marciapiedi affiancati alla sede tranviaria raccordati alle estremità mediante un piano inclinato del 5% circa ai marciapiedi urbani per favorire l'accesso ai disabili al piano di fermata, in conformità alle norme vigenti in materia di abbattimento delle barriere architettoniche.

I marciapiedi delle fermate laterali sono stati realizzati con le dimensioni minime di 3 m di larghezza e 34 m di lunghezza escluso le rampe di circa 5m ognuna.

L'altezza rispetto al piano del ferro della banchina è di 0,30 m e la distanza dalla mezzera dei binari è di 1,30 m.

#### **Banchina centrale**

La fermata tipo a banchina centrale con sede a doppio binario, è provvista di un unico marciapiede tra i binari di linea raccordato alle estremità mediante un piano inclinato della pendenza del 5% circa, alla quota della pavimentazione stradale per favorire l'accesso ai disabili al piano di fermata, in conformità alle norme vigenti di abbattimento delle barriere architettoniche.

I marciapiedi hanno una larghezza minima di 3,00 – 4,00 m e una lunghezza di 34 m.

I due scivoli terminali per il raccordo con il piano pedonale adiacente sono di lunghezza compresa tra 5,00 e 7,7 m ciascuna e della pendenza di circa il 5 %.

Nel caso delle fermate a quota maggiore rispetto al piano di campagna sono state progettate ulteriori rampe di pendenza del 5% intervallati da pianerottoli di dimensioni 2x4 m posizionate ogni 10 m di rampa.

La pavimentazione della banchina è in gres per esterni con finitura grigia ruvida oltre alla pavimentazione tecnica LOGES per gli ipovedenti di tonalità analoga al resto della pavimentazione.

In caso di fermate laterali le balaustre protettive sono composte da paletti metallici ai quali sono ancorate funi di acciaio con una luce di 10 cm tra una e l'altra in modo da creare una barriera fisica trasparente.

Sul bordo delle banchine, lato binario, si prevede l'installazione di segnapasso da incasso a luce radente in modo da aumentare la segnalazione visiva del dislivello.

### 16.3 ARREDI DI BANCHINA TIPO

L'arredo minimo di fermata sarà composto da:

- Una pensilina d'attesa con caratteristiche di design contemporaneo come da particolari di progetto di fattibilità tecnico economica, di dimensioni utili a coprire i varchi di accesso al mezzo tranviario;
- Pannello informativo dinamico (PID)
- Pannelli informativi statici (con nome di fermata)
- Pannello informativo per ipovedenti
- Pavimentazione per ipovedenti di tipo LOGES
- Eventuali balaustre di protezione
- Altoparlanti
- Emettitrice di biglietti
- Telecamere di sorveglianza
- Illuminazione



Comune  
di Firenze

- Sedute
- Telefoni di servizio
- Armadi tecnologici
- Dispositivi di localizzazione e identificazione dei tram nei binari

Alle estremità delle fermate sono presenti, inoltre, passaggi pedonali per consentire l'attraversamento dei pedoni da una banchina all'altra nel caso di fermata con banchine laterali e dove necessario sono presenti passaggi pedonali per gli attraversamenti stradali.

#### 16.4 SPECIFICHE TECNICHE PER PROTEZIONE DELLA CARPENTERIA METALLICA

Al fine di garantire la protezione delle carpenteria metallica, considerata l'esposizione ad ambiente umido e mediamente aggressivo, tutti gli elementi di carpenteria metallica dovranno essere trattati con zincatura a caldo e verniciatura, mentre la bulloneria e le rosette saranno in acciaio inox.



## 17. SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE

Nel progetto preliminare sono state previste quattro sottostazioni elettriche disposte planimetricamente in modo da risultare equidistanti lungo il tracciato.

Ogni SSE è alimentata alla tensione M.T. 15 KV dalla rete Enel, e fornisce energia a sua volta alla linea di trazione alla tensione di 750 Vcc.

### 17.1 SPECIFICA DI FUNZIONAMENTO

La sottostazione elettrica di conversione sarà alimentata mediante cavi elettrici trifase a 15 kV c.a. 50 Hz e dovrà erogare energia sulla rete tranviaria a 750 Vcc con polo positivo alla linea di contatto e polo negativo verso il binario ed isolato da terra, con potenza nominale 1,5 MW.

Le apparecchiature dovranno essere previste per le seguenti condizioni di sovraccarico:

- erogazione del 100% della potenza nominale ( $P_n$ ) in servizio permanente e continuo;
- erogazione del 150% della potenza nominale per 2 ore;
- erogazione del 450% della potenza nominale per 15 sec.;
- intervallo tra due cicli di sovraccarico (150%  $P_n$  - 450%  $P_n$ ) con funzionamento continuo alla potenza nominale: 8 ore;
- livello di rumorosità non superiore a 65 dBA alla distanza di 5 metri in condizione di erogazione del sovraccarico pari al 150 % della potenza nominale.

Sezionamento dei cavi di energia in arrivo ed in partenza alla cabina, nel rispetto delle norme di legge e di buona tecnica, ai fini della manovra, misura e ricerca guasti sui detti cavi elettrici d'energia e le apparecchiature elettriche. Inoltre dovranno essere previsti interblocchi meccanici per evitare manovre errate ed accesso involontario ai cavi di energia ed apparecchiature in presenza di tensione.

Dovrà essere prevista la manovra di messa a terra, nel rispetto delle norme di legge e di buona tecnica, dei cavi elettrici di energia e delle apparecchiature site nella cabina, per l'accesso a detti componenti a scopo di ispezione, manutenzione e riparazione. Inoltre dovranno essere previsti blocchi meccanici per evitare la manovra di messa a terra in presenza di tensione.

La sottostazione elettrica dovrà essere provvista di strumenti ed indicatori per misurare e segnalare le grandezze elettriche in situazioni di esercizio od avaria.

## 17.2 EQUIPAGGIAMENTO

Quadro MT del tipo blindato, isolato in aria, a tenuta d'arco interno, con scomparti MT classe 24 kV 630A con isolamento in SF6 completi di protezioni elettriche.

Trasformatore in resina, con doppio secondario, potenza non inferiore a 1900 kVA -15kV/590V - 50 Hz trifase.

Trasformatore per servizi ausiliari in resina, potenza 160 kVA 15kV/400V 50 Hz trifase.

## 17.3 SPECIFICHE TECNICHE PER LE APPARECCHIATURE MT

Quadro MT

Il quadro MT sarà del tipo blindato, isolato in aria, a tenuta d'arco interno, LSC2B secondo IEC 62271-200 (classificazione IAC A FRL – Internal arc 25 kAx1s).

### NORME DI RIFERIMENTO

Il quadro MT e le apparecchiature in esso contenute dovranno essere conformi alle leggi antinfortunistiche italiane (D.Lgs 09/04/2008 n. 81), ai criteri indicati nella norma CEI 0-16 ed. II, ed alle seguenti norme:

Quadro di MT	CEI EN 62271-200 / CEI EN 60298
Quadro e apparecchiature MT	CEI EN 60694
Gas SF6	CEI EN 60376
Grado di protezione	CEI EN 60529
Interruttori	CEI EN 62271-100
Contattori	CEI EN 60470
Sezionatore di terra	CEI EN 62271-102
Fusibili di protezione	CEI EN 60282-1
Relé di protezione	CEI EN 60255-6



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO  
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

Trasformatori di corrente	CEI EN 60044-1
Trasformatori di tensione	CEI EN 60044-2
Sensori di corrente	CEI EN 60044-8
Sensori di tensione	CEI EN 60044-7
Scaricatori	CEI EN 60099-4
Banchi di condensatori	CEI EN 60871

#### DATI AMBIENTALI

(riferiti al locale ove è installato il quadro)

- temperatura ambiente: max +40°C; min -5°C
- umidità relativa: 95% massima

Quadro con protezione arco interno (LSC2B secondo IEC 62271-200 (classificazione IAC A FRL):

- Tensione nominale	24 kV
- Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale 50 Hz/ 1 min. valore efficace	50 kV
- Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico 1,2/50 microS valore di picco	125 kV
- Tensione di esercizio	15 kV
- Frequenza nominale	50 Hz
- n. fasi	3
- Corrente nominale delle sbarre principali	1250 A
- Corrente nominale max delle derivazioni	630 A
- Corrente nominale ammissibile di breve durata	25 kA
- Corrente nominale di picco	63 kA
- Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale	25 kA
- Tenuta d'arco interno	25 kA x 1 s

- Durata nominale del corto circuito 1 s
  - Tensione nominale degli ausiliari 220ca V
- Interruttori ad esafluoruro di zolfo ad autogenerazione di pressione o altra tecnologia equivalente o migliorativa;
- Condizioni particolari della rete: neutro compensato;
- Condizioni particolari di installazione: ambiente polveroso;
- Rele' elettronici indiretti 50, 51, 51N, 67N e 27;
- Rigidita' dielettrica 2 kV a 50 Hz per 1' tra i circuiti ausiliari di comando e segnalazione secondo CEI 41/1 IEC 255/5;
- Temperatura di funzionamento - 5° C/+40° C;
- Insensibilita' correnti di terza armonica;
- Azionamento atto a comandare l'apertura dell'interruttore in caso di assenza di tensione 15 kV e la sua richiusura a distanza mediante il sistema di teleoperazioni.
- Trasformatore di potenza
- Rispondenza alle norme CEI EN 50329;
  - potenza nominale in servizio continuo non inferiore a 1900 KVA;
  - avvolgimenti primario e secondari separati;
  - tipo a secco inglobato in resina classe F;
  - collegamento avvolgimento primario: triangolo;
  - collegamento avvolgimenti secondari: triangolo – stella;
  - gruppo Dd0y11;
  - classi ambientali, climatiche e di resistenza al fuoco E2/C2/F1;
  - tensione primaria nominale 15 KV;
  - tensione nominale sui secondari 590/590 V;
  - frequenza 50 Hz;
  - emissioni elettromagnetiche  $\leq 0,25 \mu\text{T}$  a 5 mt;

- potenza nominale necessaria ad erogare la potenza nominale non inferiore a 2500 KVA nelle condizioni di sovraccarico richiamate ai punti precedenti;
- classe di servizio VII, tab. A.1 CEI EN 50329;
- tenuta dinamica al corto circuito dichiarata (IEC 76-5) maggiore o uguale 500 ms;
- presa lato primario;
- numero prese:  $\pm 4 \times 2,5\%$ ;
- tensione di corto circuito: 8% della tensione nominale;
- costruzione prevista per la frequente soggezione a sovracorrenti originate dall'impiego a scopi di trazione elettrica;
- attacco di terra per la protezione da tensione di contatto facilmente accessibile;
- sovratemperatura ammessa a fine ciclo di sovraccarico con temperatura ambiente di 40°C: 100°C;
- raffreddamento ad aria a circolazione naturale;
- centralina termometrica e tutti gli accessori per la completa installazione a regola d'arte (termoresistenze avvolgimenti ecc...);
- protezione di sovratemperatura costituita da 3 termistori NC (uno per colonna tarati a 120° C);
- accessori richiesti: indicatore di temperatura con segnalatore di stato di preallarme ed allarme, sensori di controllo, targhe in posizione visibile, organi di presa, sollevamento e traslazione, ruote bidirezionali e golfari di sollevamento.

Trasformatore servizi ausiliari

Potenza nominale in servizio continuo 160 KVA

Tensioni 15000/400/230 V.

Gruppo Dy 11.

Regolazione tensioni secondarie  $\pm 2 \times 5\%$

Isolamento in resina classe F.

Protezione di sovratemperatura costituita da termistori tarati a 120° C

Installazione all'interno di celle con interblocchi meccanici atti ad impedirne l'accesso in presenza di tensione.

#### RISPONDEZZA ALLE LEGGI

Le apparecchiature elettriche installate dovranno essere conformi alle norme CEI, UNI ed IEC applicabili nonche' a:

1. D.Lgs 09/04/2008 n. 81, e successivi aggiornamenti
2. D.M. 37/2008
3. Legge 5 novembre 1971 n. 1086
4. Circolare M. LL.PP. n. 20244 del 30 giugno 1980.
5. Circolare Cons. Sup. LL.PP. n. 6090 punto 4.6.
6. Legge 2 febbraio 1974 n. 64
7. Legge 24 gennaio 1986
8. Legge 3 Dicembre 1987 (norme per le costruzioni prefabbricate).
9. Circolare M.LL.PP. 16 marzo 1989 n. 31104.
10. Legge 12 febbraio 1982 (norme carichi e sovraccarichi)
11. Circolare M. LL.PP. 24 maggio 1982 n. 22631
12. D.L. 626/94 e successive modifiche ed integrazioni

#### CERTIFICAZIONI

La costruzione delle apparecchiature dovrà essere eseguita a regola d'arte nel rispetto della legge n. 186 del 01.03.1968.

#### PROVE E COLLAUDI

Le prove sulle apparecchiature sono da intendere eseguite presso il Costruttore con riferimento alle norme CEI o equivalenti.

Di seguito si elencano le principali:

Prove sui trasformatori MT/BT e servizi ausiliari

Misura della resistenza degli avvolgimenti

Misura del rapporto di trasformazione e controllo delle polarità e dei collegamenti

Misura della tensione di cortocircuito (presa principale), e delle perdite dovute al carico;

Misura delle perdite e della corrente a vuoto.

Prova di isolamento con tensione applicata.

Prova di isolamento con tensione indotta

Misura delle scariche parziali.

Per la prova con tensione applicata si fara' riferimento al valore di 6 KV per gli avvolgimenti secondari in deroga al valore normalizzato di 3KV.

Il rendimento si deve ottimizzare per un carico pari al 40-80% in modo che in questo campo il valore deve essere pressoché costante.

Per le perdite a vuoto ed a carico i valori dovranno essere certificati in sede di fornitura e saranno considerati come significativi dell'indice di qualità delle macchine e ritenuti impegnativi ai fini delle prove di accettazione. I valori da indicare sono i seguenti:

- perdite a vuoto
- perdite a carico al 50% e 100% della potenza nominale
- rendimento al 40%, 60%, 80% della potenza nominale

Prove sui quadri MT

È richiesta comunque la documentazione delle prove "Interne" di accettazione e collaudo eseguite dal costruttore.

#### 17.4 SPECIFICHE TECNICHE PER LE APPARECCHIATURE CC

##### QUADRO BLINDATO IN CORRENTE CONTINUA

Il quadro in corrente continua dovrà essere composto, per ciascuna sottostazione, dai seguenti scomparti opportunamente assemblati tra loro:

- Scomparto raddrizzatore, costituito da n. 2 scomparti contenenti ognuno un carrello raddrizzatore esafase (l'insieme di due carrelli forma un raddrizzatore dodecafase)

- Scomparto sezionatore bipolare motorizzato di gruppo
- Scomparto alimentatore di linea
- Scomparto negativi e messa a terra rotaie di corsa

Il comando ed il controllo del quadro blindato in corrente continua sarà effettuato:

- In telecomando
- In SSE da un quadro sinottico (nel caso di manutenzione o indisponibilità del telecomando)
- In locale sul fronte quadro (in emergenza, nel caso di indisponibilità del quadro sinottico).

Le caratteristiche tecniche dovranno essere:

Tensione nominale	750 V dc
Tensione nominale d'isolamento	1000 V dc
Corrente nominale	6000 A
Barratura	6000 A
Corrente di c.c. di breve durata (200 ms) circuiti principali	80 kA
Corrente di c.c. limite dinamica (valore di cresta) circuiti principali	90 kA
Corrente di c.c. di breve durata (200 ms) circuiti di terra	30 kA
Corrente di c.c. limite dinamica(valore di cresta) circuiti di terra	65 kA
Standard applicabili	IEC 77, 157.1 e 439 e EN 50123
Impianto	interno
Accesso all'interno degli scomparti	sul davanti
Placche smontabili sul retro	
Servizi ausiliari	110 V dc

*Prove dielettriche*

Circuito di potenza contro ausiliari e terra	5,5 kV (8,5kV) 50 Hz 1 minuto
Circuito ausiliare contro terra	2 kV 50 Hz 1 minuto

In caso di ripetizione del test, questo sarà fatto a 80% dell'ultimo valore.

Dispositivi di Protezione



Cortocircuiti vicini

Contro i cortocircuiti e i sovraccarichi sulle partenze, mediante il disgiuntore extrarapido.

Prove di linea

Contro la chiusura su difetti della rete prima della chiusura del disgiuntore di avviamento, mediante un dispositivo di prova di linea.

Cortocircuiti lontani

Contro i cortocircuiti distanti inferiori al valore del limite d'apertura del disgiuntore d'avviamento.

Difetto terra

Contro la messa alla massa del positivo negli scomparti, mediante un rele' di massa.

Sovratensioni

Contro le sovratensioni della rete continua, mediante scaricatore di sovratensione a resistenza non lineare per impianti a corrente continua:

Tensione nominale 1kV;

Corrente nominale di scarica 10 kA ad impulso 8-20 ms;

Corrente di scarica ad impulso con onda di forte intensita' 100 kA ad impulso 4 ÷ 10 ms;

Corrente di scarica ad onda lunga durata 150 A, 200 ms;

Tensione di innesco in corrente continua 2 ÷ 2,4 kV;

Tensione di innesco a frequenza industriale 1,55 kV;

Dotato di dispositivo di sicurezza contro le esplosioni.

DATI AMBIENTALI

(riferiti al locale ove è installato il quadro)

temperatura ambiente: max +40°C; min -5°C

umidità relativa: 95% massima

Grado di protezione

L'involucro esterno assicurerà un grado di protezione non inferiore a IP31 (secondo CEI 70-1 e IEC 529)

Scomparto RADDRIZZATORE

Il raddrizzatore a reazione dodecafase dovrà essere realizzato ponendo in parallelo tramite una bobina interfascica due raddrizzatori a reazione esafase, ciascuno contenuto in uno scomparto. Lo scomparto sarà diviso internamente in celle, tramite pannelli o diaframmi, che conterranno le singole apparecchiature e gli altri componenti necessari per assicurare il corretto funzionamento dello stesso.

Lo scomparto raddrizzatore dovrà essere atto per essere affiancato a scomparti simili contenenti tutte le altre apparecchiature necessarie per la realizzazione del "Quadro blindato in corrente continua".

Ogni unità raddrizzatore dovrà essere costituita da due scomparti raddrizzatori collegati in parallelo tramite trasformatore interfascico.

Il raddrizzatore dovrà avere le seguenti caratteristiche elettriche principali:

- Schema di connessione doppio ponte di Graetz trifase parallelo
- Circuito di collegamento N° 9 (CEI EN 60146 - 1 -1 tabella 1)
- Tensione nominale in ingresso 590 Vca
- Tensione nominale in uscita 750 Vcc
- Tensione massima in uscita a vuoto con ingresso nominale (590 Vca) 800 Vcc
- Frequenza di alimentazione tensione in ingresso 50 Hz
- Potenza erogata continuativa 1500 kW
- Corrente nominale raddrizzatore 2000 A
- Sovraccarico per 2 ore 3000 A
- Sovraccarico per 1 minuto 6000 A
- Classe di servizio VI (tabella 2, norme CEI EN 60146 - 1 –1)
- Livello di isolamento:

- tensione di tenuta a 50 Hz per 1' 5,5 kV
- Raffreddamento AN
- Corrente di cortocircuito valore di regime (250 ms) 16 kA
- Corrente di cortocircuito transitoria (valore di picco) 26 kA
- Inquinamento armonico lato continua secondo raccomandazione IEC 146-1-2 § 3.5
- Inquinamento armonico lato alternata secondo raccomandazione IEC 146-1-2 § 3.6.

#### RISPONDEZZA ALLE LEGGI

Norme CEI ed antinfortunistiche vigenti;

NFC 20 040 categoria D o equivalente;

NFF 41023 IEC 947 - 3 NFC 15 100 o equivalenti;

Norma IEC 801 - 4 o equivalente;

Norma IEC 529 o equivalente;

NFC 20040 CATEGORIA D o equivalente.

La costruzione delle apparecchiature, il montaggio delle stesse e l'esecuzione degli impianti dovranno essere eseguiti a regola d'arte nel rispetto della legge n. 186 del 01.03.1968.

#### PROVE E COLLAUDI

Si possono distinguere in prove sulle apparecchiature per accertare la rispondenza ai requisiti costruttivi e prove sull'impianto completo per verificare la correttezza delle modalità e funzionalità delle installazioni.

Le prove sulle apparecchiature sono da intendere eseguite presso il Costruttore con riferimento alle norme CEI o equivalenti.

### 17.5 SPECIFICHE TECNICHE PER LE APPARECCHIATURE CC IN LINEA

#### GRUPPO DI MANOVRA E SEZIONAMENTO

Il gruppo di manovra e sezionamento dovrà essere un apparecchio unipolare per corrente continua, con le seguenti caratteristiche tecniche:

- interruzione visibile tramite vista diretta dei coltelli;
- contatti fissi e mobili in rame argentato;
- tecnologia di contatto tale da garantire in posizione “circuito aperto” una distanza di isolamento elevata per sopperire alle continue sovratensioni presenti sulla linea di contatto tranviaria;
- asse metallico di collegamento monoblocco che garantisca l’apertura dell’insieme dei contatti;
- camera di interruzione dell’arco di tipo speciale per interruttori funzionanti in corrente continua;
- facilità di ricambio dei pezzi di interruzione senza smontare l’apparecchio;
- contatti ausiliari a tenuta stagna per il rilevamento posizione dello stato dei contatti termici (250V 6A);
- dispositivo per lucchettare il comando manuale di soccorso in posizione di aperto.

#### Caratteristiche elettriche

- Corrente nominale termica 2500 A;
- potere di chiusura in cortocircuito almeno 80 KA di cresta;
- tensione di isolamento adatta a sopportare le sovratensioni tipiche della linea di trazione elettrica (comunque non inferiore ad 1,8 KV);
- tensione nominale 750 V c.c.;
- tensione permanente massima 900 V c.c.;
- tensione non permanente massima 950 V c.c.;
- potere d’interruzione a 750V c.c.: 2500 A durata 0,25 s.;
- distanza d’isolamento attorno all’apparecchio almeno 40 mm;
- comando motorizzato 230V 50Hz monofase con comando di soccorso rinviato con opportuni leveraggi;
- resistenza meccanica con almeno 10.000 cicli;
- contatore per la numerazione delle manovre di apertura e chiusura dell’apparecchio;
- blocchi a chiave per impedire manovre errate.

#### NORME DI RIFERIMENTO

Norme CEI ed antinfortunistiche vigenti;

Norma CEI EN 50123-1;

Norma CEI EN 50123-4;

NFC 20 040 categoria D o equivalente;

NFF 41023 IEC 947 - 3 NFC 15 100 o equivalenti;

Norma IEC 801 - 4 o equivalente;

Norma IEC 529 o equivalente.

#### PROVE E COLLAUDI

Si possono distinguere in prove sulle apparecchiature per accertare la rispondenza ai requisiti costruttivi e prove sull'impianto completo per verificare la correttezza delle modalità e funzionalità delle installazioni.

Le prove sulle apparecchiature sono da intendere eseguite presso il Costruttore con riferimento alle norme CEI 50123-4.

#### CERTIFICAZIONI

Il fornitore dovrà presentare referenze e certificazioni comprovanti analoghe realizzazioni già effettuate per impieghi di trazione elettrica sul campo ferrotranviario.

### 17.6 SPECIFICHE TECNICHE PER LE APPARECCHIATURE BT

#### QUADRO BASSA TENSIONE DI SOTTOSTAZIONE

Le apparecchiature ed i materiali, devono essere realizzati in conformità con quanto prescritto dalla edizione in vigore delle Norme CEI e varianti applicabili anche se non espressamente citate nell'elenco che segue.

I materiali ove richiesto devono essere di tipo approvato ed in accordo con le norme UNI e con le prescrizioni delle Leggi, Decreti e Circolari applicabili.

Inoltre, dove previsto, tutti i materiali devono essere dotati del Marchio Italiano di Qualità (I.M.Q.).

Il quadro, così come tutti gli accessori relativi, deve essere dotato di marcatura CE riguardante la compatibilità elettromagnetica, nel rispetto della Direttiva CEE 89/336, trasposta in legge dallo Stato Italiano con D.L. 476 del 04/12/92

Di seguito si elencano le principali norme:

CEI 70-1 ed.1980 "Classificazione dei 70-1 V1 1989 gradi di protezione degli involucri".

CEI 17-13/1 ed.1990 "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte I: Prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS)".

CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 KV in c.a. e a 1,5 KV in c.c.".

CEI 17-5 "Interruttori automatici per c.a. e tensione nominale non superiore a 1 KV e per c.c. e tensione nominale non superiore a 1,2 KV".

CEI 22-3 "Alimentatori stabilizzati con uscita in c.c.. Parte I: Termini e definizioni".

CEI 22-4 "Alimentatori stabilizzati con uscita in c.c.. Parte II: Valori assegnati e prestazioni".

CEI 22-5 "Alimentatori stabilizzati con uscita in c.c.. Parte IV: Prove diverse da quelle concernenti i radiodisturbi".

CEI 20-11 "Caratteristiche tecniche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine dei cavi per energia".

#### DATI AMBIENTALI

(riferiti al locale ove è installato il quadro)

temperatura ambiente: max +40°C; min -5°C

umidità relativa: 95% massima

Grado di protezione

L'involucro esterno assicurerà un grado di protezione non inferiore a IP31 (secondo CEI 70-1 e IEC 529)

#### CARATTERISTICHE TECNICHE

Il quadro sarà suddiviso nelle seguenti sezioni:

- sezione normale c.a., contenente tutti gli interruttori di protezione delle utenze a 380/220 V c.a.

- Tensione nominale 380/220 Vca
- Frequenza nominale 50 Hz
- Tensione di isolamento 2,5 kV
- Corrente nominale 400 A
- Icc simmetrica (Ics calcolata) max 10 kA;

- sezione di assoluta continuità c.a., alimentata da UPS e contenente tutti gli interruttori di protezione delle utenze a 380/220 V c.a.

- Tensione nominale 380/220 Vca
- Frequenza nominale 50 Hz
- Tensione di isolamento 2,5 kV
- Corrente nominale 100 A
- Icc simmetrica (Ics calcolata) max 10 kA;

- sezione 110Vcc, alimentata dal Carica Batterie 110Vcc e contenente tutti gli interruttori di protezione delle utenze a 110Vcc

- Tensione nominale 110Vcc
- Tensione di isolamento 2,5 kV
- Corrente nominale 100A
- Icc simmetrica (Ics calcolata) max.10 kA;

- sezione 24Vcc, alimentata dal Convertitore 110Vcc/24Vcc e contenente tutti gli interruttori di protezione delle utenze a 24Vcc

- Tensione nominale 24Vcc
- Tensione di isolamento 2,5 kV
- Corrente nominale 50 A
- Icc simmetrica (Ics calcolata) max.10 kA.

#### RISPONDEZZA ALLE LEGGI

1. Le apparecchiature elettriche installate dovranno essere conformi alle norme CEI, UNI ed IEC applicabili nonche' al D.Lgs 09/04/2008 n. 81, e successivi aggiornamenti e al D.M. 37/2008.

2. Legge 5 novembre 1971 n. 1086

3. Circolare M. LL.PP. n. 20244 del 30 giugno 1980.

4. Circolare Cons. Sup. LL.PP. n. 6090 punto 4.6.

5. Legge 2 febbraio 1974 n. 64

6. Legge 24 gennaio 1986

7. Legge 3 Dicembre 1987 (norme per le costruzioni prefabbricate).

8. Circolare M.LL.PP. 16 marzo 1989 n. 31104.

9. Legge 12 febbraio 1982 (norme carichi e sovraccarichi)

10. Circolare M. LL.PP. 24 maggio 1982 n. 22631

11. D.L. 626/94 e successive modifiche ed integrazioni

#### PROVE

Le prove si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

- prove di tipo, sostituite dai certificati di prova;
- prove individuali (di accettazione).

Le prove individuali (di accettazione) saranno eseguite su tutti gli scomparti e i relativi componenti.

Nel corso della fornitura, dovrà essere fornito un programma di tutte le prove individuali che si effettueranno sui vari componenti.

Si intendono prove individuali tutte quelle che non sono esplicitamente dichiarate di tipo.



#### CERTIFICATI DI PROVE DI TIPO

In alternativa può essere accettata la certificazione relativa a prove di tipo eseguite presso il CESI o laboratorio legalmente riconosciuto per apparecchiature con caratteristiche analoghe a quelle richiamate nella presente specifica.

Verranno forniti i certificati relativi alle seguenti prove di tipo:

- Verifica dei limiti di sovratemperatura (su uno scomparto a campione per ognuna delle quattro sezioni principali: normale, continuità, 110Vcc e 24Vcc);
- Prova per la verifica del livello di isolamento;
- Prova di idoneità dei circuiti principali e di terra a sopportare correnti di picco e di breve durata;
- Verifica della tenuta ai cortocircuiti (derivate da quadri con applicazioni simili).

#### PROVE INDIVIDUALI (DI ACCETTAZIONE)

##### *Prove sui componenti*

Prima del montaggio, sugli scomparti dovranno essere eseguite le prove individuali (di accettazione) previste dalle Norme CEI.

Le singole unità costituenti il quadro dovranno essere montate nell'officina del Costruttore, complete di tutte le apparecchiature principali ed ausiliarie.

Prima delle prove sul quadro dovranno inoltre essere assiate tutte le unità costituenti ciascun quadro.

In particolare verranno provate le apparecchiature di seguito elencate:

- Interruttori
- Cavi
- Apparecchi di comando e segnalazione
- Strumenti
- Relé di protezione
- Trasformatori di corrente e shunt
- Manipolatori

### *Prove sul quadro*

Saranno eseguite preliminarmente verifiche sulle strutture meccaniche e sui vari cicli di verniciatura.

Prima delle prove sul quadro dovranno essere realizzati i collegamenti elettrici fra le unità costituenti il quadro.

Sul quadro saranno eseguite tutte le prove previste dalle Norme tra le quali quelle di seguito elencate:

- controllo a vista e dimensionale del complesso e delle singole parti;
- prove di funzionamento meccanico, con particolare riguardo alla verifica degli interblocchi ed arresti meccanici relativi all'introduzione in cella ed all'estrazione degli interruttori;
- controllo intercambiabilità delle apparecchiature in versione estraibile di eguale portata;
- prove di sequenza di manovra;
- prove dei dispositivi elettrici di manovra, da effettuarsi su tutte le unità del quadro, con tensione di comando pari all'85% del valore nominale;
- prove di tensione a frequenza industriale;
- Prima e dopo l'applicazione della tensione verrà misurato l'isolamento fra ciascuna fase o polarità e le altre che saranno collegate a massa, tra le singole fasi o polarità, dei cavi di distribuzione dei circuiti ausiliari in c.c. e in c.a.;
- Controllo elettrico e di funzionamento dei circuiti ausiliari, esteso a tutti i circuiti del quadro verificando:
  - la corretta inserzione delle protezioni;
  - il corretto funzionamento delle protezioni;
  - il corretto funzionamento delle logiche di comando, segnalazioni e i tempi di ritardo delle logiche;
  - verifica giro fili;
  - prove di funzionamento meccanico;

- prove dei dispositivi ausiliari;
- Verifica sequenza allarmi centralina.

L'elenco completo delle prove sarà inserito, a cura del Costruttore, nel PFC.

#### GRUPPO STATICO DI CONTINUITA'

Ciascun sistema dovrà essere composto da due centraline UPS in parallelo (una di riserva all'altra), che condividono un unico armadio batterie . In caso di avaria di entrambi gli UPS dovrà essere previsto un by-pass manuale munito di stabilizzatore .

Funzioni che dovranno essere esplicate dall'UPS:

fornire la corrente alternata necessaria al funzionamento delle utenze privilegiate di linea in c.a.;

mantenere in carica di compenso le batterie per l'alimentazione di emergenza;

ricaricare a fondo le batterie in caso di loro utilizzo;

segnalare localmente e al centro di telecontrollo eventuali sue anomalie.

I valori della corrente di mantenimento e di carica a fondo devono essere adeguati al tipo di batteria adottato.

Ciascun UPS dovrà avere le seguenti caratteristiche.

La configurazione parallelo modulare permetterà di condividere l'alimentazione del carico dagli inverter o dalle linee di riserva di ciascun UPS.

Il controllo e il monitoraggio del sistema sarà realizzato effettuato automaticamente tramite i comandi dei singoli UPS.

Ogni Sistema Statico di Continuità (UPS) sarà composto dalle unità funzionali di seguito elencate:

Raddrizzatore / carica batterie;

Inverter;

Commutatore statico;

Batterie.

## 18. CAVI DI ALIMENTAZIONE

## 18.1 GENERALITÀ

Oggetto della seguente specifica tecnica sono la fornitura di tutti i materiali, l'esecuzione di tutte le opere e quant'altro occorre per i lavori di scavo e di posa in opera dei cavi elettrici in trincea, in galleria, in cunicolo ed in polifora, inclusi gli eventuali rifacimenti stradali, per l'alimentazione della linea di contatto.

L'alimentazione è derivata dalle quattro sottostazioni alla linea di contatto mediante cavi di sezione pari a 300 mmq.

Inoltre da tali sottostazioni dovranno essere derivati i cavi di collegamento per l'alimentazione in bassa tensione, di segnalamento, al fine di assicurare il pieno funzionamento delle apparecchiature di sezionamento amperometriche, di segnalazione e di informazione all'utenza, poste lungo il tracciato, descritte nelle specifiche tecniche relative.

## 18.2 DESCRIZIONE PARTICOLAREGGIATA DEI LAVORI - POSA DEI CAVI IN TRINCEA

I lavori comprendono:

- l'esecuzione degli scavi per ricavare le canalizzazioni destinate a ricevere uno o più cavi. Sono compresi in detti scavi il disfacimento della pavimentazione stradale e del sottofondo e l'apertura delle trincee. Alle scarpate laterali degli scavi dovrà essere garantita la stabilità durante la posa dei cavi, anche quando sui bordi vengono depositati degli stessi. La larghezza degli scavi sarà misurata sul fondo degli stessi;
- la posa dei cavi;
- il collocamento in opera delle protezioni dei cavi, che consistono in tubi di PVC o in altro modo secondo le prescrizioni date dalla Direzione Lavori caso per caso;
- il getto di un ulteriore strato di malta cementizia al di sopra del piano delle protezioni per tutta la lunghezza di esse;
- l'asportazione ed il trasporto a discarica delle terre provenienti dagli scavi e di tutti i rottami e materiali non utilizzabili comunque residuati dopo il rinterro;

- realizzazione di pozzetti di ispezione ogni 30 mt circa delle dimensioni interne utili pari a 0,50 x 1,50 x 0,40 mt.

### 18.3 SICUREZZA FISICA DEI LAVORATORI

L'impresa dovrà consegnare all'Amministrazione il PSC (Piano sicurezza e coordinamento) nel rispetto del D.lgs.9 aprile 2008 n.81. Tale piano deve essere messo a disposizione delle autorità competenti preposte alle verifiche ispettive di controllo dei cantieri prima dell'inizio dei lavori e comunque non oltre trenta giorni dalla data del verbale di consegna degli stessi. Il piano sarà aggiornato di volta in volta e, nell'ipotesi di associazione temporanea di impresa o di consorzio, detto obbligo incombe all'impresa mandataria o designata quale capogruppo.

### 18.4 MODALITÀ PER L' ESECUZIONE DEI LAVORI

La posa di ciascun cavo dovrà essere eseguita di pari passo con lo scavo. L'impresa dovrà uniformarsi, sotto la sua esclusiva responsabilità, a tutte le leggi ed i regolamenti in vigore ed a quelli che saranno emanati durante il corso dell'appalto, nonché a tutte le disposizioni comunali con particolare riguardo a quelle indicate nelle licenze per l'esecuzione del lavoro. Ad attuare il rilascio di tali licenze ed autorizzazioni provvederà la stessa ditta appaltatrice.

### 18.5 PROVE SUI MATERIALI

I materiali forniti dalla ditta dovranno rispondere alle norme tecniche vigenti, CEI, UNEL ed UNI.

### 18.6 CONDOTTA DEI LAVORI

I lavori dovranno essere condotti con solerzia, perizia e perfetta regola d'arte impiegando mezzi adeguati all'importanza dei lavori ed al tempo assegnato a compierli.

I lavori dovranno essere condotti in modo da non intralciare, più di quanto comporti l'assoluta necessità, la circolazione dei veicoli, il libero passo di pedoni e l'accesso alle case e negozi: circolazione, libero passo e accessi che dovranno comunque essere garantiti. Alla fine di ogni giornata i mezzi d'opera e i materiali di ogni specie dovranno essere disposti, a cura e spese

dell'Impresa, in luoghi appartati ove rechino il minor incomodo; inoltre i materiali da trasportarsi alle discariche dovranno essere allontanati dalle zone dei lavori non oltre il tramonto.

## 19. LINEA DI CONTATTO

---

### 19.1 DESCRIZIONE DELL' IMPIANTO

La linea deve poter essere percorsa dalle vetture tranviarie previste in progetto e descritte in capitolato.

La linea di contatto, destinata a funzionare a 750 V in corrente continua, è costituita da singolo filo di contatto per ogni corsia, con collegamenti equipotenziali tra le due rotaie, posti ogni 100 metri circa.

Ogni filo di contatto sarà di sezione nominale pari a 120 mmq 120 UNEL 70611/71, con tiro di 1200 da N regolato con sistemi di compensazione. La linea di contatto è realizzata di norma con sospensione su palo, su gancio ed a mensola secondo le varie necessità.

Il filo di contatto deve essere posato con un tiro pari a circa 900 daN in modo da garantire il regolare contatto tra pantografo e conduttore nelle diverse condizioni di temperatura ambientale.

I sostegni sono realizzati con pali poligonali metallici.

Il materiale metallico deve essere in acciaio inossidabile o in lega di rame. Non è ammesso l'uso di acciaio non inossidabile, salvo che per i pali ed i ganci a muro.

In particolare, si dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

- i morsetti terminali per le funi in materiale sintetico devono essere in acciaio inox e del tipo indicato dal fornitore delle funi;
- le sospensioni in vetroresina devono essere adatte al tipo di fune utilizzata (parafil);
- i complessi di poligonazione, in acciaio inox, devono avere sezione quadrata e devono essere a richiesta regolabili in lunghezza.

## 19.2 SOSPENSIONI

La sospensione tipo è realizzata mediante tiranteria trasversale in materiale sintetico, sostenuta mediante appoggi costituiti da pali metallici di tipo rastremato, ganci a muro e mensole.

Per la realizzazione di tiranti si utilizzerà il tipo di fune che presenti un carico di lavoro non superiore al 40% del carico di prova a trazione, calcolato tenendo conto delle sollecitazioni dovute al carico ed al vento (norme CEI 9.2).

## 19.3 POLIGONAZIONE

La poligonazione viene indicata nei limiti di  $\pm 30$  cm.

Il passo di poligonazione (distanza massima fra i due punti positivi di poligonazione successivi più distanti dalle rotaie) è di circa 100 m.

## 19.4 ALTEZZA SUL PIANO DEL FERRO

Il piano di contatto è pari a poco più di 5 m circa rispetto al piano del ferro, comunque nel rispetto dei limiti previsti dalle norme CEI 9.2.

Eventuali raccordi di altezza devono essere realizzati con variazione di altezza non superiore ai 2 mm per metro di linea 2 ‰ (due per mille).

## 19.5 DISTANZE DI SICUREZZA

Per le distanze di sicurezza delle parti in tensione della linea di contatto da opere fisse, come parti metalliche o manufatti murari, devono essere osservate le Norme UNIFER CEI 9.2 e successiva var. V1.

La distanza minima della generatrice di ciascun palo rispetto alla rotaia più vicina deve essere minimo pari a 1,40 m in rettilineo, in curva tale distanza varia secondo il raggio.

## 19.6 SCAMBI

Nel tracciato in oggetto verranno realizzati diversi scambi localizzati nei capolinea, all'innesto con via Nazario Sauro e con la direttrice che conduce al deposito.

Tali scambi saranno attuati mediante sistema di radioazionamento, che verrà comandato mediante opportuni apparati radio presenti a bordo della vettura.

La posizione degli aghi degli scambi verrà indicata mediante opportuni sistemi di segnalamento del tipo semaforico.

I limiti di utilizzo, fissati dagli schemi generali relativi, implicano l'impianto e la scelta di deviatori diversi sui tracciati delle linee.

Lungo il tracciato si possono riscontrare:

- scambi semplici;
- comunicazioni semplici;
- comunicazioni doppie;
- bivij;

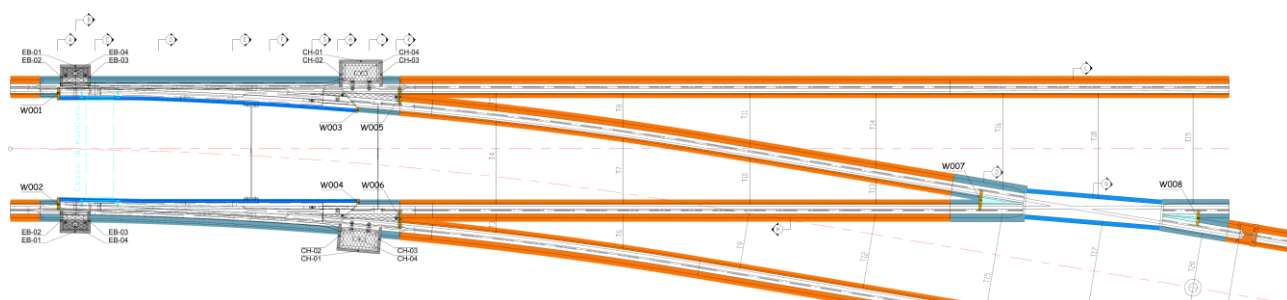
Le caratteristiche generali degli scambi sono le seguenti:

Gli scambi sono progettati e costruiti con profili d'acciaio e rotaie a gola di profilo compatibile con la rotaia impiegata (60R2), tenendo anche conto delle caratteristiche dei carrelli e del tipo di ruota impiegata sul veicolo.

Gli scambi sono inseriti in tracciati senza sopraelevazione.

Gli scambi previsti saranno attrezzati di tiranti isolati e sono rivestiti del sistema ERS SP che, insieme, garantiscono il mantenimento della geometria dello scambio gettato nella soletta di calcestruzzo di bloccaggio.

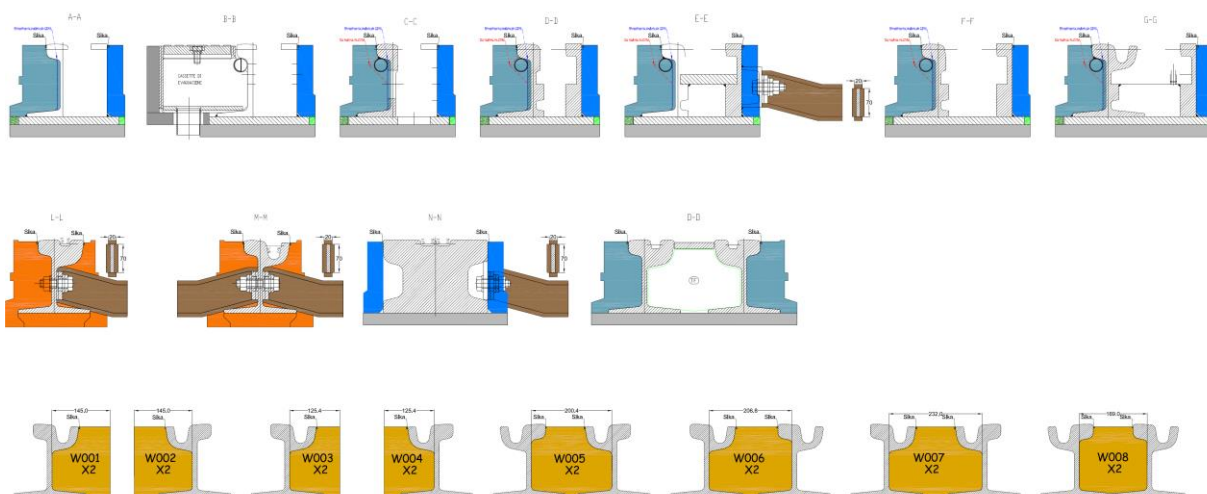




Esempio scambio semplice

I telai degli scambi della linea saranno costituiti da una serie di elementi in acciaio meccano-saldato e da due aghi flessibili di durezza almeno 900 Mpa bullonati sul telaio.

I cuori degli scambi sono monoblocchi lavorati nella massa d'acciaio di durezza 800 Mpa con gambini saldati.



Esempio sezioni trasversali scambio semplice

Le controrotaie sono fabbricate sulla base di profili compatibili con il profilo 60R2. La protezione del cuore è ottenuta attraverso l'ispessimento della faccia interna della gola del profilo lavorato.

Gli scambi sono progettati secondo le norme VDV OR 14.2 che consentono l'impiego di ogni tipo di cassa di manovra (motorizzata o manuale); le casse di manovra saranno installate secondo i criteri di cui al sottosistema segnalamento.

Al fine di limitare eventuali inconvenienti di esercizio causati dal gelo, tutti gli scambi sono predisposti per accogliere il dispositivo di riscaldamento elettrico degli aghi e solo gli scambi utilizzati per l'esercizio della linea sono attrezzati da resistenze.

Nella punta dell'ago, saranno previsti scaricatori di evacuazione dell'acqua meteorica, collegati alle casse di manovra degli scambi, che sono allacciati al sistema di drenaggio generale della sede progettato dalle opere civili.

La linea aerea di contatto sarà realizzata sopra gli scambi in modo da assicurare il corretto scorrimento del pantografo, senza pericoli di impigliamento sia per i tram che percorrono la rotaia principale o la rotaia secondaria, sia per quelli che debbono, per necessità contingente, operare manovre in retromarcia.

#### 19.7 ALIMENTAZIONI E SEZIONAMENTI

Le linee di contatto delle due corsie di linea sono tra loro allacciate mediante collegamenti equipotenziali, ma sono interrotte da sezionamenti attuati con appositi isolatori di sezione per linea aerea.

Il sezionamento elettrico deve permettere il passaggio del pantografo alla velocità massima consentita dalla via senza produrre archi tali da danneggiare la parte isolante.

- Conformità alle norme VDE 0441 e caratteristiche elettriche secondo CEI UNEL 7926.

#### 19.8 CAVI DI ALIMENTAZIONE

L'alimentazione è derivata dalle quattro sottostazioni alla linea aerea di contatto mediante cavi di sezione pari a 300 mmq secondo le modalità tecniche previste nelle specifiche relative ai cavi di alimentazione.

## 19.9 COLLEGAMENTO A TERRA DEI PALI

Ciascun palo di sostegno deve essere collegato a terra tramite una treccia di rame ( $S=63$  mm), di adeguata lunghezza, ed una "puntazza" d'acciaio da interrare per una profondità di almeno 2,5 metri, ovvero dovrà realizzarsi un collegamento tramite treccia di rame sez. 120 mmq lungo le polifere di servizio.

## 19.10 FORNITURA DEI MATERIALI

Tutti i materiali (pali, mensole, fili di rame, tiranti sintetici, morsetteria, cavi di alimentazione, scambi aerei, interruttori, piastre di sezionamento, trecce equipotenziali, collari, bulloneria, puntazze, cemento, sabbia per fondazioni ecc.) occorrenti per la costruzione e per rendere gli impianti di linea aerea perfettamente funzionanti, dovranno essere forniti dall'Impresa aggiudicataria.

Tutti i materiali dovranno essere indicati sui disegni allegati e comunque conformi alla normativa vigente (CEI, UNIFER, UNI, UNEL, ecc.); in particolare i conduttori di contatto dovranno essere rispondenti alle norme CEI-UNEL 70611 - 71 tipo A e le funi secondo le norme CEI-UNEL 79825-88.

I materiali impiegati devono risultare di alta qualità: a tal proposito l'Ente Appaltante rifiuterà materiali provenienti da costruttori sprovvisti di certificazione di qualità in merito al ciclo produttivo (standard UNI-EN 29000/1/2/3/4).

---

## 20. SEGNALAMENTO

---

### 20.1 SISTEMA DI SUPERVISIONE E CONTROLLO DELL'ESERCIZIO

Il Sistema di Trasporto dovrà essere dotato di un Sistema di Supervisione e Controllo tranviario in grado di essere di ausilio al conducente nella marcia a vista per permettergli di garantire i requisiti prestazionali di sistema richiesti. Il Sistema di Segnalamento assicura i transiti in sicurezza nei tratti singolari di linea quali:

zone di manovra: capolinea o bivi

zone a scarsa visibilità: tunnel, sottopassi o curve

nei tratti di circolazione banalizzata a singolo binario

intersezioni con viabilità ordinaria (incroci stradali, pedonali)

intersezioni tra le linee tranviarie.

In tali aree, saranno previsti degli apparati che permettono di ottenere un adeguato livello di sicurezza al fine di garantire i transiti dei veicoli onde evitare collisioni e/o deragliamenti al transito dei veicoli sui deviatoi.

Il sistema di Supervisione e Controllo dell'esercizio viene denominato Sistema di Segnalamento.

Il Sistema di Segnalamento dovrà garantire lungo le linee i transiti in sicurezza dei veicoli sui deviatoi manovrati elettricamente a seguito del comando impartito dai conducenti. Inoltre, dovrà impedire una manovra errata quando l'altro binario è percorso da un altro veicolo.

Il sistema di segnalamento è costituito principalmente dai seguenti impianti integrati nel contesto del modello tranviario:

- impianto di segnalamento di linea
- impianto di localizzazione e regolazione tram
- impianto di priorità semaforica.

Lo scopo di tali impianti sarà quello di fornire uno strumento tecnologico modulare di supervisione e controllo delle numerose e complesse funzioni che coinvolgono molti aspetti di

gestione della tramvia, quali l'instradamento, il transito in sicurezza (la logica di controllo da rendere disponibile sarà basata su sistemi a microprocessore in classe di protezione AK6), il parcheggio della flotta di tram, la priorità semaforica agli incroci stradali, la localizzazione e visualizzazione al PCC della flotta tranviaria lungo il percorso della linea, la regolazione del servizio.

Ciascun sottosistema, opportunamente configurato, sarà composto da apparecchiature elettroniche installate presso la centrale di controllo, lungo il tracciato della tramvia ed a bordo dei tram.

Caratteristica importante del sistema sarà la modularità dei suoi impianti, operativamente indipendenti e capaci di comunicare tra loro attraverso la rete di comunicazione.

Impianto di segnalamento di linea

La funzione dell'impianto di segnalamento è quella di garantire transiti sicuri in tutti quei punti della linea che possono essere potenzialmente critici in quanto interessati da "rotte", la cui attuazione contemporanea non è fattibile senza rischio di collisione.

In situazioni di questo tipo l'apparato "locale" di segnalamento garantisce l'attuazione in sequenza di fasi che consentono di servire i convogli tranviari attraverso:

- rilevamento passivo dei convogli nei c.d.b. (circuiti di binario)
- la ricezione delle richieste di attuazione (attraverso loop di comunicazione)
- prenotazione delle richieste
- il controllo e predisposizione dei segnali tranviari ed indicazione posizione aghi scambio
- verifica rotte
- blocco delle rotte conflittuali con verifica su matrice di sicurezza
- la manovra deviatori elettrici
- attuazione sequenziale delle rotte richieste.

A questa sequenza logica corrisponde una struttura di macchina che prevede sempre una ridondanza di controlli con logica di controllo basata su PLC. La segnalazione sarà costituita da un segnale a più luci. L'attuazione consisterà nel posizionare effettivamente gli scambi secondo lo schema previsto. Le rotte saranno delimitate da c.d.b..

Quindi l'impianto di segnalamento gestisce intere aree garantendo i transiti di un veicolo in sicurezza impedendo di fatto la formazione di rotte incompatibili da parte di un altro veicolo.

#### Impianto di localizzazione e di regolazione

Un requisito fondamentale per la supervisione della flotta tranviaria è rappresentato dalla possibilità di visualizzare, sull'interfaccia operatore delle posizioni interessate, la posizione dei convogli tranviari, sia in linea in modo continuo che in deposito per zone.

Le funzioni di localizzazione del veicolo vengono espletate attraverso l'installazione di loop di comunicazione in punti della linea stabiliti in fase progettuale.

Tale dispositivi sono collegati ai relativi apparati di controllo, che provvedono a trasferire i dati di localizzazione al nodo di rete ("switch ethernet") geograficamente più vicino (posto in fermata nell'armadio di telecontrollo).

L'impianto di localizzazione si divide in:

- localizzazione in fermata
- localizzazione agli incroci.

In funzione delle caratteristiche fisiche del tracciato è possibile associare ad un apparato di localizzazione entrambe le funzioni di localizzazione in fermata e di localizzazione agli incroci ( ad esempio quando incroci semaforici stradali si trovano nelle vicinanze delle Fermate).

Pertanto i punti di rilevamento fissi lungo la linea possono essere in comune a quelli che ricevono i comandi di sincronizzazione semaforica inviati dai veicoli posizionati nei pressi degli incroci stradali intersecati dal flusso tranviario ed inoltre le stesse postazioni possono essere disposte nelle fermate.

La localizzazione inoltre viene resa continua, mediante l'apparato di bordo del segnalamento che con l'ausilio delle informazioni della linea prevaricate e la distanza fornita dall'odometro e capace di AutoLocalizzarsi e trasmettere al Posto Centrale di Controllo mediante il sistema radio la sua posizione. A tal proposito, la frequenza minima di messaggi di localizzazione via radio è definita

in funzione di limiti delle caratteristiche tecniche della stessa ed in funzione di quanto già realizzato per linea 1.

Attraverso le informazioni ricevute al Posto Centrale di Controllo il Sistema di Segnalamento realizza la funzione di “Train Descriptor”, ossia la visualizzazione della posizione del veicolo sul tracciato (fermate, incroci, capilinea) su un opportuno quadro sinottico. Verrà pertanto visualizzata l'intera flotta con l'ID tram e lo stato in cui ritrova il veicolo (anticipo, ritardo, orario, fuori servizio, etc.).

#### Localizzazione in fermata

La localizzazione in fermata prevede l'installazione di due loop, per ogni senso di marcia, uno in ingresso ed uno in uscita dalla banchina. A tali loop oltre la funzione di localizzazione sono associate altre funzionalità quali:

ai loop di ingresso alla banchina è associata la funzione di standby dell'invio dei messaggi di localizzazione del bordo tramite radio;

ai loop di uscita dalla banchina è associata la funzione di clear dei pannelli di informazione passeggeri posizionati nelle banchine della fermata stessa.

#### Localizzazione agli incroci

La localizzazione in prossimità degli incroci semaforici stradali con il traffico veicolare permette di calcolare la previsione di arrivo del mezzo tranviario con una maggior precisione. Quando tale funzione viene gestita dal Centro di Controllo viene chiamata macroregolazione della fase semaforica tranviaria.

Quando tale funzione viene gestita in periferia viene chiamata microregolazione in quanto le informazioni fornite dagli apparati dislocati lungo linea, nei pressi dell'incrocio stesso, sono puntuali e consentono di avere un maggior affinamento delle previsioni di arrivo.

Infatti il veicolo tranviario percorrendo parti di linea promiscua con il traffico veicolare potrebbe avere delle perturbazioni non prevedibili; allora si prevede di installare tre loop, per ogni senso di marcia, ad ogni incrocio semaforico con le seguenti funzioni:

- priorità
- comando
- rilascio.

Il loop di priorità, invia al regolatore semaforico l'informazione che il tram è in prossimità dell'incrocio. Il regolatore semaforico gestirà le fasi in modo da predisporre la fase tranviaria con la previsione di arrivo. Nel caso in cui il veicolo non rispetta la previsione e arrivi all'incrocio senza aver ricevuto il verde della fase semaforica, il loop di comando forzerà l'inserimento della fase tranviaria. Il loop di rilascio invierà l'informazione dell'avvenuto disimpegno dell'incrocio da parte del veicolo.

L'apparato di localizzazione periferico, per ciascun senso di marcia attraverso contatti liberi da tensione (digital output), rende disponibile al controllore semaforico le seguenti informazioni:

- presenza tram sul 1° loop (boa di priorità, 3 digital output: il veicolo che arriva è in ritardo, in orario o in anticipo);
- presenza tram sul 2° loop (boa di comando, 1 digital output: il veicolo è in prossimità dell'incrocio oppure il conducente effettua una richiesta forzata della fase semaforica da bordo);
- presenza tram sul 3° loop (boa di rilascio, 1 digital output: liberazione dell'incrocio).

E' compito del controllore semaforico o del centro UTC Tranvia attuare le fasi semaforiche in funzione delle informazioni ricevute.

### Regolazione della marcia

Al posto centrale il Sistema di Segnalamento invia al sistema di telecontrollo ed al sistema di controllo semaforico rispettivamente le previsioni di arrivo del mezzo tranviario in fermata ed agli incroci.

Il Sistema di Segnalamento svolge inoltre la funzione di regolazione del traffico tranviario.



Nel caso di indisponibilità del sistema radio, il sistema di bordo effettua in locale le operazioni di regolazione, determinando autonomamente lo stato di ritardo/anticipo, in funzione di parametri preimpostati. Ciò è possibile in quanto esso dispone delle tabelle orarie previste per un dato servizio e dei dati forniti dall'odometro di bordo.

Il caricamento del file di servizio avviene generalmente in deposito nelle apposite aree di carico e scarico dati, all'atto della inizializzazione del veicolo, prima dell'uscita dall'area di deposito.

Inoltre, al termine della corsa, sempre nelle suddette aree di carico e scarico dati, il veicolo trasferisce al Posto Centrale di Controllo i dati di manutenzione ed archiviazione statistica.

Il sistema di Posto Centrale gestisce l'invio real time delle informazioni di allarme da bordo tramite il sistema radio (ad es. fault di odometro, allarme apertura porte, uomo morto, etc.).

## 21. TELECONTROLLO IMPIANTI

### 21.1 TELECONTROLLO IMPIANTI FISSI

E' previsto un sistema di telecontrollo degli impianti fissi costituito da una rete di PLC nelle fermate e da una parte di supervisione al Centro di Controllo (PCC), dedicata in particolare alla supervisione degli allarmi degli impianti non-TE (Trazione Elettrica) presenti presso le fermate. La funzione del sottosistema di telecontrollo degli impianti fissi è la gestione degli allarmi provenienti dalle apparecchiature dei sistemi che costituiscono l'insieme degli impianti tecnologici della tranvia.

Il sistema di supervisione è integrato nella piattaforma SCADA su cui si basa il sistema di telecontrollo di PCC. La raccolta degli allarmi e della diagnostica delle apparecchiature è realizzata mediante PCL distribuiti nelle fermate e nelle SSE. Per i PLC nelle fermate una parte degli I/O sono dedicati alla raccolta allarmi degli apparati di fermata e del quadro elettrico.

Gli apparati oggetto della presente Specifica Tecnica dovranno essere installati: nel locale tecnico del PCC (Posto Controllo Centrale) che costituisce il punto di raccolta e distribuzione centrale

delle tele comunicazioni della tramvia, nei locali tecnici del deposito e nei concentratori (armadi di Telecontrollo) delle singole fermate.

Gli apparati del PCC e delle fermate sono collegate tramite una rete multiservizio che avrà il compito di supportare tutte le comunicazioni audio, video e dati necessarie per l'operatività della Tramvia e alla gestione del sistema completo di Telecontrollo (Telecomunicazioni e SCADA impianti fissi).

L'intero sistema di telecomunicazioni sarà gestito da un sistema integrato di controllo tramite postazioni operatore installate presso la sala di controllo del Fabbricato Direzionale del PCC .

Di seguito sono elencati i sottosistemi che utilizzeranno la rete Multiservizio come dorsale di comunicazione:

Sottosistema AMOS e SCADA Allarmi impianti fissi: gestirà in modo integrato tutti sottosistemi di comunicazione, permettendo agli operatori del PCC un operatività semplificata tramite interfaccia grafica specializzata per il tipo di gestione; il sistema SCADA invece, provvederà a raccogliere gli allarmi provenienti dalle fermate ed attuare comandi su richiesta degli operatori al PCC;

Sottosistema Diffusione Sonora: consentirà la diffusione sonora nelle fermate di messaggi informativi provenienti dal PCC ed indirizzati agli utenti ed al personale di servizio;

Sottosistema Pannelli Informativi: consentirà la visualizzazione nelle fermate di informazioni ai passeggeri, generalmente relative ai tempi di attesa dell'arrivo del veicolo ed eventuali ritardi;

Sottosistema di Telefonia IP: consentirà la comunicazione in fonia tra gli operatori sia nelle fermate ed il PCC e sia tra operatori di differenti fermate;

Sottosistema di Telefonia Automatica: consentirà la comunicazione in fonia tra gli uffici dell'area del Deposito e inoltre garantirà l'accesso alle linee pubbliche;

Sottosistema di Sincronizzazione Oraria : consentirà la sincronizzazione dell'ora di tutti gli orologi ed apparati degli impianti ad esso collegato;

Sottosistema Radio: consentirà la comunicazione in voce ed in dati tra gli operatori al PCC e i conducenti a bordo treno, mentre, per gli apparati installati a bordo, il sistema radio provvederà alla trasmissione dei dati diagnostici e di posizione del veicolo;

Sottosistema di Bordo: consentirà la gestione degli apparati di bordo in accordo con le operatività richieste dal centro dei controllo. Il sottosistema di bordo provvederà, inoltre, a raccogliere gli allarmi e stati provenienti dagli apparati ad esso collegati per poi trasmetterli via radio al sottosistema AMOS.

Telecomando SSE e gestione della manutenzione

E' previsto un sistema di telecomando SSE (SCADA) preposto alla supervisione, controllo e diagnostica del sistema di alimentazione, nonché un sistema di Gestione della Manutenzione preposto al supporto delle attività manutentive dell'intero impianto.

Il sistema SCADA ha il compito di centralizzare al Posto centrale le informazioni relative agli impianti di alimentazione. Permette di eseguire:

- il telecontrollo e telecomando delle SSE;
- la riconfigurazione della rete MT;
- la diagnostica delle SSE.

L'operatività sopra descritta è realizzata tramite le funzionalità messe a disposizione dal sistema SCADA. Le informazioni che dal centro viaggiano verso la periferia, definite Telecomandi (TC) (dal punto di vista dello SCADA sono degli output), permettono di impartire i comandi necessari alla gestione degli impianti sopra citati. I telecomandi possono corrispondere a comandi singoli, macrocomandi o sequenze di comandi (gestite da PLC). Le informazioni che viaggiano dalla periferia verso il centro sono definite Teleconcontrolli (TK) e sono visti dal sistema SCADA come input. I teleconcontrolli possono ulteriormente classificarsi come:

- Teleallarmi: relativi a condizioni d'anormalità o guasti;
- Telesignalazioni: relative a variazioni di stato degli organi comandati;
- Telemisure: misure analogiche d'interesse ai fini della gestione dell'impianto.

La supervisione ed il controllo dell'impianto sono realizzati attraverso l'acquisizione dei segnali provenienti dalla periferia, la gestione dei comandi operatore, il controllo sullo stato delle apparecchiature, l'acquisizione di misure e la produzione d'allarmi. Gli allarmi sono generati per mancata esecuzione di un comando impartito o in corrispondenza di determinate situazioni d'anomalia dei componenti dell'impianto.

Gli impianti d'alimentazione da gestire sono le sottostazioni elettriche di conversione e relativi servizi ausiliari, le cabine di trasformazione MT/BT, i gruppi di continuità UPS, i gruppi d'emergenza.

La gestione degli impianti d'alimentazione elettrica comprenderà:

- la verifica costante dello stato di funzionamento degli impianti attraverso teleallarmi, telesegnalazioni e telemisure;
- la riconfigurazione telecomandata delle reti di alimentazione elettrica in caso di avaria o manutenzione in modo da garantire per quanto possibile la continuità del servizio.

Il sistema di Gestione della manutenzione dell'intero impianto permette di seguire l'intero ciclo delle operazioni manutentive, tracciando le attività svolte e gli eventi inerenti le apparecchiature da mantenere.

Il sistema funziona in modalità Client/Server e si appoggia ad un database relazionale (MS SQL o Oracle).

Il prodotto è strutturato in tre macroaree principali:

- manutenzione
- inventario
- acquisti

All'interno della macroarea manutenzione, vengono definite le entità (società, linee, macchine, componenti), le richieste/ordini di lavoro (di emergenza, semplici, multioperazione), le operazioni di manutenzione preventiva, le risorse umane disponibili.

Nell'area inventario si definiscono le parti di ricambio, i magazzini, le operazioni di carico/scarico da magazzino.

Negli acquisti infine, si codificano i fornitori, si creano i cataloghi di acquisto, gli ordini e le operazioni di fatturazione.

Si possono creare le richieste di lavoro e queste possono essere convertite in ordini di lavoro. Gli OdL possono essere preventivati, inserendo le risorse necessarie al loro svolgimento (sia manodopera che materiali). La preventivazione consente di utilizzare una serie di procedure automatiche (dall'impegno dei materiali, alla creazione di liste prelievo o di ordini verso fornitori) atte a evitare che la mancanza di parti di ricambio impedisca l'esecuzione degli OdL. Agli OdL possono associarsi tutte le procedure di sicurezza ritenute necessarie. Gli OdL possono essere semplici o multioperazione.

Possono stabilirsi dei piani di manutenzione preventiva, stabilendo vari criteri per la loro generazione. Può stabilirsi la reiterazione delle operazioni in base a delle cadenze temporali (es. Ripeti l'operazione ogni 15 giorni o genera l'operazione in questo particolare periodo) o in base a dei valori misurati sul campo (es. il raggiungimento di un determinato numero di ore di funzionamento o il superamento di determinati valori di pressione o temperatura. La generazione degli ordini di lavoro porta il loro inserimento nell'archivio relativo, in cui possono essere presenti anche OdL dovuti a eventi accidentali.

## 22. IMPIANTI TRASMISSIVI ED INFORMATIVI

---

### 22.1 RETE TRASMISSIONE DATI

Il sistema di trasmissione dovrà garantire il servizio di remotizzazione in fermata di linee seriali e rendere disponibili interfacce Ethernet per ulteriori impianti della Tramvia di seguito elencati:

- Sistema di Tariffazione automatica (emettitrici e obliteratrici di titoli di viaggio)
- Sistema di Segnalamento, localizzazione e priorità semaforica
- Sistema di controllo semaforico (UTC tramvia - Controllo Urbano del Traffico).

Gli impianti per i quali il sistema garantisce politiche di Qualità del Servizio, in quanto le informazioni di propria competenza e i dati trasferiti sulla rete presentano una elevata sensibilità ai ritardi di trasmissione introdotti dalla rete stessa sono l'impianto TVCC, Telefonico e Diffusione Sonora.

Gli impianti, invece, per i quali può non essere applicata la politica della Qualità del Servizio sono lo SCADA impianti fissi, l'impianto di Sincronizzazione Oraria, i Pannelli Informativi, Tariffazione automatica e gli impianti allacciati al Line server.

Il sistema è costituito da una Rete Multiservizio, basata su Switch di Livello 3 con interfacce ethernet su portante ottica in configurazione ad anello con standard 802.3z Gigabit Ethernet, per il trasporto delle diverse informazioni dalle stazioni periferiche al Posto Centrale di comando e Controllo (PCC), mediante interfacce ethernet 10/100 Mbit.

Elementi essenziali della rete, previsti nel tratto in variante, sono i seguenti:

- nodo multiservizio di fermata
- ethernet switch
- dorsale in fibra ottica

La funzionalità del nodo di fermata è di raccolta dei servizi fonia e dati delle apparecchiature in campo (telefoni automatici, apparati di codifica audio/video, centrali orarie, etc.) per l'inserimento nella rete Multiservizio Gigabit Ethernet.

L'impiego di switch L3 nei nodi, garantisce caratteristiche adeguate in termini di switching/routing/priorità dei diversi flussi di traffico dati trasportati dalla rete in oggetto.

Funzionalità principali del sistema sono:

- Gestione del protocollo IPv4 e della suite protocollare TCP/IP;
- Gestione del protocollo di routing Spanning Tree e OSPF;
- Gestione del protocollo IGMP V2 per la gestione del multicasting;
- Configurazione e garanzia della Qualità del Servizio (QoS) in termini di priorità, banda passante, ritardo massimo, varianza del ritardo dei pacchetti, ecc.;
- Management basato su SNMP ed RMON e MIB associate;
- Gestione locale e remota tramite telnet di tipo Command Line Interface (CLI).

## 22.2 IMPIANTO TVCC

L'impianto di TVCC ha lo scopo di consentire la videosorveglianza delle fermate dislocate lungo la linea tranviaria da parte del personale operante presso il Posto di Controllo Centrale (PCC). Ciò ha il fine di:

- verificare il corretto svolgimento del servizio di trasporto passeggeri,
- agevolare il personale operativo ad effettuare le opportune richieste di intervento, presso le stesse fermate in caso di necessità,
- permettere di effettuare, da parte degli enti competenti, analisi di particolari eventi avvenuti nelle fermate, utilizzando la registrazione che il sistema TVCC fa delle immagini selezionate dagli operatori del PCC.

Il sistema si basa su una architettura periferia-centro, dove:

- il centro è costituito dall'insieme delle apparecchiature di supervisione del sistema stesso collocate nel Posto di Controllo Centrale (PCC),
- la periferia dall'insieme delle apparecchiature TVCC dislocate nelle fermate del percorso tranviario.
- La comunicazione fra centro e periferia sarà in TCP-IP ed sarà garantita dalla rete Multiservizio Gigabit Ethernet. Il sottosistema sarà gestito normalmente dal server del Sistema di Telecontrollo del PCC ed in condizioni degradate dal Degradated Mode Terminal (DMT) relativo.
- Nelle fermate sarà installata una telecamera per ciascuna banchina, in grado di tenere sotto controllo visivo tutta l'area della fermata medesima.

## 22.3 IMPIANTO DI DIFFUSIONE SONORA

L'impianto di Diffusione Sonora previsto è inserito nella struttura di telecontrollo della tramvia, ovvero il sistema che consente al personale operativo di:

- supportare la supervisione del traffico,
- effettuare la diagnostica degli impianti di telecomunicazione;
- inviare informazioni ai passeggeri nelle fermate;

- eseguire comunicazioni di servizio con le fermate e le SSE.

Il controllo del servizio di diffusione sonora è mediato tramite il sistema di telecontrollo.

L'impianto di diffusione sonora di linea ha lo scopo di consentire l'invio di annunci sonori registrati o dal vivo, da parte del personale operante presso il Posto di Controllo Centrale, in punti di diffusione quali: banchine di fermata, per fornire all'utenza informazioni sia sul traffico dei treni che di sicurezza, SSE, per fornire informazioni di servizio o di sicurezza al personale operativo.

La diffusione nelle fermate dei messaggi audio, sarà possibile in tre modalità:

- Automatica: verranno diffusi nelle fermate messaggi in accordo con gli eventi generati dal sistema di localizzazione veicoli;
- Manuale: ogni operatore avrà la possibilità di selezionare dalla sua postazione un messaggio audio da diffondere nelle stazioni e le priorità sono gestite dal sistema di telecontrollo di PCC.
- Dal vivo: ogni operatore può diffondere messaggi dal vivo verso le fermate selezionate.

Per la diffusione sonora nelle fermate sarà inoltre previsto un dispositivo per la riproduzione dei messaggi preregistrati.

Le postazioni operatore tramite l'interfaccia del sistema di telecontrollo consentono agli operatori del PCC di effettuare le operazioni di controllo e selezione dei messaggi audio preregistrati da inviare.

In ogni fermata è previsto un codec audio/video con due uscite audio, ed un amplificatore, con una coppia di diffusori sonori associati, per banchina. I codec audio/video collegati agli amplificatori provvederanno alla funzione di decodificare i flussi in ingresso in segnali audio per la diffusione sonora dei messaggi nelle fermate.

L'acquisizione degli allarmi degli amplificatori di fermata sarà fatta tramite gli apparati di fermata dello scada impianti fissi.



## 22.4 PANNELLI INFORMATIVI

Il sistema di informazioni al pubblico di tipo visivo previsto sarà realizzato tramite Pannelli informativi luminosi a 2 righe i quali, collegati con la rete Gigabit Ethernet di fermata, ricevono dal PCC le informazioni necessarie ad una corretta informazione ai passeggeri in attesa nelle fermate.

Le funzioni svolte dal sottosistema sono:

- visualizzazione dell'arrivo del treno;
- segnalazioni di eventuali ritardi;
- destinazione prossimo tram;
- visualizzazione di messaggi inviati dagli operatori del PCC.

E' stato previsto un pannello in ciascuna delle due piattaforme di imbarco sotto la pensilina, il contenitore del pannello informativo a terra sarà un contenitore da incasso in estruso o lamiera di alluminio saldato in corrispondenza dei punti di giunzione, con frontale in policarbonato antiurto e accessibilità posteriore mediante portello.

L'interconnessione tra gli apparati centrali e periferici avverrà per mezzo della rete multiservizio Gigabit Ethernet, prevista anche nel tratto in variante, ed il collegamento con l'apparato di comunicazione sarà tramite interfaccia Ethernet.

Le informazioni visualizzate saranno di tipo alfanumerico e la tecnologia utilizzata sarà a matrice di led. Ogni pannello informativo possiede una propria CPU ed è in grado di memorizzare messaggi alfanumerici standard richiamabili da operatore tramite comando. La CPU provvederà a raccogliere le informazioni diagnostiche del pannello per poi trasmetterle al centro di gestione integrato. I pannelli potranno visualizzare sia messaggi memorizzati che messaggi inviati dall'operatore, ed i messaggi potranno avere una priorità di visualizzazione diversa. I pannelli avranno la possibilità di visualizzazione del testo in modo fisso, lampeggiante, scorrevole e scorrevole lampeggiante.

## 22.5 SINCRONIZZAZIONE ORARIA

E' stato previsto un impianto di sincronizzazione oraria utilizzato sia ad uso pubblico che per esigenze di servizio, che sarà in grado di effettuare la sincronizzazione di tutti gli elementi ad esso collegati.

Gli apparati che, nel caso in esame, necessitano di sincronizzazione sono gli orologi ed i codec audio/video nelle fermate.

La sincronizzazione degli apparati avverrà utilizzando un NTP server

Il sottosistema è costituito da una parte periferica che colloquia tramite la dorsale di comunicazione (GigaEthernet) con un posto centrale che ne permette la gestione.

La parte periferica è rappresentata dalle fermate della tramvia dove sono installati un orologio digitale per ciascuna banchina.

L'orologio di fermata sarà di tipo digitale a singola faccia a led composto da matrice 40x16 pixel, e sarà integrato, in ogni fermata, all'interno di un case (carter) accanto al pannello di informazione al pubblico.

La sincronizzazione oraria degli orologi digitali di banchina è trasmessa dal posto centrale mediante la rete ethernet in fibra ottica utilizzando il protocollo NTP (RFC 1305).

## 22.6 SISTEMA DI COMUNICAZIONE RADIO TETRA

Il sistema di comunicazione radio utilizzato impiega una rete radiomobile TETRA.

Le principali caratteristiche della tecnologia TETRA vengono di seguito elencate:

- sistema di comunicazione radio digitale allo stato dell'arte, pienamente compatibile con lo standard TETRA definito a livello europeo;
- instaurazione veloce delle chiamate;
- gestione delle priorità tra le varie comunicazioni radio per far fronte alle eventuali situazioni di emergenza;
- elevata efficienza "spettrale" rispetto agli altri sistemi radiomobili;
- sicurezza delle comunicazioni, grazie a procedure di autenticazione e protezione di tipo crittografico.

La rete di trasporto, necessaria per assicurare le connessioni fra i vari elementi dell'infrastruttura fissa della rete radio-mobile, è realizzata utilizzando un collegamento in fibra ottica dedicato. Le Stazioni Radio Base (SRB) si interfacceranno alla dorsale in fibra ottica mediante opportuni convertitori ottico/elettrici.

Il sistema radio Terra-Treno è progettato per consentire, lungo le linee tranviarie, conversazioni tra il PCC ed i treni di servizio.

Le tipologie di comunicazione in fonia che saranno supportate saranno le seguenti:

- chiamata individuale (half/full duplex);
- chiamata di gruppo;
- chiamata di emergenza;
- ascolto discreto (in emergenza) della fonia in cabina da PCC.

Oltre a supportare le comunicazioni in fonia la rete radio è in grado di gestire anche le informazioni di radio-localizzazione provenienti dai tram utilizzando il servizio SDS (Short Data Services) standard della tecnologia TETRA.

## 22.7 EMETTITRICI

Gli apparati sono costituiti da emettitrici automatiche (EMETTITRICE – Ticket Vending Machine) disposte su ciascun marciapiede di ogni fermata.

Gli apparati del Posto Centrale di Controllo e delle fermate sono collegati tramite la rete multiservizio del sistema di Telecontrollo, che sarà implementata lungo il tracciato in variante.

L'emettitrice prevista è un prodotto che presenta le seguenti caratteristiche salienti:

- vendita di titoli di viaggio cartacei e rinnovo/ricarica di titoli contactless;
- interazione con l'utente basata su video a colori e tasti funzione posti lateralmente allo schermo e di significato sensibile al contesto (tipo "Bancomat");
- pagamento del servizio con monete, banconote e strumenti elettronici;
- eventuale resto erogato in monete;
- realizzazione adatta al funzionamento in esterno;
- capacità di estensione ed espansione funzionale.

L'emittitrice presenta le seguenti caratteristiche generali, che la rendono adatta al montaggio in esterno:

- carrozzeria costituita da un telaio e da lamiera in acciaio inox AISI 304, spessore 20/10, verniciato nel colore RAL standard scelto. L'adozione integrale dell'acciaio inox rende la macchina maggiormente resistente agli atti vandalici, in quanto eventuali graffi alla carrozzeria non comportano un inizio di ruggine e possono essere ripresi con maggior comodo;
- doppia porta di accesso: una porta è dedicata alla sezione di emissione, l'altra ai componenti contenenti il denaro contante. Ciascuna porta è dotata di propria serratura. Le chiavi sono diverse, in modo da non consentire al personale di gestione (ricarica biglietti) e tecnico di accedere alla sezione contenente il denaro. Le porte sono realizzate anch'esse in acciaio inox AISI 304, spessore 20/10, verniciato nel colore RAL standard;
- tetto dotato di pendenza verso il retro della macchina, per fare scaricare l'acqua piovana verso il fondo e non verso l'Utente;
- montaggio dell'accettatore di banconote con leggera pendenza verso il basso, per evitare il ristagno di acqua;
- bocchetta di introduzione monete e bocchetta introduzione banconote protette da tettuccio in policarbonato a "U" rovesciato, a maggiore protezione dalle proiezioni d'acqua piovana;
- bocchetta del "presenter" dei biglietti protetta da tettuccio in policarbonato a "U" rovesciato, a maggiore protezione dalle proiezioni d'acqua piovana;
- holder carte senza contatto dotato di "busta" in policarbonato con scarico dell'acqua piovana;
- interazione operativa basata su schermo LCD TFT a colori, da 10,4", con associato un doppio "set" di n. 4 tasti funzione in acciaio inox, diametro 17 mm, grado di protezione IP65, per la selezione delle operazioni ed opzioni desiderate;
- guarnizione in gomma, lungo tutto il bordo delle portiere; grondaia interna scarico acqua; tubi in polietilene di scarico acqua dalla vaschetta di resto e dallo shutter della bocchetta introduzione monete;



- feritoie di ventilazione (per aspirazione) poste nella parte inferiore e dotate di filtro e labirinto per evitare l'ingresso di acqua; feritoie di uscita poste nella parte superiore e dotate di labirinto per evitare l'ingresso di acqua; scarichi acqua dei labirinti verso il fondo;
- scaldiglia termostata per garantire il funzionamento alle basse temperature e la migliore conservazione dei supporti cartacei;
- dimensioni contenute (sia in altezza che larghezza) e adeguata superficie della base di appoggio, rispetto all'altezza, per garantire un migliore ancoraggio ed una conseguente migliore resistenza al rovesciamento.

## 23. LAVORI SUI SOTTOSERVIZI

### 23.1 TUBAZIONI, PEZZI SPECIALI E DISPOSITIVI DI CHIUSURA

La verifica e la posa in opera delle tubazioni saranno conformi al Decreto Min. Lav. Pubblici del 12/12/1985 (Norme tecniche relative alle tubazioni).

A tale scopo l'Impresa, indicherà la Ditta fornitrice delle tubazioni, la quale dovrà dare libero accesso, nella propria azienda, agli incaricati dell'Amministrazione appaltante perché questi possano verificare la rispondenza delle tubazioni alle prescrizioni di fornitura.

Prima di ordinare i materiali l'Impresa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori le caratteristiche, eventuali illustrazioni e/o campioni dei materiali che intende fornire, inerenti i tubi, il tipo di giunzione, i pezzi speciali, le flange ed eventuali i giunti speciali insieme al materiale illustrativo, disegni e campioni.

All'esterno di ciascun tubo o pezzo speciale, in linea di massima dovranno essere apposte in modo indelebile e ben leggibili le seguenti marchiature:

- marchio del produttore;
- sigla del materiale;
- data di fabbricazione;

- diametro interno o nominale
- pressione di esercizio;
- classe di resistenza allo schiacciamento (espressa in kN/m per i materiali non normati);
- normativa di riferimento.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate dal documento comprovante la certificazione del “sistema di qualità” della ditta fornitrice secondo le norme UNI-EN 2900 ISO 9000 e la certificazione specifica comprovante le caratteristiche tecniche rilasciata da un Istituto terzo indipendente.

L’esecuzione della posa di tutte le tubazioni per uso fognario prevede una protezione esterna in calcestruzzo così come riportato nei disegni progettuali.

La posa in opera degli elementi deve sempre avvenire su fondazione rigida in c.a, verificata a resistere alle sollecitazioni taglienti, conseguenti a cedimenti differenziali del terreno. La fondazione é armata con rete elettrosaldata 10 cm x10 cm, di diametro minimo di 10 mm.

Il rinfiacco in calcestruzzo che circonda la tubazione deve avere uno spessore variabile da 15 a 35 cm come indicato nei disegni dei particolari costruttivi.

#### A) Tubi in polietilene ad alta densità

I tubi e i pezzi speciali dovranno avere caratteristiche rispondenti alle norme: UNI EN 12201-1 e 12201-2 del 2012/2013 - UNI 7616 - UNI PLAST 402 - Istituto Italiano dei Plastici 312 -Circolare Ministero Sanità n. 102 del 02/12/78.0

Le tubazioni usate per condotte idriche in pressione dovranno rispettare le pressioni nominali richieste, non riportare abrasioni o schiacciamenti. Sulla superficie esterna dovrà essere leggibile l’indicazione della sezione e della pressione nominale e la sigla dell’istituto Italiano Plastici.

La giunzione dei tubi, dei raccordi, dei pezzi speciali e delle valvole di polietilene deve essere conforme alle corrispondenti prescrizioni del prEN 1555-5 e deve essere realizzata, a seconda dei casi, mediante:

- saldatura di testa per fusione, mediante elementi riscaldanti (termoelementi) in accordo a UNI 10520;

- saldatura per fusione, mediante raccordi elettrosaldabili in accordo a UNI 10521;

Prima della saldatura i tubi di polietilene dovranno essere perfettamente puliti con adeguate attrezzature da qualsiasi materiale estraneo che possa viziare il futuro esercizio della condotta. Sulle teste da saldare la pulizia dovrà avvenire sia all'esterno che all'interno per almeno 10 cm di lunghezza. Eventuali deformazioni o schiacciamenti delle estremità dovranno essere eliminate con tagli o corrette utilizzando le ganasce della macchina saldatrice. Le superfici da collegare con manicotto elettrico (elettrosaldabile) dovranno essere preparate esclusivamente a mezzo di apposito raschiatore meccanico per eliminare eventuali ossidazioni della superficie del tubo. Le macchine ed attrezzature usate per il montaggio delle tubazioni in polietilene dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L.

I tubi da saldare dovranno essere appoggiati su appositi rulli di scorrimento ed essere tenuti dalla stessa attrezzatura in posizione perfettamente coassiale. Prima della saldatura, se le facce da unire non si presentano perfettamente parallele e combacianti, le estremità dovranno essere intestate con apposita attrezzatura a rotelle in maniera da rispondere a questo requisito.

Prima della saldatura le tubazioni dovranno essere perfettamente asciutte, prive di qualsiasi traccia di umidità.

Nel corso della saldatura e per tutto il tempo di raffreddamento, la zona interessata dovrà essere protetta da sole diretto, pioggia, neve, vento e polvere.

I tubi e pezzi speciali al momento della posa dovranno essere battuti leggermente con martello per verificarne l'integrità.

Se risponderà con suono metallico (cristallino) sarà considerato accettabile, se invece il suono sarà rauco verrà scartato ed allontanato dal cantiere.

B) Tubazioni in cemento

Tubazioni in cemento dovranno di norma avere lunghezza non inferiore a m 2,00 prefabbricate in calcestruzzo vibrocompresso a sezione circolare armata, con o senza base piana d'appoggio e bicchiere esterno, con incastro a bicchiere e guarnizione di tenuta in gomma sintetica con profilo a delta, posizionata sul giunto maschio, conforme alle norme UNI EN 681-1, DIN 4060, prEN 681.1, atte a garantire la tenuta idraulica perfetta ed una pressione interna di esercizio non inferiore a 0,5 atmosfere.

La posa sarà preceduta dall'applicazione sull'imbocco femmina del tubo di apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa. Le tubazioni avranno sezione interna richiesta in progetto e dovranno rispondere alle prescrizioni previste dalla normativa contenuta nel Progetto di Norma UNI U73.04.0960, DIN 4035, UNI 8520/2, UNI 11417-1, D.M. 12-12-1985 e circolare Ministero LL.PP. n. 27291 del 02-03-1986 e D.M. 14-02-1992, esenti da fori passanti.

La resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 45 MPa (450 kg/cmq).

L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo non dovrà superare l'8% in massa.

Le aziende produttrici dovranno allegare, durante tutto il corso della fornitura, la documentazione di fabbrica inerente i controlli dimensionali, le prove distruttive e le prove di tenuta idraulica eseguite sulla fornitura stessa. Le tubazioni dovranno essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lettere B), D), E), della legge 10-05-1976 n.3 19, recante norme per la tutela delle acque dell'inquinamento compreso ogni altro onere per dare la lavorazione finita a regola d'arte.

C) Tubazioni in gres ceramico per posa a spinta con tecnologia microtunneling

#### Sistemi di giunzione

Gomma elastomerica ed acciaio (giunzione V4A tipo1) oppure manicotto d'acciaio inossidabile al mobildeno (giunzione V4A tipo 2) ed anelli di tenuta incorporati sul tubo. I tubi verniciati



internamente ed esternamente dovranno essere conformi alla norma UNI EN 295 parte 7 con DN/di espresso in mm, lunghezza della tubazione espressa in metri, secondo i valori tecnici indicati nel prospetto di seguito dove i simboli FN1 ed FN2 hanno il seguente significato:

- FN1 carico massimo di sicurezza per regolazione manuale, coefficiente di sicurezza 2,0 e 2,0 (dimensionamento standard)
- FN2 carico massimo di sicurezza per regolazioni automatiche, coefficiente di sicurezza 2,0 e 1,6.

Il carico di spinta di progetto è un valore espresso in kN, dichiarato dal produttore in base alla resistenza alla spinta, progettazione specifica della giunzione e dell'anello di gomma.

DN/di	Carico di spinta di progetto (rottura) F (kN)	Carico di spinta di lavoro (sicurezza)		Resistenza allo schiacciamento FN (kN/m)	Tipo di giunzione	Lunghezza effettiva(m)
		FN <sub>1</sub> (kN)	FN <sub>2</sub> (kN)			
150	672	168	210	60	V4A tipo 1	0,50 / 1,00
200	1120	280	350	80	V4A tipo 1	1,00
250	2816	704	880	100	V4A tipo 1	1,00 / 2,00
300	3200	800	1000	108	V4A tipo 1	1,00 / 2,00
400	7040	1760	2200	132	V4A tipo 1	2,00
500	8320	2080	2600	120	V4A tipo 1	2,00
600	9600	2400	3000	96	V4A tipo 2	2,00
700	9600	2400	3000	84	V4A tipo 2	2,00
800	9600	2400	3000	96	V4A tipo 2	2,00
1000	9600	2400	3000	95	V4A tipo 2	2,00

### Caratteristiche tecnologiche

I tubi devono essere realizzati con argille adatte, verniciati internamente ed esternamente e sottoposti a cottura fino a vetrificazione. Le argille devono essere di qualità ed omogeneità tali per cui il prodotto finale sia conforme alla norma UNI EN 295 parte 7: i tubi devono essere sani ed esenti da difetti in grado di compromettere il funzionamento, quando in servizio. Difetti visibili, come per esempio punti opachi nella vernice, asperità della superficie, nonché minori danneggiamenti superficiali sono accettabili a condizione che la durata e i requisiti di posa a spinta, e le caratteristiche idrauliche dei pozzetti d'ispezione siano invariate. I tubi sono classificati come rigidi. I tubi possono essere sottoposti a trattamento superficiale dopo la cottura. Le tubazioni dovranno assicurare una tenuta idraulica pari a 0,5 bar.

A corredo degli elaborati grafici deve essere eseguita una indagine geognostica dei terreni in situ del sottosuolo per l'ottimo svolgimento dell'operazione di perforazione con la tecnica del microtunnelling.

### Certificati di collaudo

Le singole forniture, suddivise in lotti, dovranno essere accompagnate da un certificato di collaudo che deve essere richiesto al Fabbriante dall'Impresa esecutrice. Il documento deve attestare la conformità della fornitura alla normativa di prodotto UNI EN 295.

Se il capitolato d'appalto richiede l'esecuzione del collaudo in stabilimento, le prove previste dalle norme UNI EN 295 devono essere eseguite presso i laboratori dello stabilimento di produzione alla presenza della Direzione Lavori, della Committente o da persona da loro delegata.

Nel caso in cui il collaudo avvenga senza la presenza della Direzione Lavori o della Committente, le prove devono avvenire sotto la responsabilità del Fabbriante, il quale provvederà ad eseguire i test ed a compilare il certificato richiesto.

D) Dispositivi di chiusura, caditoie e griglie

I dispositivi di chiusura, le caditoie, e le griglie di qualsiasi dimensione e classe di carrabilità per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli, dovranno essere forniti e posti in opera in ghisa affinata di tipo tradizionale pesante oppure in ghisa sferoidale GJS 5 00/7 - UNI 4554-ISO 1083 da azienda certificata ISO 9001, in conformità delle prescrizioni della norma UNI EN 124 e successive modifiche ed integrazioni.

Nel caso di utilizzazione di ghisa sferoidale su sede carrabile, il telaio dovrà avere altezza minima del collare di cm. 20 e/o zanche di ancoraggio all'armatura del manufatto del collare in cemento armato della camera di manovra.

In particolare, ai sensi della citata norma UNI EN 124, tutti i coperchi, le griglie e telai devono riportare:

- La marcatura EN 124
- La classe appropriata di carrabilità (es. D 400) o le classi appropriate per i telai utilizzati per diverse classi (es. D 400 - E 600)
- Il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice
- Il marchio di un ente di certificazione ufficialmente riconosciuto.

Le marcature devono essere riportate in maniera chiara e durevole e devono essere possibilmente visibili quando l'unità è installata.

#### E) Caditoie stradali e pozzetti

Le caditoie stradali sono dispositivi opportunamente sagomate che raccolgono le acque defluenti nelle cunette poste ai lati delle strade o ai bordi di bordi di superfici scolanti. Le caditoie sono costituite da un pozzetto di raccolta interrato ispezionabile e mantenibile con un dispositivo di coronamento (griglia) o di chiusura (chiusino). I pozzetti di raccolta delle acque sono costruiti in opera o sono prefabbricati. I pozzetti in opera possono essere realizzati in muratura o con un

conglomerato cementizio; le dimensioni e le caratteristiche dei materiali dovranno essere conformi agli elaborati progettuali o alle indicazioni impartite dalla Direzione dei Lavori.

I pozzetti in c.a.v. devono essere in conglomerato cementizio vibrato ed avere le seguenti caratteristiche:

-Rck 350 Kg/cm<sup>q</sup>

-armatura con rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati

-spessore delle pareti dei pozzetti non inferiori a 6.5 cm;

-predisposizione per l'innesto di tubazioni. Le griglie ed i chiusini vengono impiegati a protezione di pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione, il passo d'uomo deve avere diametro superiore a 600 mm.

Griglie e chiusini con i rispettivi telai di appoggio devono riportare una marcatura leggibile e durevole, indicante la norma di riferimento, la classe corrispondente, la sigla e/o il nome del fabbricante.

## 23.2 ELEMENTI PREFABBRICATI AUTOPORTANTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER FOGNE OVOIDALI TIPO VII-VIII-IX

L'esecuzione dei manufatti fognari mediante elementi in conglomerato cementizio, prefabbricati ed autoportanti, senza rinfiacco per fogne ovoidali tipo VII - VIII - IX, è consentita alle seguenti condizioni:

La posa in opera degli elementi può avvenire solo con scavo a sezione obbligata a pareti verticali della larghezza minima pari a quella del manufatto più cm 20-30 per parte, per consentire un riempimento completo del manufatto stesso.

La natura del terreno circostante lo scavo deve essere di natura idonea e medio impatto, a "facies" naturale e non di riporto recente; l'impiego dei manufatti non rinfrancati deve essere

assolutamente evitato in terreni eterogenei, argillosi, limo-argillosi, fortemente spingenti e suscettibili all'acqua, specie se in presenza di acqua di falda.

La posa in opera degli elementi deve sempre avvenire su fondazione rigida in ca., verificata a resistere alle sollecitazioni taglienti, conseguenti a cedimenti differenziali del terreno.

Gli spessori minimi dei manufatti dovranno corrispondere a quelli della tabella appresso riportata, e comunque non scendere mai al di sotto di 1/10 dell'altezza interna massima dello speco.

Tra un elemento e l'altro, conformati alle estremità con giunti a bicchiere tronco-conici, va inserito un anello in gomma NEOPRENE, a sezione circolare, che al contatto tra la superficie dei giunti deve risultare schiacciato dalla pressione dei lembi terminali del bicchiere, a perfetta tenuta, onde evitare refluisce di liquami dall'interno all'esterno e viceversa.

Il giunto tra due elementi deve essere sigillato dall'interno, con una fascia di cm 10 minimo in asse al giunto, con mastice, in resina epossidica.

Il riempimento dovrà essere effettuato, a strati di cm 50, con pozzolana grezza, o misto granulare di cava, o sabbia, (materiali di tipo AASHO A/1 – A/2- A/3), con costipamento a rifiuto completo fino all'imposta dell'arco e completamente del rinterro nella zona di calotta.

Particolarmente curato dovrà essere il riempimento nella zona di cenetta, onde evitare vuoti pericolosi per la stabilità.

E' vietato nel riempimento di tale zona l'uso di materiali eterogenei, argillosi, limo argillosi, o con elementi di spessore superiore a cm 4; si dovrà procedere ad assestamento a mano, senza riconoscimento alcuno per l'impresa..

E' fatto assoluto divieto mettere in opera gli elementi autoportanti nei casi in cui lungo l'asse della fogna venga eseguito uno sbancamento totale o parziale o se le pareti di scavo siano conformate a scarpa e non verticali.

In tali casi deve essere adottato il sistema tradizionale con getto del manufatto in opera, secondo gli spessori disposti dalla D.L. e compensati con i relativi prezzi di Capitolato e non con quelli dell'elemento autoportante.

In corrispondenza dei pozzetti di discesa in asse fogna, prima di eseguire il pozzetto, dovrà essere gettata una soletta in c.a. in corrispondenza dell'apertura nel manufatto all'uopo predisposta, con armatura a mensola con vincolo sul piedritto e con carico pari al peso proprio del tombino più un carico accidentale di almeno 6 tonnellate concentrato sul chiusino.

il relativo calcolo di stabilità deve essere preventivamente approvato dalla D.L. Il getto della struttura predetta, verrà compensata a parte con i prezzi di Capitolato.

#### A) Requisiti di accettazione dei materiali

Conglomerato cementizio vibrocentrifugato con cemento tipo 525 ad alta resistenza della classe Rbk 400 Kg/cm<sup>2</sup>.

Absoluta impermeabilità' di ogni manufatto, ottenuta con adeguata granulometria degli inerti e dosaggio di cemento superiore a q.li 3 per mc d'impasto.

Rapporto acqua/cemento - 0.4.

Gli elementi devono avere aspetto uniforme, senza danneggiamenti, o punti che possano pregiudicare la resistenza e l'impermeabilità.

Le estremità dei tubi debbono presentarsi a spigoli vivi.

Ogni elemento deve avere una base di appoggio orizzontale delle dimensioni riportate nella tabella seguente.

Ogni elemento, alla prova di compressione in chiave deve resistere ai valori minimi riportati nella tabella seguente. La cunetta per acque di magra deve essere rivestita a 120 gradi con resine epossidiche, o con piastrelle in gres (all'uopo il fondello deve essere alloggiato nell'apposita scanalatura).

I predetti rivestimenti verranno compensati a parte con i prezzi di Capitolato.

L'elastomero delle guarnizioni deve essere garantito all'invecchiamento per almeno 10 anni e di accertata stabilità agli agenti chimici.

#### B) Caratteristiche

Resistenza minima di rottura a trazione: 8 N/mm<sup>2</sup>;

Durezza: 35-55 SHORE-A;

Allungamento minimo a rottura: 450%.

#### C) Prove su materiali

##### PROVA DI COMPRESSIONE AL VERTICE

Viene eseguita sul tubo intero, immerso nell'acqua per 24 ore.

Il pezzo deve essere posto su un basamento.

La forza deve essere centrata a mezzo di coltello rigido.

L'incremento della forza deve essere continuo con velocità pari a 500 N/s

##### VERIFICA DI IMPERMEABILITA'

Il tubo chiuso ermeticamente agli estremi, viene riempito d'acqua per 24 ore (mantenendo umide anche le superfici esterne).

La prova viene effettuata con una pressione interna di 0.5 bar (5 m di colonna d'acqua) ed inizia 5 minuti dopo aver applicato la predetta sovrappressione.

La durata della prova è di 15 mm. e in tale tempo si misura l'acqua somministrata.

Conta il valore medio delle prove, mentre i valori singoli possono superare il 30% del volume della precedente tabella.

---

## 24. SCAVI ARCHEOLOGI

---

Qualora l'Ente preposto alla sorveglianza del patrimonio archeologico nazionale, dovesse richiedere nel corso dei lavori di scavo o precedentemente all'esecuzione degli stessi, interventi di accertamento o di evidenziazione di reperti archeologici nelle aree di intervento, l'Impresa dovrà soggiacere alle richieste formulate dai sovrintendenti ministeriali o da incaricati dagli stessi, allestendo con personale idoneo specifici cantieri di lavoro gestiti dai funzionari preposti.

Tutti gli eventuali materiali rinvenuti dovranno essere raccolti, puliti, catalogati e conservati in appositi luoghi inaccessibili ad altri e, se richiesto, sorvegliati, con compenso stabilito per il personale impegnato alla sorveglianza con le tariffe di mano d'opera vigenti

### 24.1 ALLESTIMENTO DEL CANTIERE E MISURE DI SICUREZZA

Premesso che nell'elaborato "Prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza" sono indicati tutti i riferimenti normativi per la redazione dei P.O.S. e per il calcolo dell'incidenza dei costi per la sicurezza per cui, come è noto, non si potrà effettuare alcun ribasso in sede di gara, nel presente paragrafo verranno esplicitate alcune raccomandazioni di tipo generale che vanno intese come prestazioni minime del Sistema sicurezza.

Al fine di identificare nel modo più chiaro l'area dei lavori sarà necessario recintare i cantieri lungo tutto il loro perimetro. La recinzione impedisce l'accesso agli estranei e segnala in modo inequivocabile la zona dei lavori. Dovrà essere di aspetto decoroso, non in contrasto con il Regolamento Edilizio Comunale vigente, realizzata con materiali non trasparenti, robusti e duraturi, corredate da richiami di divieto e pericolo. Gli angoli sporgenti della recinzione o di altre strutture di cantiere dovranno essere dipinte per tutta la loro altezza a strisce bianche e rosse trasversali in modo da essere immediatamente visibili.



Sarà, a discrezione della Committente, possibile utilizzare le superfici della recinzione per l'affissione di pubblicità e/o di cartelli con rendering fotografici, specie in centro storico, per minimizzare l'impatto estetico.

Quando sia previsto, il passaggio o lo stazionamento di terzi in prossimità di zone di lavoro elevate di pertinenza al cantiere, si dovranno adottare misure per impedire che la caduta accidentale di oggetti e materiali costituisca pericolo. Recinzioni, sbarramenti, protezioni, segnalazioni e avvisi dovranno essere mantenuti in buone condizioni e resi ben visibili.

Nelle ore notturne si dovrà provvedere a segnalare l'ingombro della recinzione e di tutte le parti sporgenti con luce rossa alimentata a bassa tensione.

Per potere realizzare il tracciato dei binari sarà necessario allestire diversi cantieri (almeno tre o quattro contemporanei ma non limitrofi), che interesseranno parti diverse della città. Il tracciato è posto quasi sempre centralmente alle arterie interessate nel primo tratto e lateralmente nel centro storico, pertanto, la recinzione del cantiere perimetrerà, ove non sia possibile includere una strabella per la movimentazione dei mezzi, solo l'area strettamente necessaria ai lavori, per una larghezza prevista rispettivamente di circa 9 metri (tratti a doppia via) e di circa 5 metri (tratti a singola via) ed una lunghezza variabile (intorno ai 250 metri e non meno di 108 metri) per potersi adattare alle diverse esigenze di traffico, o di particolare conformazione dell'area, che di volta in volta dovessero presentarsi.

Si avrà cura di non interrompere mai completamente i più importanti nodi di traffico, organizzando le fasi lavorative in modo da consentire l'alternarsi del traffico sulle corsie. Per intralciare il meno possibile la circolazione parallela al cantiere, la posa in opera delle rotaie, che avverrà all'interno della recinzione, non sarà mai simultanea, ma si avrà cura di completare una linea per volta, comprese tutte le opere di finitura. Gli accessi ai cantieri saranno sempre ortogonali al tracciato, le aree di deposito, i baraccamenti e tutte le attrezzature necessarie allo svolgimento dei lavori saranno poste all'inizio di ogni perimetrazione.

Le operazioni di scavo dovranno essere eseguite con le opportune modalità in base alle caratteristiche meccaniche dei terreni, e qualora ci si trovasse in prossimità della recinzione andranno previste a protezione strutture di sostegno atte ad evitare distacchi di materiale e il conseguente innesco di fenomeni di cedimento e franamento.

Particolare cura dovrà essere prestata per puntellare le pareti laterali degli scavi, soprattutto nei tratti di maggiore profondità e garantire l'incolumità dei lavoratori in corso d'opera. Durante la fase di scavo il personale non direttamente interessato allo scavo dovrà sostare al di fuori del campo di azione delle macchine operatrici.

Deve sempre essere evitato il passaggio o lo stazionamento delle macchine al bordo dello scavo, né costituire dei depositi di materiale lungo il bordo dello scavo. L'operaio addetto a tale operazione dovrà posizionarsi al sicuro da rotolamenti di blocchi lungo il braccio dell'escavatore, in posizione tale da essere direttamente visibile dall'operatore del mezzo stesso.

Per tutto il periodo in cui dentro lo scavo si trovino dei lavoratori occorre che questi siano sempre assistiti da un caposquadra posizionato all'esterno dello scavo.

Ove possibile, e dove ciò non comporti problemi di stabilità al fronte di scavo, dovrà essere bagnato il materiale che con l'utilizzo dell'escavatore possa provocare polverosità eccessiva.

Di rilevante importanza risulta essere che lo scavo sia aperto solo per il tempo strettamente necessario.

L'attraversamento delle trincee per l'esecuzione dell'armamento dovrà essere realizzato mediante passerelle larghe almeno cm. 80, se destinate al passaggio pedonale.

Le passerelle destinate al trasporto del materiale dovranno avere larghezza almeno di cm. 150. Dette passerelle dovranno essere munite sui due lati di parapetto con fasce fermapiede. Il ciglio dello scavo dovrà essere adeguatamente protetto con tavola fermapiede. Tutto il personale dovrà essere munito dei mezzi di protezione individuale forniti dall'impresa custoditi e mantenuti in efficienza dal consegnatario.

Tutti i mezzi meccanici che opereranno lungo i cantieri mobili dovranno essere muniti di marmitta catalitica sullo scarico dei gas, nonché dotati di impianto di illuminazione e segnalazione acustica da intermittenza, nel caso di retromarcia, oltre che di luce gialla a rotazione sulla cabina o tettuccio del mezzo.

Si eviterà l'apertura degli scavi quando le condizioni meteorologiche si presenteranno particolarmente sfavorevoli. È previsto, per poter eseguire correttamente l'armamento, lo svellimento della pavimentazione esistente, per la costruzione delle banchine di fermata, nonché la demolizione e la ricostruzione dei cordoli, delle protezioni della sede viaria e di marciapiedi antistanti i fabbricati, ivi compresi tutti gli elementi di arredo urbano.

Saranno altresì realizzati scavi di sbancamento a sezione per la realizzazione della sede tranviaria e per la posa di tubazioni cunicoli e cavidotti. Ove necessario, sarà predisposto lo spostamento di condotte di servizio, acquedotti, fognature, gas, linee elettriche e telefoniche. Per i suddetti lavori, oltre ad attenersi alle direttive date dagli Enti preposti, allo scopo di ridurre al minimo la sospensione del servizio erogato, saranno previsti i necessari accorgimenti per evitare ogni tipo di infortunio in corso d'opera.

Per l'esecuzione di tutte le attività operative da effettuarsi in presenza del traffico è obbligatorio procedere preventivamente alla parzializzazione del traffico secondo gli schemi segnaletici emanati dal Ministero dei LL.PP. con circolare n° 2900/84 o di altri schemi segnaletici comunque approvati da tale Ministero. Tutti gli operatori addetti alla realizzazione dei cantieri sulla sede stradale, devono obbligatoriamente indossare idonei indumenti di lavoro che siano conformi a quanto prescritto dal Nuovo Codice della Strada e dal suo regolamento di attuazione (art. 37), nonché alle tipologie prospettate dal D.M. 9/6/95 - Disciplinare Tecnico sulle Prescrizioni relative ad indumenti e dispositivi autonomi per rendere visibile a distanza il personale impiegato su strada in condizioni di scarsa visibilità.

Infine, tutto il personale delle imprese, tutti coloro che operano in prossimità della delimitazione del cantiere o che comunque sono esposti al traffico dei veicoli nello svolgimento della attività

lavorativa, devono essere visibili sia di giorno che di notte e dovranno, pertanto, indossare gli indumenti di lavoro, le bretelle fluorescenti e rifrangenti.

L'impresa sarà responsabile dell'operato del personale di sorveglianza, che per l'eventuale necessità dovrà comunicare con la Direzione Lavori.

Quanto citato nel presente paragrafo costituirà un requisito minimo del "Piano di sicurezza e coordinamento", che verrà ai sensi del D.L. 14 Agosto 1996, n° 494/96 e successive modifiche ed integrazioni e che prescrive le misure da adottare per la tutela e la sicurezza dei lavoratori.

## SEZIONE XIII

### 25. DEPOSITO CAMPI BISENZIO

---

#### 25.1 PREMESSA

L'area su cui sorgerà il nuovo deposito è posizionata a nord del tracciato tramviario 4.2 nel tratto parallelo alla S.R. 66, in prossimità della fermata Pistoiese della stessa.

L'area è delimitata ad ovest dal Fosso Macinante, ad est da via dei Manderi, a sud da un parcheggio scambiatore realizzato a servizio della fermata Pistoiese, a nord da un deposito di materiali da costruzione esistente.

All'interno del sedime individuato, sono previste le seguenti aree funzionali:

Officina manutenzione rotabili;

Rimessaggio;

Stazione di servizio;

Tunnel lavaggio ;

Officina Impianti Fissi;

Amministrazione;

Sottostazione Elettrica (SSE)

Portineria;

Aree di parcheggio

Aree di stoccaggio materiali

#### 25.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

##### 25.2.1 QUADRO NORMATIVO

Le opere contemplate dal presente progetto devono essere conformi alla legislazione e alla normativa vigenti. In particolare devono essere rispettati i dettami di:

- direttive della UE, se direttamente applicabili,

- leggi, decreti e circolari dello Stato Italiano,
- istruzioni e norme di enti normatori (UNI, CEI, CEN, ISO, ecc.), fermo restando il concetto generalmente applicabile dell'esecuzione "a perfetta regola d'arte".

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva sui prodotti da costruzione 89/106/CEE (cpd), recepita in Italia mediante il regolamento di attuazione D.P.R. n. 246/1993. Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice za delle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

Di seguito vengono elencate, a titolo non limitativo, leggi e norme esplicitamente richiamate nella presente Sezione del Capitolato speciale d'appalto. Il reperimento della normativa è a carico dell'Appaltatore.

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali ed in particolare alle indicazioni di questo progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto.

Le leggi, i decreti e le norme sotto elencate sono indicative del rispetto richiesto verso il quadro normativo e l'Appaltatore deve riferirsi anche ad eventuali integrazioni, sostituzioni, aggiornamenti di parti o dell'intero delle stesse che fossero in vigore al momento del compimento dell'opera.

#### 25.2.2 *NORMATIVA SPECIFICA*

L'esecuzione dei lavori in appalto nel suo complesso è regolata dal presente capitolato speciale d'appalto e per quanto non previsto e/o specificato, valgono le norme, le disposizioni ed i regolamenti appresso richiamati, oltre a quelli già citati in precedenza:

- D.lgs 18/04/2016 n.50 : Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture;

- D.P.R. 05/10/2010 n.207: Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 1006, n.163 recante “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/7187ce;
- D.P.R 06/06/2001 n.380 “Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”.
- D.P.R. n. 503 del 24/07/1996, Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici;
- Legge 26/04/19874 n. 191 : “Prevenzione degli infortuni sul lavoro nei servizi e negli impianti gestiti dall’azienda autonoma delle Direzione Lavori dello Stato” Prevenzione degli infortuni sul lavoro nei servizi e negli impianti gestiti dall’azienda autonoma delle Direzione Lavori dello Stato”:
- Decreto legislativo 81/2008 sulla Sicurezza nei luoghi di lavoro
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 - Norme in materia ambientale
- D.lgs. 19 agosto 2005, n. 192 - Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 regolamento per la disciplina dei procedimenti
- relativi alla prevenzione incendi
- D.M. 3 agosto 2015 “Norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'art. 15 del D.lgs 8 marzo 2006, n. 139”
- UNI 9177 Classificazione di reazione al fuoco dei materiali combustibili.
- Legge 02-02-74 n. 64 “Costruzioni in zona sismica”.
- Decreto 17 gennaio 2018 : Aggiornamento delle “ Norme tecniche per le costruzioni”
- UNI EN 1992-1-1 : Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

- UNI EN 1993-1-1: 2005 : Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI 11146: 2005 : Pavimenti di calcestruzzo ad uso industriale – Criteri per la progettazione, la costruzione ed il collaudo.
- UNI EN 206-1: 2014 : Specificazione, prestazione, produzione e conformità del calcestruzzo.
- UNI 11104: 2016 : Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- UNI EN 10204: 2005 : Prodotti metallici - Tipi di documenti di controllo
- UNI EN 10025: 2009 : Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali.
- UNI EN 10027-1: 2006 : Sistemi di designazione degli acciai. Designazione simbolica
- UNI EN 197-1: 2007 : Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni.
- UNI EN 10080: 2005 : Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile
- UNI EN 10083: 2006 : Acciai da bonifica.
- UNI EN 10089: 2006 : Acciai laminati a caldo per molle bonificate - Condizioni tecniche di fornitura.
- UNI EN 13369 Regole comuni per prodotti prefabbricati di calcestruzzo
- UNI EN 13224 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi nervati per solai
- UNI EN 13225 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi strutturali lineari
- UNI EN ISO 12543 (serie) Vetri piani – Vetro per edilizia - Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza.
- UNI 6534 Vetrazioni in opere edilizie. Progettazione, Materiali e posa in opera
- UNI 7543-2 Colori e segnali di sicurezza – Proprietà colorimetriche e fotometriche dei materiali.



- UNI EN 423 Rivestimenti resilienti per pavimentazioni - Determinazione della resistenza alla macchia.
- UNI EN 435 Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della flessibilità.
- UNI EN 573-3 Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Composizione chimica.
- UNI EN 1081 Rivestimenti resilienti per pavimentazioni - Determinazione della resistenza elettrica.
- UNI EN 1815 Rivestimenti resilienti e tessili per pavimentazioni – Valutazione della propensione all'accumulo di elettricità statica.
- UNI EN 1931 Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per l'impermeabilizzazione di coperture - Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore d'acqua.
- UNI EN 1399 Rivestimenti resilienti per pavimentazioni - Determinazione della resistenza alla bruciatura di sigaretta e di mozziconi di sigaretta.
- UNI EN 1346 Adesivi per piastrelle - Determinazione del tempo aperto.
- UNI EN 1348 Adesivi per piastrelle - Determinazione dell'adesione mediante trazione su adesivi cementizi.
- UNI EN 12004 Adesivi per piastrelle - Requisiti, valutazione di conformità, classificazione e designazione.
- UNI EN 12670 Pietre naturali – Terminologia.
- UNI EN 13888 Sigillanti per piastrelle - Requisiti, valutazione di conformità, classificazione e designazione.
- UNI EN ISO 12199 Rivestimenti resilienti per pavimentazioni - Specifica per rivestimenti di gomma con rilievo omogenei ed eterogenei per pavimentazioni

In assenza di nuove ed aggiornate norme, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale

d'appalto. I materiali e le forniture proverranno da quelle località indicate da questo capitolato e che a giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

## 25.3 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE MODALITÀ DI ESECUZIONE

### 25.3.1 MATERIALI IN GENERE

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

### 25.3.2 GENERALITÀ

Nel presente capitolo, al paragrafo "Provenienza e norme d'accettazione dei materiali" sono riportate le specifiche di carattere generale dei vari materiali. Negli articoli successivi, relative alle modalità di esecuzione delle varie categorie di lavoro, potranno esservi riportate ulteriori prescrizioni tecniche circa i materiali da impiegare in quella particolare lavorazione.

Qualora vi fossero delle discordanze fra quanto riportato nel presente capitolo e quanto indicato negli articoli specifici, sono valide le prescrizioni di questi ultimi.

### 25.3.3 REQUISITI DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE

I materiali e le forniture dovranno corrispondere alle prescrizioni di legge, a quelle delle presenti Norme Tecniche o degli altri atti contrattuali.

Essi, inoltre, dovranno rispondere alle norme e prescrizioni dei relativi Enti di unificazione e normazione (UNI, CEI, EN, ISO, ecc.), di seguito richiamate. Ove tali richiami fossero indirizzati a norme ritirate o sostituite, la relativa valenza dovrà, salvo diversa prescrizione, ritenersi prorogata o riferita alla norma sostitutiva.

Inoltre l'Appaltatore dovrà dimostrare di aver scelto i materiali o componenti, da utilizzare nell'esecuzione dell'opera, prodotti da Società che svolgono la propria attività industriale con un "Sistema qualità" certificato secondo le normative:

- UNI-EN 29000 - "Regole riguardanti la conduzione aziendale per la qualità e assicurazione (o garanzia) della qualità - Criteri di scelta e di utilizzazione;
- UNI-EN 29001 - "Sistemi di qualità - Criteri per l'assicurazione (o garanzia) della qualità nella progettazione, sviluppo, fabbricazione, installazione ed assistenza"; - UNI-EN 29002 - "Sistemi di qualità - Criteri per l'assicurazione (o garanzia) della qualità nella fabbricazione e nell'installazione";
- UNI-EN 29003 - "Sistemi di qualità - Criteri per l'assicurazione (o garanzia) della qualità nei controlli e collaudi finali";
- UNI-EN 29004 - "Criteri riguardanti la conduzione aziendale per la qualità e i sistemi di qualità aziendale".

E' obbligatoria la marcatura CE per i prodotti appartenenti all'elenco pubblicato nel Decreto 7 aprile 2004 in attuazione della Direttiva Comunitaria 89/106/CEE

Materiali non contemplati negli atti contrattuali potranno essere ammessi solo dopo esame e parere favorevole della D.L..

Il Direttore dei lavori ha facoltà di rifiutare in qualunque tempo i materiali e le forniture che non abbiano i requisiti prescritti, che abbiano subito deperimenti dopo l'introduzione nel cantiere, o che per qualsiasi causa non risultassero conformi alle condizioni contrattuali.

L'Appaltatore dovrà provvedere a rimuovere dal cantiere le forniture ed i materiali rifiutati e sostituirli a sue spese con altri idonei. Ove l'Appaltatore non effettuasse la rimozione nel

termine prescritto dal Direttore dei lavori, la Committente potrà provvedere direttamente ed a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resterà anche qualsiasi danno derivante dalla rimozione così eseguita.

Qualora fosse accertata la non corrispondenza alle prescrizioni contrattuali dei materiali e delle forniture accettate e già poste in opera si procederà come disposto dall'art. 23 del Capitolato generale di appalto per le opere di competenza del Ministero dei LL.PP.

#### *25.3.4 MATERIALI FERROSI*

Tutti i materiali e le forniture occorrenti per i lavori, salvo particolari prescrizioni riportate nei successivi articoli delle presenti Norme Tecniche, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della D.L. ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

Qualora in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, degli stabilimenti, dei depositi, ecc., i materiali non fossero più corrispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare e l'Appaltatore fosse obbligato a ricorrere ad altre cave, stabilimenti, fabbriche, depositi, ecc., in località diverse ed a diverse distanze o da diverse provenienze, sia i prezzi stabiliti in elenco che tutte le prescrizioni che si riferiscono alla qualità e dimensione dei singoli materiali, resteranno invariati.

L'Appaltatore è obbligato a notificare al Committente, in tempo utile, ed in ogni caso almeno 15 giorni prima dell'impiego, la provenienza dei materiali e delle forniture per il prelevamento dei campioni da sottoporre, a spese dell'Appaltatore, alle prove e verifiche che il Committente ritenesse necessarie prima di accettarli. Uguale obbligo ha l'Appaltatore nel caso di eventuali successive modifiche dei luoghi di provenienza dei materiali o delle forniture in genere.

In correlazione a quanto è prescritto nelle presenti Norme Tecniche, circa la qualità e le caratteristiche dei materiali e delle forniture in genere, l'Appaltatore è obbligato a prestarsi in

ogni tempo a tutte le prove dei materiali e delle forniture, da impiegarsi o che abbiano già trovato impiego.

Tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai laboratori, nonché le spese per le occorrenti sperimentazioni, saranno a carico dell'Appaltatore. Le prove suddette, se necessario, potranno essere ripetute anche per materiali e forniture della stessa specie e provenienza, sempre a spese dell'Appaltatore.

L'esito favorevole delle prove, anche se effettuato in cantiere non esonera l'Appaltatore da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano nelle opere finite i prescritti requisiti. Potrà essere ordinata la conservazione dei campioni, debitamente etichettati e muniti dei sigilli e delle firme del Direttore dei lavori e dell'Appaltatore, atti a garantirne l'autenticità.

I materiali e le forniture dovranno corrispondere alle prescrizioni di legge

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciature, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

### **Acciaio per carpenteria**

L'acciaio per strutture in carpenteria metallica, integrale o mista, dovrà essere conforme alle norme del D.M. 17/01/2018 che s'intendono qui integralmente riportate.

#### *Acciaio per recinzioni*

Per i parapetti, ove non si ricorra a tipi speciali, si farà uso di tubi gas commerciali, serie normale, saldati, con riferimento UNI 8863.87.

Per i paletti di recinzione si farà ricorso ad acciai tipo 1 con  $R_{ak} = 37 \div 47$  conforme alle tabelle UNI 7070/82.

Le reti e le lamiere striate per recinzione saranno in acciaio conforme alle tabelle UNI 3598-54 e modifiche successive.

Il filo spinato sarà in acciaio zincato con resistenza pari a 65 kg/mm<sup>2</sup>, Ø 2,4 mm con triboli a 4 spine con filo zincato cotto, intervallati di cm 7,5 disposti in modo da evitare traslazioni o rotazioni rispetto al filo.

### Acciaio per manufatti tubolari

La lamiera ondulata per i manufatti tubolari metallici e per le barriere di sicurezza sarà in acciaio laminato a caldo con tensione di rottura a trazione non inferiore a 34 kg/mm<sup>2</sup> protetta, su entrambe le facce, da zincatura a bagno caldo praticata dopo il taglio e la piegatura dell'elemento.

Lo zinco sarà presente, sulla superficie sviluppata d'ogni faccia, in misura non inferiore a 300 gr per mq.

Gli elementi finiti dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non coperte dalla zincatura, ammaccature, ecc.

Tutti i pezzi speciali, organi di giunzione, rivetti, ecc. dovranno essere opportunamente zincati.

### Bulloni

I bulloni normali saranno conformi alle UNI 5727-68, 5592-68 e 5591-65; quelli ad alta resistenza devono corrispondere alla UNI 3740/1<sup>a</sup>-74.

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni riportate al paragrafo 2.6 del D.M. 14

### Profilati

I profilati d'acciaio per infissi dovranno essere fabbricati in acciaio avente qualità non inferiore al tipo Fe 37 A previsto dalla norma UNI 7070-72. Secondo i profili, le relative dimensioni e

tolleranze corrisponderanno alle rispettive Norme UNI come segue: 53975398-5679-5680-5681-6762-6763-7210-7211.

### Ghisa

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di frattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

### Zincatura

Per la zincatura di profilati d'acciaio per costruzione; oggetti fabbricati con lamiere non zincate di qualsiasi spessore, oggetti fabbricati con tubi; tubi di grande diametro curvati e saldati insieme prima della zincatura ed altri oggetti d'acciaio con spessori maggiori di 5 mm; recipienti fabbricati con lamiere non zincate d'acciaio di qualsiasi spessore con o senza rinforzi di profilati d'acciaio; minuteria od oggetti da centrifugare; oggetti fabbricati in ghisa, in ghisa malleabile ed in acciaio fuso, dovranno essere rispettate le prescrizioni della norma di unificazione UNI 5744-66

“Rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo - Rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi fabbricati in materiale ferroso”.

Per la zincatura dei fili di acciaio vale la norma di unificazione: UNI 7245-73 “Fili di acciaio zincati a caldo per usi generici - Caratteristiche del rivestimento protettivo”.

Se non altrimenti disposto dovrà essere impiegato filo zincato di classe “P”, per ambiente aggressivo, ed “M”, per ambiente normale, così come definiti ai punti 3.1. e 3.2. della UNI 7245-73; è vietato per l'esterno l'impiego del filo zincato di classe “L”. 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, e dei tipi commerciale o per profilatura, a seconda delle lavorazioni meccaniche cui il materiale dovrà essere sottoposto.

Lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espressa in grammi al metro quadrato, presente complessivamente sulle due facce della lamiera, se non diversamente specificato per i singoli prodotti, dovrà essere:

- 275 g/mq per zincatura normale;
- 450 g/mq per zincatura denominata "pesante", da impiegarsi per serbatoi di acqua e simili, e per uso in ambiente aggressivo.

È vietato comunque l'impiego di lamiera con strato di zincatura denominato "extra leggero" o "leggero".

Per gli spessori delle lamiere devono essere rispettate le tolleranze di cui al punto 5.1 della norma di unificazione: UNI 5753-84 "Prodotti finiti piatti di acciaio non legato laminati a freddo, rivestiti - Lamiere sottili e nastri larghi zincati in continuo per immersione a caldo".

La finitura delle lamiere dovrà essere a superficie stellata e con protezione di passivazione con acido cromatico, o a superficie levigata.

La massa dell'unità di superficie del rivestimento dovrà avere i seguenti valori minimi: Gli spessori richiesti dovranno intendersi al netto della verniciatura. Le lamiere dovranno essere lisce e flessibili.

#### 25.3.5 ALLUMINIO

Per le applicazioni che richiedono l'impiego di laminati, di profilati o di sagomati non estrusi di alluminio, dovrà essere impiegato alluminio primario P-ALP 99,5 UNI 9001/2<sup>a</sup> parte-87 di cui alla predetta norma di unificazione. Per le leghe leggere varranno le prescrizioni previste dalle norme UNI 9006/4<sup>a</sup> parte-87. Lo stato di fornitura e gli eventuali trattamenti anodici saranno



prescritti dal Direttore dei lavori, se non altrimenti disposto. L'ossidazione anodica dell'alluminio sarà conforme alla norma:

UNI 4522-66 Rivestimenti per ossidazione anodica dell'alluminio e delle sue leghe.

### 25.3.6 MATERIALI VARI

Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori cui sono destinati e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

Ad ogni modo per tutti i materiali ferrosi l'Impresa è sempre tenuta a presentare alla D.L. i certificati di provenienza e delle prove effettuate presso le ferriere o fonderie fornitrici. Ciò a prescindere dagli oneri relativi alle prove sui campioni da prelevarsi in cantiere in contraddittorio sulla richiesta della D.L..

Sarà peraltro sempre in facoltà della D.L. compiere le prove tecnologiche, chimiche e meccaniche, le ispezioni in sito ed allo stabilimento di origine del materiale per accertare le qualità del medesimo.

I campioni di dette ulteriori prove saranno prelevati in contraddittorio con la D.L.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla D.L. previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

Verificandosi il caso che non si trovi corrispondenza alle caratteristiche previste o il materiale presenti evidenti difetti, la D.L. a suo insindacabile giudizio, potrà rifiutare, in tutto o in parte, la partita fornita.

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della D.L., l'Impresa resta responsabile solidalmente con la D.L. della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi, a norma dell'art. 3 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086

### 25.3.7 PIETRE NATURALI

Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro dovranno rispondere ai requisiti richiesti dal R.D. 16 novembre 1939 n. 2234, essere a grana compatta e monde da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, da screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitudine cui devono essere soggette, ed avere un'efficace adesività alle malte.

Saranno assolutamente escluse le pietre marnose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Per la terminologia e classificazione dei prodotti lapidei in genere si farà riferimento alla norma UNI 8458-1983.

Per la determinazione delle caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei prodotti lapidei si farà riferimento al suddetto R.D. 16-11-1939 n° 2234 ed alle norme UNI del gruppo 9274.

Per le lastre e i cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne è fatto obbligo di marcatura CE ai sensi del Decreto 7 aprile 2004 in attuazione della Direttiva 89/106/CEE.

La pietra da taglio oltre a possedere i requisiti ed i caratteri generali sopra indicati, dovrà avere struttura uniforme, ed essere scevre da fenditure, cavità e litoclasti, sonore alla percussione e di perfetta lavorabilità.

I pezzi da impiegare nei lavori dovranno soddisfare i requisiti qualitativi appresso indicati per i vari tipi di pietra e conservare le caratteristiche (grana, colore, ecc.,) dei campioni approvati dalla Direzione Lavori e conservati in cantiere, come specificato nell'art. 00.05 delle presenti norme tecniche.

### 25.3.8 ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 17/01/2018.

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma UNI 8942/2.

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 17/01/2018.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

È facoltà del Direttore dei lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

### 25.3.9 LATERIZI

I laterizi da impiegare per lavori di qualsiasi genere, dovranno corrispondere alle Norme per l'accettazione di cui al D.M. 17/01/2018.

Essi dovranno inoltre corrispondere alle seguenti norme UNI: 2105-42, 2106-42, 210742, 8942/1-86, 8942/2-86, 8942/3.

I mattoni dovranno essere ben formati, con facce regolari, a spigoli vivi di grana fina, compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati, essere esenti da calcinelli e scervi da ogni difetto che possa

nuocere alla buona riuscita delle murature, aderire fortemente alle malte, essere esenti da cristallizzazione di solfati solubili od ossidi alcalino-terrosi, ed infine non dovranno essere eccessivamente assorbenti.

I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza (salvo diverse proporzioni dipendenti da uso locale), di modello costante, presentare sia all'asciutto sia dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a kg 100 per cmq.

Gli altri laterizi dovranno avere le stesse caratteristiche generali come provenienza, cottura, ecc.: dovranno in particolare rispondere a quei requisiti che saranno richiesti all'atto esecutivo e che la D.L. preciserà.

#### 25.3.10 MATERIALI PER LA FORMAZIONE DI RILEVATI

Le terre debbono identificarsi mediante la loro granulometria e mediante i limiti di Atterberg, che determinano la percentuale d'acqua in corrispondenza della quale la frazione fine di una terra (passante al setaccio 0,42 mm N. 40 ASTM 0,4 UNI 2332/1ª parte) passa dallo stato solido allo stato plastico (limite di plasticità Wp) e dallo stato plastico allo stato liquido (limite di liquidità Wi) nonché dall'indice di plasticità (differenza tra i due limiti anzidetti).

Tali limiti si determinano con le modalità di prova descritte nelle norme CNR-UNI 10014. Ai fini della classificazione e dell'impiego nei rilevati o negli strati di sottofondo si farà riferimento alla classifica AASHO adottata dalle norme CNR-UNI 10006/63.

#### *Materiali per riempimenti e rinterri*

Per la formazione dei riempimenti di cavi o per qualsiasi opera di rinterro dovranno essere impiegate preferibilmente, fino al loro totale esaurimento, le materie provenienti dagli scavi e/o dalle demolizioni purchè ritenuti idonei dalla D.L. ed opportunamente selezionati, frantumati e vagliati, previa inoltre autorizzazione degli Enti di Controllo nel caso di materiali contenenti amianto sotto i limiti normativi.

Qualora venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti da cava di prestito, ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori.

Per riempimenti e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale,

di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

### Materiali per rilevati stradali

Per la formazione dei rilevati s'impiegheranno tutte le materie provenienti dagli scavi e/o dalle demolizioni purchè ritenuti idonei dalla D.L. ed opportunamente selezionati, frantumati e vagliati, con esclusione comunque di quelli appartenenti ai gruppi A6-A7A8.

Qualora venissero a mancare in tutto od in parte i materiali di cui sopra, l'Appaltatore ricorrerà ai materiali di cave di prestito.

Le materie provenienti da cava di prestito dovranno appartenere ai gruppi e sottogruppi A1-A3-A2/4 con esclusione tassativa di tutti gli altri pena il rifacimento dei rilevati. Le cave di prestito da aprire a totale cura e spese dell'Appaltatore devono essere coltivate in modo che tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto a scavo ultimato, si sia provveduto al loro regolare e completo scolo e restino impediti ristagni di acqua ed impaludamenti.

L'impiego delle terre appartenenti ai gruppi A2/5, A2-6, A2-7, A4 e A5, solo se provenienti dagli scavi, sarà deciso insindacabilmente dalla D.L., la quale si riserva la facoltà d'impartire le prescrizioni e le norme opportune.

Il volume dei rilevati sarà determinato con il metodo delle sezioni raggugliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento. I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

#### 25.3.11 MATERIALI PER CALCESTRUZZI E MALTE

Tutti i materiali da impiegare per il confezionamento di calcestruzzi e malte, dovranno soddisfare le prescrizioni del D.M. 17/01/2018.

Per l'accettazione valgono i criteri del paragrafo "Provenienza e norme d'accettazione dei materiali".

#### Acqua

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.

### Calci

Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R. Decreto 16 novembre 1939, n. 2231; le calci idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella legge 26 maggio 1965, n. 595 (" Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici") nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31 agosto 1972 ("Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche").

### Cementi e agglomerati cementizi.

I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 3 giugno 1968 ("Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi ") e successive modifiche.

Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 31 agosto 1972.

A norma di quanto previsto dal Decreto del Ministero dell'Industria del 9 marzo 1988, n. 126 (" Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi "), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 26 maggio 1965, n. 595 (e cioè i cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 26 maggio 1965, n. 595 e all'art. 20 della legge 5 novembre 1971, n. 1086. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

### Pozzolane

Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R. Decreto 16 novembre 1939, n. 2230.

### Gesso

Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie

eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti.

### **Gli aggregati**

Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

### **La ghiaia e il pietrisco**

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

### **Gli additivi**

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:  
fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo- superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norma secondo i criteri del paragrafo "Provenienza e norme d'accettazione dei materiali".

### **Conglomerati**

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 17/01/2018 relative circolari esplicative.

#### *25.3.12 INFISSI*

Si intendono per infissi gli elementi edilizi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, oggetti, e sostanze tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Essi si dividono tra elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili); gli infissi si dividono a loro volta in porte, finestre e schermi.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma UNI 8369 (varie parti).

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura; le modalità di posa sono sviluppate, se reputato necessario, nell'articolo relativo alle vetrazioni ed ai serramenti. Il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura. L'appaltatore deve consegnare l'attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto e devono nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.) resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento od agli urti, garantire la tenuta all'aria, all'acqua e la resistenza al vento.

Quanto richiesto dovrà garantire, ove richiesto, anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad atti vandalici, ecc.

Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo. Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

- a) mediante controllo dei materiali costituenti il telaio + vetro + elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e mediante controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti; in particolare trattamenti protettivi del legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, l'esatta esecuzione dei giunti, ecc.;
- b) mediante l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc.; di tali prove potrà anche chiedere la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti.

I serramenti interni ed esterni (finestre, porte finestre, e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni e negli elaborati di progetto; nel loro insieme devono essere realizzati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, ecc.; lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo.



Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante il controllo dei materiali che costituiscono l'anta ed il telaio ed i loro trattamenti preservanti ed i rivestimenti mediante il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti, degli accessori.

Mediante il controllo delle sue caratteristiche costruttive, in particolare dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) e per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento, e sulle altre prestazioni richieste.

Il direttore dei lavori potrà altresì procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche od in mancanza a quelle di seguito riportate.

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione fornita dall'appaltatore al direttore dei lavori.

L'altezza delle maniglie o dispositivo di comando deve essere compresa tra 100 e 130 cm; consigliata 115 cm.

Nelle finestre lo spigolo vivo della traversa inferiore dell'anta apribile deve essere opportunamente sagomato o protetto per non causare infortuni.

Le ante mobili degli infissi esterni devono poter essere usate esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

Devono essere osservate le prescrizioni dimensionali idonee ai portatori di handicap, quali ad esempio:

- a) La luce netta della porta di accesso di ogni edificio e di ogni unità immobiliare deve essere di almeno 80 cm. La luce netta delle altre porte deve essere di almeno 75 cm;
- b) L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra 85 e 95 cm (consigliata 90 cm);
- c) devono inoltre essere preferite soluzioni per le quali le singole ante delle porte non abbiano larghezza superiore ai 120 cm, e gli eventuali vetri siano collocati ad una altezza di almeno 40 cm dal piano del pavimento.;
- d) l'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

Le norme di riferimento per l'accettazione di infissi in alluminio sono:

UNI EN 573-3 Alluminio e leghe di alluminio - Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati;

EN 12020 Alluminio e leghe di alluminio - Profili estrusi di precisione in lega EN AW-6060 e EN AW-6063 - Parte 2: Tolleranze di dimensioni e forma;

UNI EN 14024 Profili metallici con taglio termico - Prestazioni meccaniche - Requisiti, verifiche e prove per la valutazione;

UNI EN 573-3 Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici;

UNI EN 485-2 Alluminio e leghe di alluminio. Lamiere, nastri e piastre. Caratteristiche meccaniche;

UNI EN 754-2 Alluminio e leghe di alluminio. Barre e tubi trafilati. Tubi estrusi con filiera a ponte, tolleranze;

UNI EN 1706 Alluminio e leghe di alluminio. Getti - Composizione chimica e caratteristiche meccaniche

Le norme di riferimento per l'accettazione di infissi in acciaio sono:

UNI EN 10079 Definizione dei prodotti di acciaio e a quelle di riferimento per gli specifici prodotti

UNI 10163-1 Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Prescrizioni generali;

UNI 10163-2 Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati e a caldo. Lamiere e larghi piatti;

UNI 10163-2 Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati e a caldo. Profilati;

UNI EN 10143 Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma;

UNI EN 10025 Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.

UNI 7958 Prodotti finiti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo. Lamiere sottili e nastri larghi da costruzione;

UNI EN 10142 Lamiere e nastri di acciaio a basso tenore di carbonio, zincati a caldo in continuo, per formatura a freddo. Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10143 Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma;

UNI EN 10143 Lamiere e nastri di acciaio per impieghi strutturali, zincati per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.

Le norme di riferimento per l'accettazione di infissi in acciaio inossidabile sono: UNI EN 10088-1 - Acciai inossidabili. Parte 1: Lista degli acciai inossidabili;  
UNI EN 10088-2 Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali.

### 25.3.13 PRODOTTI A BASE DI LEGNO.

Si intendono per prodotti a base di legno quelli derivati dalla semplice lavorazione e/o dalla trasformazione del legno e che sono presentati solitamente sotto forma di segati, pannelli, lastre, ecc.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura ed indipendentemente dalla destinazione d'uso.

Il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutture, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni del progetto.

#### **Segati del legno**

I segati di legno a complemento di quanto specificato nel progetto o negli altri paragrafi del presente documento, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche: - tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 10$  mm; - tolleranze sullo spessore:  $\pm 2$  mm.

#### **Pannelli a base di fibra di legno**

I pannelli a base di fibra di legno oltre a quanto specificato nel progetto o negli altri paragrafi del presente documento, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche: - tolleranza sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 3$  mm; - tolleranze sullo spessore:  $\pm 0,5$  mm.

#### **Pannelli a base di particelle di legno**

I pannelli a base di particelle di legno a compimento di quanto specificato nel progetto, negli altri paragrafi del presente documento,, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche;

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 5$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 0,5$  mm.

## Legno lamellare

Le essenze legnose vengono suddivise, per il legno lamellare, in due categorie o classi, che ne individuano la qualità e le caratteristiche fisico-meccaniche e che condizionano i valori delle corrispondenti tensioni massime ammissibili.

Tali classi o categorie sono (secondo le DIN 1052):

- Categoria: legno scelto senza traccia di putredine o danni di insetti, inclinazione massima della direzione delle fibre rispetto alla direzione della tavola non superiore al 10%, nodi sani, non raggruppati, con diametro massimo pari a 30 mm, peso specifico non superiore a 500 Kg/mc (al 20% di umidità) e spessore medio annuo di crescita del tronco non superiore a 3 mm.
- Categoria: legno scelto con criteri meno rigidi, tuttavia senza traccia di putredine o danni di insetti, ma con tolleranze maggiori di diametro dei nodi (fino a 40 mm), inclinazione di fibre (fino al 12%), pesi specifici non inferiori a 400 Kg/mc (al 20% di umidità) e spessore medio annuo di crescita non superiore a 4 mm.

### 25.3.14 PRODOTTI PER ASSORBIMENTO ACUSTICO.

Si definiscono materiali assorbenti acustici (o materiali fonoassorbenti) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa.

Questa proprietà è valutata con il coefficiente di assorbimento acustico ( $a$ ), definito dall'espressione:

$$a = W_a / W_i$$

dove:  $W_i$  è l'energia sonora incidente;  $W_a$  è l'energia sonora assorbita.

Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare) la proprietà fonoassorbente dipende dallo spessore.

I materiali fonoassorbenti si classificano secondo lo schema di seguito riportato.

- *Materiali fibrosi:*
  - Minerali (fibra di amianto, fibra di vetro, fibra di roccia);
  - Vegetali (fibra di legno o cellulosa, truciolari).
- *Materiali cellulari.*
  - Minerali:
  - Calcestruzzi leggeri (pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa);
  - Laterizi alveolari;

- Prodotti a base di tufo.
- *Sintetici:*
  - poliuretano a celle aperte (elastico - rigido); -
  - polipropilene a celle aperte.

### Materiali fonoassorbenti

Per tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- *lunghezza - larghezza:* valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;
- *spessore:* valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;
- *massa areica:* deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla direzione tecnica;
- *coefficiente di assorbimento acustico,* misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI ISO 354, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto od in assenza a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- *resistività al flusso d'aria* (misurata secondo ISO/DIS 9053);
- *reazione e/o comportamento al fuoco;*
- *limiti di emissione di sostanze nocive per la salute; - compatibilità chimico-fisica con altri materiali.*

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la Direzione dei lavori ai fini della loco accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

### **Materiali fonoassorbenti che assumono forma definitiva in opera**

Per i materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera.

La Direzione dei lavori deve inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

### **Caratteristiche d' idoneità all'impiego**

Entrambe le categorie di materiali fonoassorbenti devono rispondere ad una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, in relazione alla loro destinazione d'uso (pareti, coperture, controsoffittature, pavimenti, ecc.).

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere). Per le caratteristiche possedute intrinsecamente dal materiale non sono necessari controlli.

#### *25.3.15 PRODOTTI PER ISOLAMENTO TERMICO.*

Si definiscono materiali isolanti termici quelli atti a diminuire in forma sensibile il flusso termico attraverso le superfici sulle quali sono applicati. Per la realizzazione dell'isolamento termico si rinvia agli articoli relativi alle parti dell'edificio o impianti.

I materiali vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Nel caso di contestazione per le caratteristiche si intende che la procedura di prelievo dei campioni, delle prove e della valutazione dei risultati sia quella indicata nelle norme UNI ed in loro mancanza quelli della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

I materiali isolanti si classificano come segue:

#### A- Materiali fabbricati in stabilimento:

- *Materiali cellulari.*

- composizione chimica organica: plastici alveolari;
- composizione chimica inorganica: vetro cellulare, calcestruzzo alveolare autoclavato;
- composizione chimica mista: plastici cellulari con perle di vetro espanso.
- *Materiali fibrosi.*
  - composizione chimica organica: fibre di legno;
  - composizione chimica inorganica: fibre minerali.
- *Materiali compatti.*
  - composizione chimica organica: plastici compatti;
  - composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
  - composizione chimica mista: agglomerati di legno.
- *Combinazione di materiali di diversa struttura.*
  - composizione chimica inorganica: composti "fibre minerali-perlite", amianto cemento, calcestruzzi leggeri;
  - composizione chimica mista:
    - perlite-
    - fibre di cellulosa,
    - calcestruzzi di perle di polistirene.
  - composizione chimica organica: plastici alveolari con parametri organici;
  - composizione chimica inorganica: argille espanse con parametri di calcestruzzo, lastre di gesso associate a strato di fibre minerali;
  - composizione chimica mista: plastici alveolari rivestiti di calcestruzzo.

B- *Materiali iniettati, stampati o applicati in sito mediante spruzzatura.*

- 1) Materiali cellulari applicati sotto forma di liquido o di pasta.
  - composizione chimica organica: schiume poliuretatiche, schiume di ureaformaldeide;
  - composizione chimica inorganica: calcestruzzo cellulare.
- 2) Materiali fibrosi applicati sotto forma di liquido o di pasta.
  - composizione chimica inorganica: fibre minerali proiettate in opera.
- 3) Materiali pieni applicati sotto forma di liquido o di pasta.
  - composizione chimica organica: plastici compatti;
  - composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
  - composizione chimica mista: asfalto.

- 4) Combinazione di materiali di diversa struttura.
  - composizione chimica inorganica: calcestruzzo di aggregati leggeri;
  - composizione chimica mista: calcestruzzo con inclusione di perle di polistirene espanso.
- 5) Materiali alla rinfusa.
  - composizione chimica organica: perle di polistirene espanso;
  - composizione chimica inorganica: lana minerale in fiocchi, perlite;
  - composizione chimica mista: perlite bitumata.

#### Fibre di vetro.

Proverranno da materiali di qualità molto pura, esenti da alcali, ed avranno composizione stabile e rigorosamente dosata, totale inerzia chimica, totale anigroscopicità ed incombustibilità, totale assenza di materiale non fibrato. Le fibre inoltre saranno elastiche, flessibili e di elevatissimo rendimento termo-acustico. Le fibre da impiegare allo stato sciolto ( prodotto bianco apprettato con olio ) od in prodotti quali feltri trapuntati, feltri e pannelli resinati, coppelle e cordoni, dovranno essere del tipo ottenuto con procedimento " Tel ", le fibre lunghe, legate con opportuni collanti per la costituzione di feltri per " pavimenti galleggianti ", saranno del tipo ottenuto con procedimento " Gossler ". Le resine per il trattamento delle fibre saranno, di norma, del tipo sintetico termoindurente con polimerizzazione alta temperatura. In rapporto poi alla permeabilità al vapore acqueo, i manufatti in argomento dovranno venire posti in opera, se del caso, con adeguata barriera al vapore. Tutti i prodotti in fibre di vetro dovranno rispondere alla normativa di cui all'argomento UNI di classifica C.D.U. 666.189.211.

Termini e definizioni saranno conformi alla UNI 5958-67.

#### Lana di roccia.

Di caratteristiche analoghe alla lana di vetro, sarà ricavata dalla fusione e dalla filatura di rocce aventi particolari caratteristiche coibenti, scorie d'altoforno o speciali miscele vetrificabili. La lana di roccia dovrà essere esente da zolfo ed alcali liberi, presentare reazione neutra, resistere agli acidi purché non concentrati (tranne HCL) ed alle basi. La percentuale di materiale non fibrato non dovrà superare il 10%; il diametro medio delle fibre interesserà una gamma compresa fra 2 e 12 micron con una preponderanza di diametro medio di 6 circa 7 micron. Il materiale sarà inoltre stabile al vapore acqueo ed all'acqua calda, avrà un alto coefficiente di assorbimento acustico, una conducibilità termica dello stesso ordine della lana di vetro e



resisterà fino a temperature di 700\* C continui senza subire alcuna alterazione chimico-fisica. Per le prove si farà riferimento all'argomento UNI di classifica C.D.U. 66.198.662.998.

#### Polistirene

Pannelli in polistirene espanso estruso in monostrato, costituiti da celle perfettamente chiuse, uniformi ed omogenee riempite con gas a ridotto impatto ambientale secondo le più recenti normative internazionali. (Regolamento CEE nr 2037/2000 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29/06/00 pubblicato su Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee del 29/09/00).

#### Polistirolo

Materiale plastico stabile, ottenuto per espansione del polistirolo (o polistirene, polimero dello stirene), potrà venire prodotto per espansione mediante vapore (od altro sistema) o per estrusione e taglio o per estrusione nello spessore voluto. Per la fornitura dovrà comunque essere approvvigionato materiale ottenuto in quest'ultima forma, con densità compresa tra 30 e 50 kg/mc, salvo densità maggiori per particolari esigenze di resistenza ad indeformabilità. Il polistirolo dovrà essere resistente agli urti, pressoché impermeabile all'acqua ed al vapore, anigroscopico ed imputrescibile, inodore, per le applicazioni a vista o non sufficientemente protette, anche autoestingente, dovrà resistere inoltre a temperature di impiego non inferiori a 75\* C. Dovrà essere corredato dal "Marchio di Qualità " rilasciato dall'Istituto Italiano per il Polistirolo Espanso di Qualità Garantita. Nel caso di isolamenti termici anticondensa, il polistirolo dovrà venire protetto con adeguata barriera al vapore; dovrà altresì venire protetto da contatti o vapore di bitume a freddo, catrami, vernici, carburanti, solventi e diluenti in genere.

#### Poliuretano espanso.

Materiale plastico stabile, caratterizzato dal bassissimo valore della conducibilità termica (dovuta al gas che costituisce l'aria nelle celle), potrà essere fornito in manufatti rigidi o flessibili o prodotto " in sito " per iniezione. Qualunque sia il sistema di produzione ed espansione, ( miscelazione diretta " one shot ", miscelazione a due stadi o, con tecnica più avanzata, pre-espansione o " froting "), il poliuretano espanso presenterà densità compresa fra 30 e 50 kg./mc., il coefficiente di conducibilità termica non superiore a 0,018 kcal/mh\* C ( misurata a 25\* C) e resistenza a compressione, in direzione normale all'espansione, non inferiore a 1 kgf./cmq. ( per densità 30 ) ed a 3 kg./cmq. (densità 50) con variazione lineare tra i due limiti ed anche in estrapolazione.

### Stifterite.

Pannello sandwich costituito da un componente isolante in schiuma polyiso, espansa senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con velo vetro saturato. Il pannello Class S è indicato per coperture piane sotto manti sintetici a vista o appesantiti e sotto manti bituminosi applicati a freddo, isolamento di coperture a falde, pareti e pavimenti.

### **Modalità esecuzione**

L'allineamento di partenza e contenimento del sistema di isolamento verrà realizzato mediante l'applicazione meccanica, per mezzo di tasselli ad espansione, di un profilato in lega di alluminio (profilo di partenza). L'ancoraggio dei pannelli alle superfici di facciata verrà realizzato mediante stesura di malta adesiva base di resine sintetiche, per cordoli lungo il perimetro della lastra e per punti centrali assicurando una corretta adesione perimetrale del pannello isolante al supporto e buona planarità. Eventuale inserimento, qualora il supporto non garantisca un buon incollaggio, di appositi tasselli ad espansione in ragione di n° 6 al m2 con una profondità di ancoraggio di almeno 4 cm nella parte sana del supporto murario. I tasselli devono essere sempre prescritti in presenza di supporti con caratteristiche meccaniche di dubbia resistenza, mentre possono essere omessi nell'applicazione su supporti in laterizio non intonacato. Prima della rasatura dei pannelli isolanti, dovranno essere applicati in corrispondenza di tutti i risvolti paraspigoli a protezione di tutto il sistema isolante (non è consentito l'uso di profili zincati o in ferro verniciato). Eventuali piccoli dislivelli dovranno essere corretti concarteggiatura delle superfici.

### **Accettazione delle opere**

I materiali dovranno rispettare quanto previsto nella parte generale del presente disciplinare e rispettare le norme vigenti in materia di isolanti. L'opera deve essere ultimata a perfetta regola d'arte.

### **Materiali isolanti forniti in lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate**

Per tutti i materiali isolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- *lunghezza - larghezza*, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;

- *spessore*: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;
- *massa areica*: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;
- *resistenza termica specifica*: deve essere entro i limiti previsti da documenti progettuali (calcolo in base alla legge 9-1-1991 n. 10) ed espressi secondo i criteri indicati nella norma UNI 7357 (FA 1 - FA 2 - FA 3).

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto le seguenti caratteristiche:

- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

### **Materiali isolanti che assumono forma definitiva in opera**

Per i materiali isolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. Il Direttore dei Lavori può inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

### **Caratteristiche d' idoneità all'impiego**

Entrambe le categorie di materiali isolanti devono rispondere ad una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, in relazione alla loro destinazione d'uso: pareti, parete controterra, copertura a falda, copertura piana, controsoffittatura su porticati, pavimenti, ecc.

Se non vengono prescritti valori per alcune caratteristiche si intende che la Direzione dei lavori accetta quelli proposti dal fornitore; i metodi di controllo sono quelli definiti nelle norme UNI. Per le caratteristiche possedute intrinsecamente dal materiale non sono necessari controlli.

#### *25.3.16 PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE DI COPERTURE PIANE.*

Si intendono prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane quelli che si presentano sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o

- pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

Le membrane si designano descrittivamente in base:

- 1) al materiale componente (esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
- 2) al materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
- 3) al materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
- 4) al materiale di finitura della faccia inferiore (esempio: poliestere non tessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

I prodotti forniti in contenitori si designano descrittivamente come segue:

- 5) mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- 6) asfalti colati;
- 7) malte asfaltiche;
- 8) prodotti termoplastici;
- 9) soluzioni in solvente di bitume;
- 10) emulsioni acquose di bitume;
- 11) prodotti a base di polimeri organici.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura, le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alla posa in opera.

Il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

**Le membrane**

Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento alle seguenti prescrizioni.

Nota: gli strati funzionali si intendono definiti come riportato nella norma UNI 8178.

Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- invecchiamento termico in acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente a trazione ed avere adeguata impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9380, oppure per i prodotti non normali, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Nota: le membrane rispondenti alle varie parti della norma UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;
- invecchiamento termico in acqua.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9168, oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Nota: le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare: le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);

- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione ed alla lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed alla permeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9168, oppure per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Nota: le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche precisate sono valide anche per questo impiego.

Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed avere impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri dei tipi elencati nel seguente comma a) utilizzate per impermeabilizzazione delle opere elencate nel seguente comma b) devono rispondere alle prescrizioni elencate nel successivo comma c).

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel paragrafo “Provenienza e norme d’accettazione dei materiali”.

I tipi di membrane considerate sono:

- Membrane in materiale elastomerico senza armatura: *Nota: per materiale elastomerico si intende un materiale che sia fundamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata).*
- Membrane in materiale elastomerico dotate di armatura.
- Membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura. *Nota: per materiale plastomerico si intende un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente generalmente a quello di impiego ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (come per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate).*
- Membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura.

- Membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene).
- Membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfanato) dotate di armatura.
- Membrane polimeriche accoppiate. *Nota: membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta. In questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore.*

Classi di utilizzo:

Classe A

membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio, bacini, dighe, sbarramenti, ecc.).

Classe B

membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio, canali, acquedotti, ecc.).

Classe C

membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (per esempio, fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc.).

Classe D

membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce.

Classe E membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio, discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.).

Classe F

membrane adatte per il contratto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio, acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).

Nota: Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi. In questi casi devono essere presi in considerazione tutti quei fattori che nell'esperienza progettuale e/o applicativa risultano di importanza preminente o che per legge devono essere considerati tali.



c) Le membrane di cui al comma a) sono valide per gli impieghi di cui al comma b) purché rispettino le caratteristiche previste nelle varie parti della norma UNI 8898.

I rotoli di membrane impermeabili, di qualsiasi tipo, dovranno essere trasportati ed immagazzinati secondo le istruzioni scritte del produttore.

Le membrane impermeabili granigliate dovranno avere le stesse caratteristiche di quelle del precedente punto ma con la faccia superiore protetta con uno strato uniforme di scaglie di ardesia naturale o colorata. Nelle fasce di sovrapposizione, longitudinali e trasversali, la membrana dovrà essere priva di protezione. Lo spessore della membrana s'intende misurato al netto dello strato protettivo di ardesia.

### **Prodotti sotto forma di liquidi**

I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana) e secondo del materiale costituente, devono rispondere alle prescrizioni seguenti. I criteri di accettazione sono quelli indicati nel paragrafo "Provenienza e norme d'accettazione dei materiali". Bitumi da spalmatura

Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere ai limiti specificati, per diversi tipi, alle prescrizioni della norma UNI 4157.

- Malte asfaltiche

Le malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alla norma UNI 5660 FA 227.

- Asfalti colati

Gli asfalti colati per impermeabilizzazioni devono rispondere alla norma UNI 5654 FA 191.

- Mastice di rocce asfaltiche

Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla norma UNI 4377 FA 233.

- Mastice di asfalto sintetico

Il mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla norma UNI 4378 FA 234.

- I prodotti fluidi od in pasta a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanic, epossi-poliuretanic, epossi- catrame, polimetencatrame, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati) devono essere valutati in base alle caratteristiche seguenti ed i valori devono soddisfare i limiti riportati; quando non sono riportati limiti si intende che valgono

quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori.

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel paragrafo “Provenienza e norme d'accettazione dei materiali”.

- Primer bituminoso

Miscela di bitume ossidato e solventi di viscosità 20÷25 secondi alla tazza FORD n° 4 a 25°C.

#### 25.3.17 PRODOTTI VERNICIANTI

I prodotti vernicianti sono materiali applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- avere funzione impermeabilizzante;
- impedire il passaggio dei raggi U.V.;
- ridurre il passaggio della CO<sub>2</sub>;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti); - resistere (quando richiesto) all'usura.

Per la classificazione dei prodotti vernicianti, l'analisi dei requisiti, le caratteristiche ed i metodi di prova si fa riferimento alle norme UNI 8752 - 8753 - 8754 - 8755 - 8756. I produttori dei prodotti vernicianti utilizzati dovranno essere certificati in ISO 9002. I limiti d'accettazione saranno quelli prescritti nel progetto, nell'elenco prezzi, nelle presenti Norme e Tecniche e dalla D.L.

Tutti i prodotti in argomento dovranno essere forniti in cantiere in recipienti originali sigillati, di marca qualificata (è richiesto il Marchio di Qualità controllata rilasciato dall'Istituto Italiano del Colore - I.I.C), recanti il nome commerciale del prodotto, il nome della ditta produttrice e la data di scadenza. Per ogni prodotto dovrà essere fornita alla D.L. e alla DL una scheda tecnica compilata secondo i criteri stabiliti dalle norme UNI 8757 e 8759.

I prodotti vernicianti dovranno essere stoccati in ambienti chiusi o quantomeno coperti e non devono essere esposti a radiazioni solare diretta, al gelo, ed alle intemperie. La temperatura del locale non dovrà scendere al di sotto dei 5°C, in particolare se devono essere stoccati prodotti all'acqua, ne dovrà superare i 40°C.

I prodotti vernicianti stoccati in luoghi freddi dovranno essere posti in un locale con temperatura di almeno 15°C, 24 ore prima del loro utilizzo, onde evitare di usarli ad una viscosità inadeguata e con tempi di reticolazione eccessivamente lunghi. In alternativa è buona norma immettere i recipienti a bagnomaria (20÷30°C)

E' importante assicurare un'adeguata rotazione degli stocks per evitare di superare il limite di durata a magazzino I prodotti devono essere conservati nei contenitori originali sigillati fino al momento dell'impiego ed essere accessibili ai rappresentanti del Committente per gli opportuni controlli.

Al momento dell'apertura del contenitore, il prodotto verniciante deve presentarsi senza difetti. E' comunque sempre indispensabile omogeneizzare la massa preferibilmente con agitatori meccanici e poi procedere alla filtrazione con le apposite reti per allontanare qualsiasi eventuale grumo.

Nel caso di pitture a due componenti omogeneizzare separatamente base ed induritore e mescolarli successivamente fra loro, tassativamente nelle proporzioni indicate dal fornitore. Non aggiungere diluente se ciò non è consentito dalla istruzioni del produttore

### **Acquaragia (essenza di trementina)**

Dovrà essere limpida, incolore, d'odore gradevole e volatilissima. La sua densità a 15°C sarà di 0,87.

#### *25.3.18 PRODOTTI DIVERSI (SIGILLANTI, ADESIVI, GEOTESSILI).*

Tutti i prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti.

### Sigillanti

Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto od alle norme UNI 9610 e 9611 e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.

### Adesivi

Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, terroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);

- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso. Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.

### Geotessili

Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture.

Si distinguono in:

- Tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- Non tessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

(Sono esclusi dal presente articolo i prodotti usati per realizzare componenti più complessi). Gli articoli devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 1 \%$ ;
- spessore:  $\pm 3 \%$ ;

Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

Per i non tessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco; - se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico; - il peso unitario.
- 

#### 25.3.19 PRODOTTI DI VETRO (LASTRE, PROFILATI AD U E VETRI PRESSATI).

Si definiscono prodotti di vetro quelli che sono ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro.

Essi si dividono nelle seguenti principali categorie: lastre piane, vetri pressati, prodotti di seconda lavorazione.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi si fa riferimento alle norme UNI.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura. Le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alle vetrazioni ed ai serramenti.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

### **Vetri piani grezzi**

I vetri piani grezzi sono quelli colati e laminati grezzi ed anche cristalli grezzi traslucidi, incolori cosiddetti bianchi, eventualmente armati.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 6123 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

### **Vetri piani lucidi**

I vetri piani lucidi tirati sono quelli incolori ottenuti per tiratura meccanica della massa fusa, che presenta sulle due facce, naturalmente lucide, ondulazioni più o meno accentuate non avendo subito lavorazioni di superficie. Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 6486 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

### **Vetri piani trasparenti**

I vetri piani trasparenti float sono quelli chiari o colorati ottenuti per colata mediante galleggiamento su un bagno di metallo fuso.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 6487 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

### Vetri piani temprati

I vetri piani temprati sono quelli trattati termicamente o chimicamente in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 7142 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

### Vetri piani uniti

I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi od altro in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.

Le loro dimensioni, numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 7171 che definisce anche i metodi di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

### Vetri piani stratificati

I vetri piani stratificati sono quelli formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie.

Il loro spessore varia in base al numero ed allo spessore delle lastre costituenti.

Essi si dividono in base alla loro resistenza alle sollecitazioni meccaniche come segue: -

stratificati per sicurezza semplice;

- stratificati antivandalismo;
- stratificati anticrimine;
- stratificati antiproiettile.

Le dimensioni, numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche si fa riferimento alle norme seguenti:

a) i vetri piani stratificati per sicurezza semplice devono rispondere alla norma UNI 7172;

b) i vetri piani stratificati antivandalismo ed anticrimine devono rispondere rispettivamente alle norme UNI 7172 e norme UNI 9184;

- c) i vetri piani stratificati antiproiettile devono rispondere alla norma UNI 9187. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

### **Vetri piani profilati a u**

I vetri piani profilati ad U sono dei vetri grezzi colati prodotti sotto forma di barre con sezione ad U, con la superficie liscia o lavorata, e traslucida alla visione.

Possono essere del tipo ricotto (normale) o temprato armati o non armati. Le dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche valgono le prescrizioni della norma UNI 7306 che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione.

### **Vetri pressati**

I vetri pressati per vetrocemento armato possono essere a forma cava od a forma di camera d'aria. Le dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le caratteristiche vale quanto indicato nella norma UNI 7440 che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione.

#### *25.3.20 PAVIMENTAZIONI*

Si intende per pavimentazione un sistema edilizio avente quale scopo quello di consentire o migliorare il transito e la resistenza alle sollecitazioni in determinate condizioni di uso. Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni su strato portante;
- pavimentazioni su terreno (cioè dove la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta dal terreno).

### **La pavimentazione su strato portante**

Oggetto e campo d'applicazione

La pavimentazione su strato portante avrà quali elementi o strati fondamentali:

- 1) Lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- 2) lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;



- 3) lo strato ripartitore, con funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- 4) lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore(o portante);
- 5) lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste i seguenti strati possono diventare fondamentali:

- 6) strato di impermeabilizzante con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi dai vapori;
- 7) strato di isolamento termico con funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- 8) strato di isolamento acustico con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico; strato di compensazione con funzione di compensare quote, le pendenze, gli errori di planarità ed eventualmente incorporare impianti (questo strato frequentemente ha anche funzione di strato di collegamento).

Per la pavimentazione su strato portante sarà effettuata la realizzazione degli strati utilizzando i materiali indicati nel progetto; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

Per lo strato portante a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sulle strutture .

Per lo strato di scorrimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali la sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre vetro o roccia. Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione o realizzazione dei giunti e l'esecuzione dei bordi, risvolti, ecc.

Per lo strato ripartitore, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzo armati o non, malte, cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno.

Per lo strato di collegamento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e,

nei casi particolari, alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici od altro tipo.

Per lo strato di rivestimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nell'articolo sui prodotti per pavimentazioni.

Per lo strato di impermeabilizzazione, a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore, valgono le indicazioni fornite per questi strati all'articolo sulle coperture continue.

- 1) Per lo strato di isolamento termico valgono le indicazioni fornite per questo strato all'articolo sulle coperture piane.
- 2) Per lo strato di isolamento acustico, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento per i prodotti alle prescrizioni già date nell'apposito articolo.
- 3) Per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori di 20 mm).

#### Pavimentazione su terreno

- Oggetto e campo d'applicazione

La pavimentazione su terreno avrà quali elementi o strati funzionali:

- 1) il terreno (suolo) con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- 2) strato impermeabilizzante (o drenante); 3) il ripartitore;
- 4) strato di compensazione e/o pendenza; 5) il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste, altri strati complementari possono essere previsti.

Per le pavimentazioni su terreno, la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

- 1) Per lo strato costituito dal terreno si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, plasticità, massa volumica, ecc. si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore per conferirgli adeguate caratteristiche

meccaniche, di comportamento all'acqua, ecc. In caso di dubbio o contestazione si farà riferimento alla norma UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

2) Per lo strato impermeabilizzante o drenante si farà riferimento alle prescrizioni già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc. indicate nella norma UNI 8381 per le massicciate (o alle norme CNR sulle costruzioni stradali) ed alle norme UNI e/o CNR per i tessuti nontessuti (geotessili). Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo, limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc.

In caso di dubbio o contestazione si farà riferimento alla UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali. Nota: Questo strato assolve quasi sempre anche funzione di strato di separazione e/o scorrimento.

3) Per lo strato ripartitore dei carichi si farà riferimento alle prescrizioni contenute sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo, conglomerati bituminosi alle prescrizioni della UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali. In generale si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti particolari.

4) Per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore; è ammesso che esso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o comunque scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.

5) Per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'articolo sui prodotti per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, ecc.).

#### 25.3.21 OPERE DA PITTORE

##### Modalità di esecuzione di carattere generale

###### - Condizioni ambientali ed atmosferiche

Qualora le condizioni ambientali ed atmosferiche differiscano da quelle elencate nei seguenti punti a-f, i lavori non devono essere iniziati o devono essere sospesi se già iniziati:

- a) i lavori devono essere eseguiti su superfici perfettamente asciutte;
- b) la temperatura ambiente e quella delle superfici da verniciare, salvo diverse prescrizioni riportate nelle schede tecniche dei materiali, devono essere comprese tra +5°C e +35°C;
- c) lo stato igrometrico non deve superare l'80% di umidità relativa;
- d) non deve sussistere presenza di vento con particelle o polveri in sospensione, di fumi o di vapori aggressivi;
- e) La temperatura delle superfici da verniciare deve essere di almeno 3°C sopra il punto di rugiada (dew point);

La verniciatura deve essere programmata in modo che polvere, intemperie condensa ed altri contaminanti non cadono sulle superfici appena verniciate.

- Attrezzi e modalità operative

Le pitture devono essere applicate secondo le prescrizioni del colorificio produttore e riportate sulle schede tecniche. Strumenti ed apparecchiature devono essere dotate di separatori di olio ed acqua.

Ciascuna mano dovrà essere applicata allo spessore richiesto e l'operatore dovrà disporre di spessimetri ad umido per orientarsi in tal senso.

L'applicazione non deve evidenziare colature e sgocciolamenti, che devono essere tempestivamente eliminati, con pennello a film ancora bagnato.

Ciascuna mano dovrà essere essiccata prima di applicare la mano successiva; i tempi minimi di sovrapplicazione sono riportati dalle schede tecniche.

La diluizione, qualora necessaria, deve rientrare nelle percentuali previste nelle schede tecniche dei prodotti.

Dopo l'applicazione dell'ultimo strato di finitura il supporto deve presentarsi completamente ricoperto, di tonalità omogenea e di aspetto uniforme.

Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno, se richiesto, essere anche eseguite con colori diversi su una stessa parete, complete di filettature, zoccoli e quant'altro occorre per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte.

La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della DL. e non sarà ammessa alcuna distinzione tra colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità.

Le successive passate di coloritura ad olio e verniciatura dovranno essere di tonalità diverse, in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllare il numero delle passate che sono state applicate.

Prima d'iniziare le opere da pittore, l'Impresa ha inoltre l'obbligo di eseguire, nei luoghi e con le modalità che le saranno prescritti, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte (85 campionature) che per il genere di esecuzione, e di ripeterli eventualmente con le varianti richieste, sino ad ottenere l'approvazione della D.L.. Essa dovrà, infine adottare ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere finite (pavimenti, rivestimenti, infissi, etc.) restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

### 25.3.22 MURATURE IN CEMENTO E LATERIZIO

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 17/01/2018.

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma UNI 8942/2.

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 17/01/2018..

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

È facoltà del Direttore dei lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

I laterizi da impiegare per lavori di qualsiasi genere, dovranno corrispondere alle Norme per l'accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2233.

Essi dovranno inoltre corrispondere alle seguenti norme UNI: 2105-42, 2106-42, 210742, 8942/1-86, 8942/2-86, 8942/3.

I mattoni dovranno essere ben formati, con facce regolari, a spigoli vivi di grana fina, compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati, essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature, aderire fortemente alle malte, essere esenti da cristallizzazione di solfati solubili od ossidi alcalino-terrosi, ed infine non dovranno essere eccessivamente assorbenti.

I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza (salvo diverse proporzioni dipendenti da uso locale), di modello costante, presentare sia all'asciutto sia dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a kg 100 per cmq.

Gli altri laterizi dovranno avere le stesse caratteristiche generali come provenienza, cottura, ecc.: dovranno in particolare rispondere a quei requisiti che saranno richiesti all'atto esecutivo e che la D.L. preciserà.

### 25.3.23 MURATURE IN BLOCCHI CAVI

Le murature di completamento (tramezzi, tavolati, ecc.) devono essere realizzate in blocchi di cls. prefabbricati dello spessore di 20 cm impermeabili facciavista.

Lo spessore s'intende al netto dell'eventuale intonaco ed è rilevabile nelle tavole di progetto.

Le murature REI devono garantire almeno la resistenza al fuoco di classe REI 180. Si richiama il fatto che la classificazione REI si riferisce al muro in opera; quindi non è sufficiente che i materiali siano certificati, ma è anche necessario:

- che il muro abbia resistenza meccanica adeguata a sopportare l'incendio per il tempo per cui il muro è certificato;
- che il muro si mantenga ermetico per lo stesso tempo, non lasciando passare fumi, gas tossici o quant'altro possa propagare l'incendio.

Devono quindi essere impiegate malte, giunti di tenuta e tutte le misure necessarie per garantire tali prestazioni.

A chiusura dei vani per il passaggio cavi e delle tubazioni devono essere sigillati con setto tagliafuoco REI 180 realizzato con sacchetti termo espandenti. I sacchetti a base di miscela intumescente, granulato di grafite ed additivi inerti con involucro interno in polietilene ed esterno in tessuto di vetro incombustibile devono essere posati a giunti sfalsati e con sovrapposizione di 2-3 cm.

### Qualità materiali

Le murature saranno in blocchi cavi in conglomerato di cemento vibrocompresso conformi al D.M. 17/01/2018, ad alta omogeneità con mixer specifico di leganti ed inerti speciali a granulometria controllata, prodotti con marchio avranno, le seguenti caratteristiche:

- dimensioni nominali: 40 x 20 x 20 cm;
- resistenza caratteristica a compressione:  $\geq 7,0 \text{ N/mm}^2$  (UNI EN 772-1);

– massa volumica:  $\geq 2050 \pm 10\%$  kg/m<sup>3</sup> (UNI EN 772-13); – Conducibilità termica equivalente 0,76 W/mK;

– Assorbimento d'acqua per capillarità:  $\leq 30$  gr·m<sup>-2</sup>·s<sup>-0,5</sup>; – Durabilità al gelo/disgelo:  
Assorbimento Acqua per immersione  $\leq 18$  %.

Le murature REI dovranno soddisfare i requisiti REI prescritti ed essere certificati secondo la sigla REI richiesta. La certificazione dovrà riguardare sia il singolo componente, con le prove di laboratorio secondo le norme vigenti, sia l'intera muratura considerata nella specificità della costruzione. Considerato che, trattandosi di elementi di piccole dimensioni, le prove di laboratorio certificano di fatto solo la caratteristica "I", le altre caratteristiche dovranno essere verificate in base alle norme vigenti tenendo conto di dover soddisfare le azioni previste:

- dalla spinta del vento sia per le pareti interne che di tamponamento (UNI EN 1991);
- dall'impatto orizzontale generato in caso di incendio da collasso di elementi strutturali o dalla caduta di corpi pesanti (arredi, macchinari, attrezzature);
- dalla stabilità a caldo che sposta la risultante dei carichi al di fuori della base di appoggio
- dai vincoli della muratura con le strutture (travi, pilastri, coperture).

Nelle murature REI la chiusura a soffitto deve essere realizzata con materiale ignifugo e la malta deve essere di tipo tagliafuoco.

Tutte le murature in blocchetti devono essere costituite da elementi ad alta omogeneità completi di tutti i relativi pezzi speciali. Il materiale dovrà essere stagionato. I pannelli murari dovranno avere adeguati vincoli dimensionati in modo da sostenere la flessione orizzontale e verticale.

### Modalità esecuzione

Dovranno essere previsti e calcolati dal fornitore gli opportuni irrigidimenti (verticali e orizzontali) e gli elementi di fissaggio alla sommità degli irrigidimenti che dovranno garantire la possibilità di movimenti reciproci verticali tra muratura ed irrigidimento, impedendo i movimenti orizzontali.

Ove necessario, dovranno essere ricavate aperture in accordo con le esigenze impiantistiche. Per altezze superiori a 3 m deve essere gettato un cordolo/correa intermedio di calcestruzzo armato, in spessore di muro, ancorato ai ferri verticali inseriti nella muratura.

In corrispondenza delle testate libere, degli spigoli, ai lati delle aperture e in ogni caso in corrispondenza ai punti di minor resistenza della muratura, i vuoti dei blocchi dovranno essere riempiti con calcestruzzo armato.

L'esecuzione degli architravi, sovrapporte, ecc. dovrà essere esclusivamente realizzata con gli appositi blocchi sagomati, che serviranno a costituire con le tavole, le sagome di contenimento delle piattabande in c.a. Sia le controventature verticali, che quelle orizzontali dovranno essere opportunamente armate. Gli elementi dovranno essere collocati in opera sfalsati; in corrispondenza delle testate, degli spigoli e di qualsiasi interruzione dovranno essere impiegati gli appositi pezzi speciali, lo stesso dicasi per la realizzazione dei giunti di dilatazione.

La muratura deve garantire assenza di fessurazioni da ritiro igrometrico, pertanto il ritiro in condizioni estreme deve essere inferiore a 0,5 mm/m e devono essere previsti opportuni giunti di dilatazione. I giunti dovranno impedire alla testa del muro di spostarsi lateralmente e consentire i movimenti verticali dovuti alle dilatazioni della muratura ed ai movimenti delle strutture. Devono essere stilati in modo da non presentare alcuna irregolarità o interruzione e devono essere i più omogenei possibili.

Rete o graffe metalliche vanno previste ogni 3 corsi ove sia previsto in progetto o dove suggerito dalla buona pratica. In corrispondenza degli attacchi con parti in c.a. si deve procedere alla formazione di scuretti. Sono compresi e compensati la formazione di spalle, architravi, velette, giunti di dilatazione, l'elevazione della muratura, lo sfrido e quant'altro occorre per eseguire l'opera a regola d'arte.

Trattandosi di murature per la quasi totalità sulle quali è prevista la sola tinteggiatura senza intonacatura dovrà essere prestata particolare attenzione nell'esecuzione evitando con cura difetti esecutivi.

### Accettazione delle opere

La muratura deve essere strutturata secondo le sollecitazioni previste dal D.M. 16 gennaio 1996 e successive modifiche e deve essere vincolata alla struttura portante mediante fissaggi che consentano i movimenti relativi muratura-struttura. Il paramento murario deve essere eseguito secondo le modalità elencate in precedenza.

Il posatore deve rilasciare la certificazione di corretta posa in opera secondo le norme vigenti ed in particolare: UNI 11431, UNI 11600, UNI 7389, UNI 7390.

#### 25.3.24 MURATURE IN BLOCCHI DI LATERIZIO TERMOISOLANTE

Si dovrà fare riferimento al D.M. 17 gennaio 2018 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni". In particolare vanno tenuti presenti le prescrizioni che seguono: a) Muratura costituita da elementi resistenti artificiali.



La muratura è costituita da elementi resistenti aventi generalmente forma parallelepipedica, posti in opera in strati regolari di spessore costante e legati tra di loro tramite malta.

### Qualità materiali

L'edificio a uno o più piani a muratura portante deve essere concepito come una struttura tridimensionale costituita da singoli sistemi resistenti collegati tra di loro e con le fondazioni e disposti in modo da resistere alle azioni verticali ed orizzontali.

A tal fine si deve considerare quanto segue: a) Collegamenti.

I tre sistemi di elementi piani sopraddetti devono essere opportunamente collegati tra loro.

Tutti i muri saranno collegati al livello dei solai mediante cordoli e, tra di loro, mediante ammortamenti lungo le intersezioni verticali.

Inoltre essi saranno collegati da opportuni incatenamenti al livello dei solai. Nella direzione di tessitura dei solai la funzione di collegamento potrà essere espletata dai solai stessi purché adeguatamente ancorati alla muratura.

Il collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione sarà di norma realizzato mediante cordolo di calcestruzzo armato disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari a quello della muratura di fondazione e di altezza non inferiore alla metà di detto spessore. b) Cordoli.

In corrispondenza dei solai di piano e di copertura i cordoli si realizzeranno generalmente in cemento armato, di larghezza pari ad almeno  $2/3$  della muratura sottostante e/o arretrato di cm 6 per le zone sismiche, e comunque non inferiore a 12/16 cm, e di altezza almeno pari a quella del solaio e comunque non inferiore alla metà dello spessore del muro.

Nelle zone non sismiche per i primi tre orizzontamenti, a partire dall'alto, l'armatura minima dei cordoli sarà di almeno  $6 \text{ cm}^2$  con diametro non inferiore a 12 mm.

In ogni piano sottostante gli ultimi tre, detta armatura minima sarà aumentata di  $2 \text{ cm}^2$  a piano.

La stessa armatura dovrà essere prevista nel cordolo di base interposto tra la fondazione e la struttura in elevazione.

In ogni caso, le predette armature non dovranno risultare inferiori allo 0,6 % dell'area del cordolo.

Le staffe devono essere costituite da tondi di diametro non inferiore a 6 mm poste a distanza non superiore a 30 cm.

Per edifici con più di 6 piani, entro e fuori terra, l'armatura dei cordoli sarà costituita da tondi con diametro non inferiore a 14 mm e staffe con diametro non inferiore a 8 mm.

Negli incroci a L le barre dovranno ancorarsi nel cordolo ortogonale per almeno 40 diametri; lo squadro delle barre dovrà sempre abbracciare l'intero spessore del cordolo. c) Incatenamenti orizzontali interni.

Gli incatenamenti orizzontali interni, aventi lo scopo di collegare i muri paralleli della scatola muraria ai livelli dei solai, devono essere realizzati per mezzo di armature metalliche.

Tali incatenamenti dovranno avere le estremità efficacemente ancorate ai cordoli. Nella direzione di tessitura del solaio possono essere omessi gli incatenamenti quando il collegamento è assicurato dal solaio stesso.

In direzione ortogonale al senso di tessitura del solaio gli incatenamenti orizzontali saranno obbligatori per solai con luce superiore ai 4,5 m e saranno costituiti da armature con una sezione totale pari a 4 cm<sup>2</sup> per ogni campo di solaio.

### Modalità esecuzione

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle volte, piattabande, archi, e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per:

- ricevere le chiavi ed i capichiavi delle volte: gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T; le testate delle travi (di legno, di ferro); le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- il passaggio delle canalizzazioni verticali (tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufe e camini, scarico acqua usata, immondizie, ecc.);
- per il passaggio delle condutture elettriche, di telefoni e di illuminazione;
- le imposte delle volte e degli archi;
- gli zoccoli, dispositivi di arresto di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc.

Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le parti di esse.

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'in giro e riempia tutte le connessioni.

La larghezza dei giunti non dovrà essere maggiore di 8 nè minore di 5 mm.

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

Le malte da impiegarsi per la esecuzione delle murature dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi con paramento a vista si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura o gli elementi in bozze da faccia vista, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connesure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali. In questo genere di paramento i giunti non dovranno avere larghezza maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisce con apposito ferro, senza sbavatura. Salvo l'uso di laterizi o mattoni speciali, gli elementi presenteranno tinta uniforme, dimensioni costanti, spigoli diritti e vivi e caratteristiche superficiali e cromatiche come richiesto dalla Direzione Lavori. Gli elementi saranno disposti con perfetta regolarità di connesure, sia orizzontali che verticali; la larghezza delle stesse sarà di 5 cm. salvo diversa disposizione; la profilatura dei giunti potrà venire ordinata secondo 5 tipi ( concavo, angolato a U, spatolato a gocciolatoio o sub-verticale, incavato, retto ) e verrà eseguita con malta cementizia dosata a 500 Kg. di cemento. A paramento eseguito e dopo un congruo tempo che valuterà la Direzione, la superficie a vista verrà accuratamente ripulita, spazzolata e lavata con acqua. Il paramento finito ( se eseguito in mattoni ) non dovrà comunque presentare errori di planarità superiori a 5 mm. Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e la larghezza dei giunti non dovrà mai eccedere i 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso.

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

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

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

Le impostature per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con gli addentellati d'uso, sia col costruire l'origine delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto.

La direzione dei lavori stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani e di porte e finestre siano collocati degli architravi (cemento armato, acciaio) delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro ed al sovraccarico.

Nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra sarà eseguito un opportuno strato (impermeabile, drenante, ecc.) che impedisca la risalita per capillarità.

### Accettazione delle opere

La muratura deve essere strutturata secondo le sollecitazioni previste dal D.M. 16 gennaio 1996 e successive modifiche e deve essere vincolata alla struttura portante mediante fissaggi che consentano i movimenti relativi muratura-struttura. Il paramento murario deve essere eseguito secondo le modalità elencate in precedenza.

Il posatore deve rilasciare la certificazione di corretta posa in opera secondo le norme vigenti.

#### *25.3.25 TAMPONAMENTO ESTERNO IN PANNELLI PREFABBRICATI IN C.A.*

Pannelli orizzontali prefabbricati in cemento dello spessore 20 cm, con isolante termico interposto dello spessore di 10 cm, con superficie esterna in cemento grigio liscio e superficie interna tirata a staggia metallica.

I materiali devono rispettare quanto previsto nella parte generale del presente disciplinare oltre alla normativa vigente per materiali per l'isolamento termico e materiali per calcestruzzi.

### Qualità materiali

I pannelli in cemento armato dovranno essere con interposto isolante in polistirene espanso estruso.

Non saranno ammesse sigillature tra giunti superiori a 2 cm o di larghezza variabile e non costante lungo i lati del pannello. Fessure di spessore superiore dovranno comportare la ritaratura dei sistemi di regolazione micrometrica a secco di posa orizzontale e verticale così come nel caso di irregolarità di larghezza costante.

La tenuta all'aria e all'acqua dovrà essere garantita da idonea sigillatura polisolfidica dello stesso colore del pannello in modo da mantenere il più possibile inalterata la continuità della facciata anche dal punto di vista estetico sia sulla parte interna che esterna del padiglione. La sigillatura dovrà avvenire mediate la posa propedeutica di un cordone continuo comprimibile

in polietilene espanso a cellule chiuse da inserire nella sede del giunto quale supporto al sigillante.

- Finiture esterne

La superficie del calcestruzzo dovrà presentarsi la più compatta possibile ed uniforme in modo da creare una superficie liscia omogenea e priva di alveolature.

- Trattamento superficiale interno

Tinteggiatura secondo colore e disegno scelto dalla D.L.

### Modalità esecuzione

- Sistema portante

I pannelli prefabbricati dovranno essere appoggiati ad apposite fondazioni con cedimenti uguali alle strutture principali. Tutti i sistemi di appoggio e di ritenuta dovranno essere in acciaio zincato e consentire una regolazione millimetrica a secco per la giustapposizione dei pannelli.

- Movimentazione

Tutti i pannelli dovranno essere dotati di sistema di aggancio per il loro sollevamento preinseriti nel cassero.

- Predisposizioni

Nei pannelli, dovranno essere inseriti in fase di allestimento dell'armatura del cassero ferri tipo halfen o similari per il sostegno dei pluviali.

### Accettazione delle opere

Le opere eseguite non saranno accettate se non rispondenti a quanto prescritto relativamente ai materiali da utilizzarsi e relativamente alle modalità di esecuzione e prescrizioni generali. Le opere eseguite non saranno accettate se non integralmente rispondenti agli elaborati di progetto, sia per quanto riguarda le sagome, sia per la esattezza delle misure; saranno ammesse sulle dimensioni di progetto le tolleranze indicate nelle specifiche tecniche.

Per l'accettazione si dovrà verificare che le opere siano realizzate a perfetta regola d'arte in modo da risultare del tutto omogenee, ben collegate ed allineate nei piani orizzontali e verticali.

### Lanterne continue in copertura degli edifici prefabbricati

Sulle coperture degli edifici prefabbricati, sono presenti "lanterne continue" per ottenere l'illuminazione zenitale dei sottostanti ambienti di lavoro;

Le lanterne sono costituite da strutture portanti in profili in alluminio anodizzato argento profilo taglio termico, tasselli in pvc, profili antichock e siliconatura finale in tutte le sue parti. La parete interna è costituita da vetro Uglass normale K25/60/7 + isolante in lana di vetro sp. 4 cm posto nell'intercapedine – la parete esterna vetro uglass normale K25/60/7  
Il profilo U-Glass basso emissivo, in doppia parete, con posa a camera d'aria, permette di ottenere performance termiche e acustiche tramite un trattamento superficiale in grado di conferirgli maggiori capacità di isolamento termico.

### Pareti in cartongesso

Controparete interna ad orditura metallica, con collegamento alla parete retrostante, e doppio rivestimento in lastre di gesso rivestito dello spessore totale risultante dagli elaborati grafici di progetto. Doppia Lastra in cartongesso spessore 12,5 mm Tipo Knauf; Intercapedine vuota; Isolamento Lana di vetro/lana di roccia;

### Qualità dei materiali

L'orditura metallica verrà realizzata con profili tipo Knauf o similari in acciaio rivestito con lega di zinco, magnesio e alluminio (UNI EN 10215) tipo Knauf MgZ o similari, resistenti alla corrosione, marcati CE (UNI EN 14195), realizzati secondo il sistema qualità UNI EN ISO 9001-2000, e, delle dimensioni di : - guide a "U" 100/100/100mm profilo ad ali maggiorate  
- montanti a "C" 60/100/60 mm, posti ad interasse non superiore a 600 mm isolata dalle strutture perimetrali con nastro monoadesivo con funzione di taglio acustico, dello spessore di 3,5 mm.

I profili saranno marcati CE conformemente alla norma armonizzata EN 14195 riguardante "Profili per Sistemi in Lastre in

Gesso Rivestito", in classe A1 di reazione al fuoco, prodotti secondo il sistema qualità UNI-EN-ISO9001-2000.

Il rivestimento dell'orditura sarà realizzato con strato di lastre tipo Knauf Aquapanel® Indoor o similari, ad elevate prestazioni di resistenza alle sollecitazioni meccaniche e resistenza all'acqua:

- resistenza a trazione ortogonale al piano delle lastre 0,49 N/mm<sup>2</sup>;
- resistenza a flessione 8,75 MPa e modulo elastico E>3500 N/mm<sup>2</sup>

costituite da inerti minerali, leganti cementizi e rinforzate con due reti in fibra di vetro sulle due facce, con densità a secco pari a 1050 kg/m<sup>3</sup>, conducibilità termica 0,35 W/mK, prive di elementi combustibili, collaudate dal punto di vista biologicoabitativo, dello spessore di mm 12.5.

### Modalità esecuzione

Le tramezzature in cartongesso dovranno essere realizzate con struttura portante costituita da profilati di lamiera zincata a “C” dello spessore di 6/10 di mm, per guide fissate a pavimento ed a soffitto con chiodi a sparo, previa interposizione di materiale antiacustico, e montanti verticali di sezione a omega posti ad interasse di cm. 60.

Il rivestimento dovrà essere costituito da pannelli di cartongesso fissati ai profili mediante viti autofilettanti. Durante il montaggio dovrà essere posta la massima attenzione alla predisposizione per il passaggio degli impianti e all'installazione delle relative apparecchiature, nonché all'inserimento dei tasselli in legno per il montaggio delle porte.

I suddetti pannelli dovranno essere tagliati a misura ; la sigillatura dei giunti dovrà essere eseguita con nastro idoneo.

Dovrà, inoltre, essere eseguita la stuccatura e la rasatura delle superfici, nonché l'istallazione di eventuali paraspigoli con nastro armato.

Durante le fasi di trasporto, scarico dall'automezzo, accatastamento, tiro in alto, avvicinamento al luogo di posa dovrà essere posta la massima attenzione per evitare danneggiamenti al materiale.

L'Appaltatore deve garantire la corretta stuccatura dei giunti, degli angoli e delle teste delle viti, in modo da ottenere una superficie finita, giunti di dilatazione ogni 15 mt di lunghezza di parete.

### Accettazione delle opere

Le contropareti in cartongesso dovranno rispettare quanto previsto nella parte generale del presente disciplinare, nello specifico le lastre devono soddisfare la norma DIN 18180 e dovranno essere dello spessore pari a 12,5 avvitate all'orditura metallica con viti autopercoranti fosfatate.

L'orditura metallica verrà realizzata con profili tipo Kanuf in acciaio zincato DX51D+Z-NA-C spessore 0,6 mm a norma UNI-EN 10142. L'opera deve essere eseguita a perfetta regola d'arte.

#### 25.3.26 SOTTOFONDO DI RIEMPIMENTO

### Qualità dei materiali

Ai fini della classificazione e dell'impiego nei rilevati o negli strati di sottofondo si farà riferimento alla classifica AASHO adottata dalle norme CNR-UNI 10006/63.

Per la formazione dei riempimenti di cavi o per qualsiasi opera di rinterro dovranno essere impiegate preferibilmente, fino al loro totale esaurimento, le materie provenienti dagli scavi e/o dalle demolizioni purchè ritenuti idonei dalla D.L.ed opportunamente selezionati, frantumati e vagliati, previa inoltre autorizzazione degli Enti di Controllo nel caso di materiali contenenti amianto sotto i limiti normativi.

Qualora venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti da cava di prestito, ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori.

Per riempimenti e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

### Modalità esecuzione

Riempimento di vuoto tra pavimento finito e fondazione in cemento armato secondo le sagome prescritte dalla D.L. o risultanti dagli elaborati di progetto, mediante la fornitura e posa in opera di pietrame e ciottoli naturali, ghiaia in natura o spaccati di pezzatura e granulometria idonea all'impiego, il tutto eseguito con mezzi meccanici e, se necessario, con piccoli interventi manuali ove occorrente.

I mezzi impiegati dovranno essere cingolati o gommati a seconda delle zone di utilizzo, ed avere un'idonea portata per circolare sia su strade asfaltate che su terra. La viabilità esistente deve essere mantenuta in perfetto stato di conservazione.

Il materiale impiegato dovrà essere scevro da sostanze organiche (es. argilla) e sassi di grosse dimensioni e proveniente da luoghi scelti dall'appaltatore e approvati dalla D.LL. Il tutto compreso degli oneri relativi all'approvvigionamento, le indennità di cava, lo spandimento in opera previo

dissodamento del terreno esistente, la bagnatura, la compattazione e la rullatura con compressore o piastra vibrante a strati orizzontali di altezza non superiore a cm. 30, gli spianamenti, la pilonatura a strati, i necessari ricarichi, la movimentazione dei materiali ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte. Valutazione della cubatura del vano interrato a costipamento ultimato (risultante dagli elaborati di progetto) senza considerare alcuna maggiorazione per l'aumento di volume del materiale.



### Accettazione delle opere

Il materiale dovrà comunque appartenere alle categorie A1, A2-4, A2-5, A3 con opportuna curva granulometrica, come specificato nel Capitolato Speciale d'Appalto, che, costipato, rullato e bagnato, dovrà avere un modulo di deformazione misurato nell'interno tra 0,15 e 0,25 N/mmq. delle norme C.N.R.

Il materiale dovrà essere steso in strati regolari, con densità uniforme e spessore prestabilito, compresa la costipazione con la dovuta cura in prossimità di rivestimenti impermeabilizzanti e/o guaine di qualunque tipo ed a strati di spessore come indicato dalla D.LL. La rullatura dovrà assicurare un indice di costipamento pari al 90% della densità massima secca AASHO modificata.

#### *25.3.27 MASSETTO PER PAVIMENTI E CALDANE*

Nella loro esecuzione dovranno essere rispettate le norme UNI 8380 e UNI 8381 "Edilizia, strati di supporto della pavimentazione, analisi dei requisiti e istruzione per la progettazione e l'esecuzione". Tutte le operazioni e le forniture da effettuarsi sono in via esemplificativa di seguito elencate:

- valutare l'umidità del supporto strutturale prima della posa dei sottofondi e prenderne nota;
- provvedere a verificare il supporto strutturale affinché non si presenti irregolare e con differenze di quota nominali prescritte tali da dover ridurre lo spessore dei sottofondi in misura  $\geq 20\%$  ed in ogni caso tale che risultino  $< 14$  cm;
- provvedere a pulire il piano strutturale affinché risulti esente da polveri ed elementi disaggregati;
- provvedere a verificare le esatte formetrie impiantistiche ed a predisporre le sponde necessarie per il getto dei sottofondi, in corrispondenza di queste e dei giunti;
- programmare le quote al finito dei sottofondi;
- programmare le eventuali pendenze dei massetti;
- programmare la disposizione dei giunti in rapporto anche alla posa delle pavimentazioni;
- programmare intervalli temporali necessari per ottenere i valori di umidità prescritti.

I sottofondi eseguiti dovranno assicurare i seguenti requisiti:

- stabilità strutturale in rapporto ai carichi senza subire alterazioni che ne compromettano il funzionamento;
- reazione al fuoco A1fl;

- bassa umidità;
- regolarità geometrica e morfologica;
- resistenza agli agenti igrotermici.

### Qualità materiali

Ogni componente utilizzato per la confezione del massetto deve essere corredato dalla relativa scheda tecnica o dalla certificazione delle caratteristiche, sia esso utilizzato all'impianto di betonaggio che aggiunto in cantiere.

#### Cemento :

Il cemento deve essere marchiato CE e quindi conforme alle norme UNI EN 197-1.

La classe deve essere almeno 32,5R.

Deve essere costante per tipo, classe e cementeria di provenienza per l'intera fornitura e rispettare quanto richiesto dal presente capitolato.

#### Aggregati :

Gli aggregati devono rispettare le tolleranze proprie della categoria "A", secondo UNI 8520 parte 2°, sia per le "caratteristiche fondamentali" che per le "caratteristiche accessorie" seguenti:

- Reattività agli alcali UNI 8520/22
- contenuto di grumi e particelle friabili UNI 8528/8

L'esecutore del pavimento ed il produttore di calcestruzzo possono concordare, sentito il parere favorevole della Direzione Lavori, un assortimento granulometrico alternativo a quello utilizzato per le normali forniture.

#### - Fibre sintetiche

Le fibre sintetiche ad elevata tenacità saranno tali da conferire al calcestruzzo maggior duttilità e tenacità oltre che ad una riduzione delle fessurazioni da ritiro.

Sono costituite da monofilamenti in polipropilene fibrillate o, in alternativa, fibre di lunghezza pari a 50 mm, prodotte da una miscela di polimeri sintetici.

Il dosaggio segue le indicazioni del produttore comunque non minore di 1 kg.

#### - Superfluidificanti

È un additivo per ridurre il rapporto acqua/cemento e coadiuvante di finitura. Il rapporto A/C deve essere inferiore allo 0,55.

#### Foglio separatore e tenuta all'umidità

Il foglio suddetto sarà di polietilene dello spessore di 1 mm.

#### - Rete elettrosaldata

La rete di acciaio elettrosaldato a maglia 200 x 200 mm Ø 6 mm, sarà sostenuta da appositi distanziatori.

Per la qualità del materiale si rimanda alle definizioni della parte strutturale al capitolo “Armature per c.a. e c.a.p.”, paragrafo “acciai per c.a. normale”.

- Giunti

La sigillatura dei giunti di contrazione è costituita da sigillante monocomponente a base poliuretana, idoneo per sigillatura impermeabile ad elevata resistenza all’abrasione, tixotropico ad alto modulo elastico; i giunti di separazione sono realizzati con pannello di polietilene espanso spessore minimo 5 mm.

### Modalità esecuzione

Le lavorazioni seguiranno le seguenti operazioni:

- posizionamento dei casseri di contenimento (profilati metallici di altezza variabile lunghi 6 m) in corrispondenza dei quali si avranno i giunti;
- isolamento delle strutture verticali inserendo un foglio separatore di polietilene espanso spessore minimo 5 mm avente la funzione di consentire i movimenti orizzontali della lastra e di impedire l’assorbimento di acqua da parte delle strutture stesse.
- Controllo delle quote con riferimenti sui muri e sui pilastri ogni 4 m.
- Posa in opera sulla struttura di un foglio di scorrimento in polietilene spesso 1 mm per evitare il rapido assorbimento di acqua del cls, impedire la risalita dell’umidità e per diminuire l’attrito tra lo strato portante e quello del massetto dovuto ai ritiri.
- Posa in opera di armatura costituita da rete elettrosaldato.
- Getto del massetto in cls con fibre sintetiche ad alta tenacità per la ripartizione tridimensionale delle tensioni.
- Costipamento del getto al fine di ottenere una massa uniforme e compatta.
- Staggiatura alla quota stabilita.
- Rifinitura con macchina roto-levigatrice.
- Esecuzione del manto di finitura.

Il massetto sarà realizzato in calcestruzzo con impasto  $\geq 350$  kg di cemento 32,5R, con rapporto acqua/cemento ottimale limitato a 0,55 e comunque inferiore a 0,6, ottenuto con additivi riduttori del rapporto acqua/cemento in relazione alla modalità di getto (es. pompaggio).

Il piano destinato alla posa del pavimento dovrà essere ben pulito; su esso viene steso lo strato di scorrimento che deve rendere possibile i movimenti delle piastre e deve essere costituito da

foglio di polietilene da risvoltare in verticale per un'altezza pari allo spessore della pavimentazione.

Nei massetti per pavimenti deve essere annegata una rete elettrosaldata a maglia 200 x 200 mm  $\varnothing$  6 mm sostenuta da appositi distanziatori. Il massetto deve essere tirato a staggia e deve presentare superficie superiore fine, atta a ricevere la finitura superficiale antiusura. In aggiunta all'armatura in rete elettrosaldata devono essere miscelate nel calcestruzzo le fibre sintetiche ad alta tenacità in ragione di circa 1 kg/m<sup>3</sup> a seconda del tipo di fibra impiegata e comunque in accordo a quanto prescritto dal fornitore delle fibre.

I pavimenti devono essere dotati di giunti di contrazione disposti secondo campi di circa 3 x 4 m realizzati mediante tagli di 5 mm per una profondità di circa 5 cm, senza interessare le armature annegate (rete elettrosaldata e altri eventuali ferri).

Tali tagli devono essere eseguiti entro 24 ore dal getto e, appena possibile, devono essere chiusi con materiale elastoplastico.

La boiaccia derivante dai tagli dovrà essere eliminata a mezzo di aspiraliquidi.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione strutturali devono essere collocati giunti in alluminio antisivolo come descritto nell'apposito capitolo.

I giunti devono avere superficie priva di aperture per assicurare la massima pulizia ed essere antisdrucchiolo. Inoltre devono avere caratteristiche tali da consentire il passaggio delle macchine per la pulizia dei pavimenti anche di notevole peso.

A ridosso di altre strutture (pareti, canali, pilastri, ecc.), fra le strutture stesse e il massetto, devono essere interposti pannelli di polietilene espanso spessore minimo 5 mm.

Gli spigoli degli spiccati in elevazione (pilastri, pozzetti ecc...) devono essere rinforzati con ferri del diametro 10-12 mm lunghi 100 cm posti negli angoli a 45° rispetto all'asse dello spiccato.

I casseri a contenimento del getto devono essere tali da impedire la fuoriuscita di calcestruzzo da sotto in modo da evitare quella che viene in gergo chiamata "scarpetta". In corrispondenza di eventuali polifore passacavi queste devono essere inglobate in una rete esagonale di acciaio (tipica delle recinzioni).

Nei massetti saranno realizzati i pozzetti. È onere dell'impresa il tracciamento, la cassetatura ed il coordinamento con le opere di drenaggio.

### Accettazione delle opere

Le opere verranno accettate se rispetteranno quanto descritto nei sottoparagrafi "Qualità dei materiali" e "modalità di esecuzione" e saranno aderenti ai disegni di progetto salvo diversa disposizione della Direzione Lavori. Si dovrà verificare l'assenza di cedimenti, fessurazioni o altri

difetti emersi al termine dei lavori e dell'avvenuta stagionatura. Il pavimento dovrà essere piano senza ondulazioni superiori ai 2 mm misurati con regolo di 1 m di lunghezza. Eventuali fessurazioni presenti nel massetto a stagionatura avvenuta devono essere allargate ad una sezione di almeno 10 x 10 mm e riparate strutturalmente con resine epossidiche o malte cementizie ad alta resistenza e stabilità dimensionale.

### 25.3.28 MASSETTO ALLEGGERITO IN ARGILLA ESPANSA

#### Qualità materiali

Formazione di massetto di finitura alleggerito occorrente per la formazione delle pendenze e del piano di posa per il manto impermeabile in copertura o per la posa di pavimentazioni, costituito da premiscelato a base di argilla espansa idrorepellente (assorbimento di umidità circa 1% a 30' secondo la norma UNI EN 13055-1), leganti specifici e additivi (tipo "Lecamix Facile" della Laterlite o equivalente), armato con rete elettrosaldata (compresa e compensata con la presente voce di elenco), steso in opera perfettamente rasato, livellato e configurato secondo pendenze prestabilite, compreso l'onere per la realizzazione di cassature ove necessarie.

Requisiti del massetto:

- Densità in opera: circa 950 kg/mc o daN/mc;
- Resistenza media a compressione a 28 gg: non inferiore a 90 kg/mq o 9,0 N/mm<sup>2</sup>;
- Coefficiente di conducibilità termica a secco: non superiore a 0,24 W/mK; - Classe di reazione al fuoco: (incombustibile) - Euroclasse A1.

Si raccomanda all'Appaltatore il rispetto delle indicazioni e consigli contenuti nelle schede tecniche delle Aziende fornitrici dei prodotti utilizzati.

#### Modalità esecuzione

Steso in opera perfettamente costipato, livellato a staggia, rasato e finito a frattazzo a mano e/o a macchina con apposito attrezzo (elicottero), idoneo a ricevere la posa diretta degli strati di impermeabilizzazione previsti di progetto.

L'Appaltatore nella fase di realizzazione e posa dovrà curare in particolare:

- che i sottofondi siano sufficientemente asciutti in relazione al tipo di impermeabilizzazione da posare;
- che i sottofondi siano puliti ed esenti da macchie di grasso e di polvere (pulendoli, la polvere non deve riformarsi);

- che le prestazioni dei sottofondi siano non alterate da crepe e/o sollevamenti conseguenti al ritiro;
- che i sottofondi abbiano una struttura compatta ed omogenea in tutto il loro spessore; - che i sottofondi abbiano una superficie dura, senza possibilità di subire sgranature e/o sfarinamenti qualora sollecitati superficialmente con corpi duri;
- che il grado di finitura della superficie sia liscio, con rugosità max  $\pm 1$  mm.

Compresi tutti gli oneri per la misura dell'umidità presente nel sottofondo mediante igrometri a carburo secondo la norma UNI 10329, da eseguire prima della posa dello strato di impermeabilizzazione.

Compreso l'onere per la realizzazione di pendenze e di casserature.

Compresa la fornitura e posa in opera di lastrina di polistirolo o qualsiasi altro materiale isolante comprimibile ritenuto idoneo dalla D.L, di spessore minimo pari a mm. 5 e per tutta l'altezza del massetto stesso, a ridosso dei corpi sporgenti o per la formazione di stacchi dalle strutture perimetrali.

Compresa la fornitura e posa in opera di rete elettrosaldata di tipo commerciale in pannelli tipo standard, in fili elementari di diametro mm. 5 e maglia 100x100 mm, di acciaio tipo B 450 A/C del tipo ad aderenza migliorata. Le reti dovranno essere rispondenti alle normative vigenti e complete di certificati di provenienza. Compreso la sagomatura a freddo, le legature con filo di ferro cotto, tagli, sfridi, distanziatori, sovrapposizioni come da indicazioni della D.L. (e comunque mai inferiori a 2 maglie) in corso d'opera, il tiro e il calo dei materiali, gli oneri relativi ai controlli di legge.

Compreso il tiro e il calo dei materiali, l'utilizzo di pompe per il getto ai vari piani, gli oneri per il trasporto, carico e scarico del materiale, la pulizia del supporto inferiore in modo da eliminare ogni traccia di sporco e/o parti incoerenti mediante spazzolatura, la raccolta differenziata del materiale di risulta, il conferimento con trasporto in discarica autorizzata del materiale di risulta e l'indennità della discarica stessa, le assistenze murarie per la posa in opera e la manovalanza in aiuto ai posatori ed ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte. Valutazione della superficie come risulta dagli elaborati di progetto.

### Accettazione delle opere

Le opere verranno accettate se rispetteranno quanto descritto nei sotto paragrafi “Qualità dei materiali” e “modalità di esecuzione” e saranno aderenti ai disegni di progetto salvo diversa disposizione della Direzione Lavori. Si dovrà verificare l'assenza di cedimenti, fessurazioni o altri difetti emersi al termine dei lavori e dell'avvenuta stagionatura. Il pavimento dovrà essere

piano senza ondulazioni superiori ai 2 mm misurati con regolo di 1 m di lunghezza. Eventuali fessurazioni presenti nel massetto a stagionatura avvenuta devono essere allargate ad una sezione di almeno 10 x 10 mm e riparate strutturalmente con resine epossidiche o malte cementizie ad alta resistenza e stabilità dimensionale.

### 25.3.29 VESPAIO CON ELEMENTI PLASTICI

#### Qualità materiali

Fornitura e posa in opera di casseri modulari a perdere per la realizzazione di vespai areati perfettamente isolati dal terreno sottostante, in polipropilene autoportante ad alta resistenza (altezza del cassero come specificato elaborati grafici), impermeabile, posti in opera a secco su massetto o sottofondo in calcestruzzo da conteggiarsi a parte, compreso il getto di riempimento in calcestruzzo a formazione della cappa finita a staggia e l'armatura costituita da rete elettrosaldata diam. 8 maglia 20x20. Altre caratteristiche dei materiali da fornire e porre in opera:

- conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica Rck 30 N/mm<sup>2</sup> e classe di esposizione XC2 a norma UNI EN 206-1/2001, rapporto A/C ≤ 0,60, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), confezionato a norma di legge con cemento Portland o Pozzolanico tipo 425 ed inerti misti di idonea granulometria. Gettato in opera, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta opera d'arte, compresi gli oneri per il nolo e l'utilizzo di pompa per calcestruzzo idonea per qualsiasi altezza o profondità d'intervento e per ogni piazzamento da eseguirsi;
- rete in acciaio elettrosaldato di acciaio tipo B 450 A/C del tipo ad aderenza migliorata, avente diametro pari a mm. 8 e maglia quadra di cm. 20x20, da porre in opera sopra ai casseri, lavorata e tagliata a misura, posta in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, distanziatori, ecc..;
- profilo perimetrale per contenimento getto di vespaio su elementi in plastica a perdere, in mancanza di pareti perimetrali;
- prolunge e fermagetto (es. in polistirolo espanso o pp.) a chiusura totale dei fori, impedendo così che il calcestruzzo penetri all'interno del vespaio e favorendo la realizzazione di cordoli perimetrali e travi di fondazione durante il getto.

Compresa la formazione di fori del diametro di mm. 80÷120, sulle murature perimetrali in ragione di circa uno ogni 3,50/4,00 m. I fori di aerazione per garantire una buona ventilazione dovranno essere posti ad una quota più alta a sud del fabbricato (o lato più caldo) rispetto al

lato nord (o lato più freddo). Nel caso vi siano porzioni di vespaio all'interno di travi di fondazione questo dovrà essere collegato con le porzioni esterne o perimetrali. Compresa la fornitura e posa di tubi in pvc diam. 80÷120 mm come da specifica di progetto completi di griglie esterne in acciaio inox dotate di rete antiinsetti per la ventilazione del vespaio aerato. Se necessario risulta compreso e compensato con la presente voce di elenco l'onere per l'esecuzione dell'opera anche in presenza di tubazioni per passaggi impiantistici (fornitura e posa compensati a parte).

### Modalità esecuzione

Prima della posa degli elementi plastici deve essere previsto il posizionamento di tutte le tubazioni impiantistiche necessarie; quindi deve essere effettuata la posa seguendo le indicazioni del produttore che solitamente prevede che questa avvenga procedendo da sinistra a destra dall'alto in basso. Gli elementi sono posati a secco con incastro di parti plastiche "maschio-femmina". Deve essere prevista la posa di fasce perimetrali ferma getto. Successivamente si procede alla posa della rete elettrosaldata appoggiata sopra gli elementi plastici, che fungono anche da cassero, ed infine si getta il calcestruzzo.

### Accettazione

Il solaio così ottenuto deve risultare perfettamente piano, della resistenza richiesta ed idoneo al successivo getti del massetti di finitura.

#### 25.3.30 PAVIMENTI

Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

Per la realizzazione del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni secondo le norme vigenti:

R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 - Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione;  
UNI 7998 Edilizia. Pavimentazioni. Terminologia;  
UNI 7999 Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti;



UNI 10329 Posa dei rivestimenti di pavimentazione. Misurazione del contenuto di umidità negli strati di supporto cementizi o simili.

Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cottoforte, gres, ecc.) Per i prodotti definiti «piastrelle comuni di argilla», «piastrelle pressate ed arrotate di argilla» e «mattonelle greificate» dal R.D. 16 novembre 1939, n. 334, devono inoltre essere rispettate le prescrizioni seguenti: resistenza all'urto 2 Nm minimo; resistenza alla flessione 2,5 N/mm<sup>2</sup> minimo; coefficiente di usura al tribometro 15 mm per 1 km di percorso.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporcatrice, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

#### Pavimento in gres porcellanato:

Le lastre in porcellanato a tutto impasto, compattate in massa agglomerata di diversa formazione, dimensione e colore, in tutta la massa, devono essere classificabili nel gruppo B1 in conformità alla EN 87, conforme ai requisiti previsti dalle EN 176.

Inoltre devono essere costituite da massa unica, omogenea, compatta ed inassorbente in tutto lo spessore (assorbimento d'acqua  $\leq 0,04$  secondo EN 99, ISO 10545-3, ASTM C-373), ottenuta per pressatura a secco d'impasti pregiati atomizzati costituiti da miscele di materie prime naturali (minerali caolinici, feldspati e inerti a bassissima tenore di ferro) miscelate alla pressa, rese meccanicamente resistenti tramite un processo di cottura a 1300°C.

Gli zoccolini in grés devono rispondere agli stessi requisiti (attrito escluso). Le prescrizioni del presente capitolo si riferiscono alle pavimentazioni in gres porcellanato indicati sugli elaborati di progetto e si riferiscono fondamentalmente ai locali tecnologici. L'esecutore delle opere dovrà osservare le prescrizioni documento appresso descritte e le caratteristiche prestazionali indicate, nonché le norme UNI del settore, ed in particolare, per le modalità di posa, seguire le indicazioni del rapporto tecnico UNI CEN TR 13548 – "Regole generali per la progettazione e posa delle piastrelle ceramiche".

#### **Qualità materiali**

Ove previsto negli elaborati di progetto, devono essere realizzati pavimenti in piastrelle di gres porcellanato di buona resistenza e antimacchia, ingelive, in prima scelta, pressate, non smaltate e con effetti cromatici ottenuti solo con colorazione in massa, pienamente vetrificate come da

UNI EN ISO 14411 - Gruppo BI a UGL - con assorbimento d'acqua  $\leq 0,1\%$ , ottenute da miscele selezionate di argille, quarzi e feldspati cotte a temperatura di  $1250^{\circ}\text{C}$ , con superficie naturale, formato  $20 \times 20$  cm, spessore 11.3 mm, colore grigio a scelta del progettista da campionare.

Inoltre dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Caratteristiche dimensionali (UNI EN ISO 10545-2:2000): Tolleranze minime nella 1ª scelta;
- Massa d'acqua assorbita in % (UNI EN ISO 10545-3:2000):  $\leq 0,1\%$ ;
- Resistenza alla flessione in  $\text{N/mm}^2$  (UNI EN ISO 10545-4:2000):  $> 50-60$ ;
- Resistenza al gelo (UNI EN ISO 10545-12:2000): Garantita;
- Resistenza attacco chimico (esclusione acido fluoridrico) (UNI EN ISO 10545-13:2000): Nessuna alterazione;
- Dilatazione termica lineare (UNI EN ISO 10545-8:2000):  $6,3 \times 10^{-6}$ ;
- Resistenza alla scivolosità (Superficie naturale) (DIN 51130): R9;
- Coefficiente di attrito (metodo B.C.R.A.) (cuoio su sup. asciutta)  $\mu > 0,55$ ;
- Resistenza dei colori alla luce (DIN 51094): Nessuna variazione;
- Resistenza alle macchie (UNI EN ISO 10545-14:2000): garantita.
- Reazione al fuoco: A1 –A1fl
- Campo di applicazione: pavimentazioni interne/esterne ad alta resistenza meccanica.

### Modalità esecuzione

Per la pavimentazione dei locali tecnici è previsto l'utilizzo in linea delle piastrelle con colore a scelta del progettista.

È obbligo dell'esecutore fornire campioni delle piastrelle per l'approvazione del progettista.

La posa deve essere effettuata con fughe a correre, in parallelo.

Per la posa deve essere utilizzato adesivo, ad elevata resistenza e deformabilità, resistente all'acqua e al gelo come più specificatamente descritto nel capitolo relativo alla colla per pavimentazioni ceramiche

Le piastrelle devono essere posate esercitando una buona pressione per assicurare una completa bagnatura del retro della lastra.

Nella posa del pavimento deve essere posta particolare cura nel realizzare la pendenza verso i punti di scarico. Per il taglio delle piastrelle devono essere utilizzati attrezzi idonei professionali.

La stuccatura delle fughe, previa pulizia e depolverizzazione delle stesse deve essere effettuata con stucco come specificato nel paragrafo specifico.

Durante la posa dovranno essere rispettati tutti i giunti di dilatazione della struttura e dovranno essere inseriti, secondo le indicazioni del produttore, giunti in PVC di frazionamento e perimetrali.

Al termine dei lavori di posa deve essere eseguita una pulizia di fondo per eliminare eventuali macchie o residui di cantiere, lavando la pavimentazione con un detergente approvato dal produttore delle piastrelle e degli stucchi.

Lungo tutte le pareti perimetrali devono essere collocati zoccolini 10x20 cm realizzati con pezzi speciali della stessa serie delle piastrelle.

### Accettazione delle opere

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se risponderanno a quanto prescritto nei punti relativi alle qualità dei materiali, alle modalità di esecuzione e quant'altro riportato negli elaborati di appalto.

La posa in opera dei pavimenti deve essere eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana e comunque nel rispetto dei piani e delle pendenze per lo smaltimento delle acque.

I singoli elementi devono combaciare esattamente tra loro, devono risultare perfettamente fissati al sottostrato e non deve verificarsi nelle connessioni dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza.

I pavimenti devono essere consegnati diligentemente finiti, lavorati e senza macchie di sorta. Resta comunque contrattualmente stabilito che, per un periodo di almeno dieci giorni dopo l'ultimazione di ciascuna lavorazione, l'Appaltatore ha l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali; ciò anche per pose eseguite da altre Ditte. Ad ogni modo, ove i pavimenti e i rivestimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone o per altre cause, l'Appaltatore deve a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.

### Pavimenti gres porcellanato

Strato di finitura orizzontale composto da pavimentazione in piastrelle di gres fine porcellanato (prima scelta), poste in opera su letto di malta bastarda, applicata su massetto di sottofondo di malta di cemento, completo di zoccolino battiscopa in gres porcellanato ove previsto.

I materiali da utilizzare per il confezionamento del suddetto strato di finitura, dovranno, in generale, soddisfare le indicazioni e le prescrizioni dei materiali che li costituiscono di cui alla parte relativa alla qualità dei materiali – Parte generale - , ed in particolare:

- Pavimento in piastrelle di grés fine porcellanato (prima scelta), poste in opera su letto di malta bastarda, previo spolvero di cemento, con giunti connessi a cemento bianco o idoneo sigillante previo spolvero di cemento, in tinta unita naturale.
- Massetto di sottofondo di malta di cemento, tipo 32.5 dosato a 300 kg per 1,00 mc di sabbia, per piano di posa di pavimentazioni sottili, dato in opera ben battuto e livellato.

### Zoccolini

Rivestimento in gres porcellanato di 1° scelta spessore mm 8.

### Qualità materiali

Ove previsto negli elaborati di progetto, devono essere realizzati pavimenti in piastrelle di gres porcellanato di buona resistenza e antimacchia, ingelive, in prima scelta, pressate, non smaltate e con effetti cromatici ottenuti solo con colorazione in massa, pienamente vetrificate come da UNI EN ISO 14411 - Gruppo BI a UGL - con assorbimento d'acqua  $\leq 0,1\%$ , ottenute da miscele selezionate di argille, quarzi e feldspati cotte a temperatura di 1250°C, con superficie naturale, formato 60x60 cm, spessore 11.3 mm, colore grigio a scelta del progettista da campionare.

Inoltre dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Caratteristiche dimensionali (UNI EN ISO 10545-2:2000): Tolleranze minime nella 1ª scelta;
- Massa d'acqua assorbita in % (UNI EN ISO 10545-3:2000):  $\leq 0,1\%$ ;
- Resistenza alla flessione in N/mm<sup>2</sup> (UNI EN ISO 10545-4:2000):  $> 50-60$ ;
- Resistenza al gelo (UNI EN ISO 10545-12:2000): Garantita;
- Resistenza attacco chimico (esclusione acido fluoridrico) (UNI EN ISO 10545-13:2000): Nessuna alterazione;
- Dilatazione termica lineare (UNI EN ISO 10545-8:2000):  $6,3 \times 10^{-6}$ ;
- Resistenza alla scivolosità (Superficie naturale) (DIN 51130): R9;
- Coefficiente di attrito (metodo B.C.R.A.) (cuoio su sup. asciutta)  $\mu > 0,55$ ;
- Resistenza dei colori alla luce (DIN 51094): Nessuna variazione;
- Resistenza alle macchie (UNI EN ISO 10545-14:2000): garantita.
- Reazione al fuoco: A1 –A1fl
- Campo di applicazione: pavimentazioni interne/esterne ad alta resistenza meccanica.

### Modalità esecuzione

Per la pavimentazione dei locali tecnici è previsto l'utilizzo in linea delle piastrelle con colore a scelta della D.L.

È obbligo dell'esecutore fornire campioni delle piastrelle per l'approvazione della D.L.

La posa deve essere effettuata con fughe a correre, in parallelo.

Per la posa deve essere utilizzato adesivo, ad elevata resistenza e deformabilità, resistente all'acqua e al gelo come più specificatamente descritto nel capitolo relativo alla colla per pavimentazioni ceramiche

Le piastrelle devono essere posate esercitando una buona pressione per assicurare una completa bagnatura del retro della lastra.

Nella posa del pavimento deve essere posta particolare cura nel realizzare la pendenza verso i punti di scarico. Per il taglio delle piastrelle devono essere utilizzati attrezzi idonei professionali.

La stuccatura delle fughe, previa pulizia e depolverizzazione delle stesse deve essere effettuata con stucco come specificato nel paragrafo specifico.

Durante la posa dovranno essere rispettati tutti i giunti di dilatazione della struttura e dovranno essere inseriti, secondo le indicazioni del produttore, giunti in PVC di frazionamento e perimetrali.

Al termine dei lavori di posa deve essere eseguita una pulizia di fondo per eliminare eventuali macchie o residui di cantiere, lavando la pavimentazione con un detergente approvato dal produttore delle piastrelle e degli stucchi.

### **Accettazione delle opere**

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se risponderanno a quanto prescritto nei punti relativi alle qualità dei materiali, alle modalità di esecuzione e quant'altro riportato negli elaborati di appalto.

La posa in opera dei pavimenti deve essere eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana e comunque nel rispetto dei piani e delle pendenze per lo smaltimento delle acque.

I singoli elementi devono combaciare esattamente tra loro, devono risultare perfettamente fissati al sottostrato e non deve verificarsi nelle connessioni dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza.

I pavimenti devono essere consegnati diligentemente finiti, lavorati e senza macchie di sorta. Resta comunque contrattualmente stabilito che, per un periodo di almeno dieci giorni dopo l'ultimazione di ciascuna lavorazione, l'Appaltatore ha l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali; ciò anche per pose eseguite da altre Ditte. Ad ogni modo, ove i

pavimenti e i rivestimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone o per altre cause, l'Appaltatore deve a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.

#### 25.3.31 PAVIMENTI INDUSTRIALI IN C.A.

##### Qualità materiali

Pavimentazione dei locali al piano terra delle officine e dei capannoni, realizzata a getto in c.a. costituita da una pavimentazione continua con spolvero fresco su fresco quarzo / cemento e trattamento consolidante ai silicati posata su massetto in cls, tnt e foglio in polietilene e strato sottostante in cls magro.

I materiali da utilizzare per il suddetto strato di finitura, dovranno, in generale, soddisfare le indicazioni e le prescrizioni dei materiali che li costituiscono di cui alla parte relativa alla qualità dei materiali - Parte Generale - ed in particolare:

Manto di finitura realizzata con strato di malta cementizia (sp. 2 cm), battuta e suddivisa in riquadri, con lisciatura a malta di cemento (sp. 5 mm) e bocciardatura in superficie, realizzata previa accurata pulizia del piano di posa, con giunti ogni 20 mq. Lo strato di usura è realizzato con una speciale miscela di inerti naturali e duri di opportuna granulometria, applicato fresco su fresco con spatole e frattazzi, superiormente finito a frattazzo (spessore 1 cm), pigmentato con colori a scelta della DL.

Sottofondo in conglomerato cementizio dosato a 300 kg/MQ di cemento tipo 32.5 per mc d'impasto, di spessore pari 10

##### Modalità di esecuzione

Preparazione - Lo strato di sottofondo dovrà risultare ben livellato ed a superficie chiusa ed essere costituito massetto in conglomerato cementizio dato in opera spianato e/o con pendenze (1-2% verso l'esterno).

Esecuzione - Lo strato di finitura, realizzato fresco su fresco su supporto cementizio, sarà costituito da una malta di aggregato indurente, pronta all'uso, con la sola aggiunta di una opportuna dose di acqua, secondo le indicazioni del fornitore, da inerti duri in perfetta curva granulometrica e da pigmenti colorati. La malta così ottenuta verrà stesa sul calcestruzzo e tirata a staggia semplice, sino alla quota della pavimentazione finita. Finitura - La densificazione necessaria sarà ottenuta con successive passate di fratazzatrici meccaniche. La superficie potrà essere successivamente levigata per rendere diversi gradi estetici.

Avvertenze - E' indispensabile che la pavimentazione ultimata venga protetta da una rapida o disuniforme disidratazione. A tale scopo si spruzzerà sulla superficie appena ultimata un idoneo

prodotto atto a formare un film protettivo antievaporante, in ragione di almeno 150 – 200 mq. La pavimentazione non dovrà essere pienamente sollecitata prima di 28 giorni dal getto.

Le modalità di misurazione e valutazione, dovranno, in generale, soddisfare le indicazioni e le prescrizioni di cui alla parte relativa alla parte generale. ed in particolare Le opere saranno valutate a mq, per le quantità effettivamente realizzate, secondo la corrispondente voce di elenco prezzi.

Nel prezzo fissato deve ritenersi, dunque, compresa ogni fornitura, lavorazione, onere e magistero per dare il lavoro eseguito a regola d'arte in conformità alle indicazioni del progetto esecutivo, alle prescrizioni contenute nel presente capitolato ed alle disposizioni che saranno fornite dal Direttore dei Lavori in corso d'opera.

### Accettazione delle opere

Il rivestimento di usura di pavimentazione dovrà, necessariamente, essere realizzato fresco su fresco sullo strato di sottofondo in conglomerato cementizio.

Nell'esecuzione delle opere di cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi alle norme contenute nella legge 1086/1971 e nelle relative norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5 novembre 1971, n° 1086. In particolare :  
gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto; il getto deve essere convenientemente compatto; la superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 3 giorni; non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 0°C, salvo il ricorso ad opportune cautele;

Per i controlli sul conglomerato ci si atterrà a quanto previsto dall'allegato apposito del D.M. applicativo della legge 5 novembre 1971, n° 1086. Il conglomerato viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto allegato apposito del D.M. applicativo della legge 5 novembre 1971, n° 1086.

### Pavimenti ispezionabili

La presente specifica riguarda i pavimenti sopraelevati che sono utilizzati in tutto il progetto con altezze diverse. Per l'individuazione delle varie quote e dei posizionamenti si rimanda agli elaborati di progetto.

Qualora sul pavimento sopraelevato fossero posate piastrelle di gomma, il rivestimento deve rispondere alle prescrizioni seguenti:

- a) essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) Sulle superfici destinate a restare in vista;
- b) avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura;
- c) sulle dimensioni nominali ed ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:
- piastrelle: lunghezza e larghezza  $\pm 0,3\%$  (UNI EN 427:1995), spessore  $\pm 0,2$  mm (UNI EN 428:1994);
  - rotoli: lunghezza  $\pm 1\%$ , larghezza  $\pm 0,3\%$ (UNI EN 426:1994), spessore  $\pm 0,2$  mm (UNI EN 428:1994);
  - piastrelle: scostamento dal lato teorico (in millimetri) non maggiore del prodotto tra dimensione del lato (in millimetri) e 0,0012 (UNI EN 427:1995);
  - rotoli: scostamento dal lato teorico non maggiore di 1,5 mm (UNI EN 426:1994).
- d) la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per le piastrelle e dello 0,4% per i rotoli (UNI EN 434:1997),;
- e) la resistenza alla bruciatura da sigaretta, intesa come alterazioni di colore prodotta dalla combustione. Non sono inoltre ammessi affioramenti o rigonfiamenti;

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa; il foglio di accompagnamento indicherà oltre al nome del fornitore almeno le informazioni di cui ai commi da a) ad e).

Per le caratteristiche tecniche del pavimento in piastrelle di gres porcellanato posato in alternativa alla gomma sul pavimento ispezionabile, si rimanda al capitolo dei pavimenti in gres. Questi pavimenti sono posati direttamente sulla soletta strutturale senza la realizzazione di massetto o pavimento. Detta soletta deve essere trattata con verniciatura protettiva antipolvere.

### Qualità materiali

Il sistema di pavimentazione sarà formato dai seguenti elementi:

Struttura: struttura portante composta da travi e colonnine in acciaio zincato disposta a maglie con interasse di mm. 600x600. Campo di regolazione +/- 25 mm., base rotonda diametro 90 mm., stelo filettato e dado a 6 tacche per il bloccaggio a livello. La testa é a quattro vie con viti laterali per il fissaggio delle traverse che sono in acciaio zincato passanti, in scatolato a sezione rettangolare.

Il tutto comprensivo di guarnizioni in materiale plastico.



Pannello: modulare in solfato di calcio costituito da anidrite e fibra organica vegetale esente da amianto e da ogni altro materiale tossico. Dimensione 600x600 mm. (+/- 0,2 mm), spessore 30 mm + spessori finitura superiore e foglio inferiore in PVC. Gli scostamenti dimensionali saranno secondo la UNI EN 12825/03 Classe 2 per graniti e 1 per resilienti:

- Resistenza elettrica trasversale 1x10 10 ohm max.
- Livello di rumore di calpestio a 500 Hz 19 dB
- Reazione al fuoco CLASSE 1
- Resistenza al fuoco Rei 30
- Emissione formaldeide Classe E1

Finitura: La finitura superficiale dovrà essere in gomma naturale o sintetica antistatica, di spessore pari a 3 mm, colore chiaro. Privo di alogeni e di PVC. La superficie dovrà essere assolutamente non porosa e sigillata con doppia reticolazione tale da non richiedere una ceratura metallizzata.

La gomma non deve contenere nitrosamine, plastificanti, alogeni, metalli pesanti (quali Hg, Cd, Sb, Pb, Mo), formaldeide o amianto.

Di seguito si elencano le principali caratteristiche tecniche richieste in conformità alla norma UNI EN 1817:

Spessore(UNI EN 428): 3 mm;

Flessibilità (UNI EN 435 METODO A): nessuna fessurazione;

Durezza (ISO 7619):  $\geq 75$  Shore A;

Impronta residua dopo carico statico (UNI EN 433):  $\leq 0,20$  mm;

Resistenza all'abrasione (ISO 4649 metodo A carico vert. 5N): 160 mm<sup>3</sup>

Reazione al fuoco (UNI 8457 – UNI 9174): Classe 1

Classificazione al fuoco (UNI EN 13501-1): Classe Bfl – s1

Caratteristiche antisdrucolo (metodo B.C.R.A.):  $\mu > 0,55$ ;

Tossicità dei gas di combustione (DIN 53436): Nessuna;

Propensione all'accumulo di cariche elettrostatiche (UNI EN 1815):  $< 2$  kV(antistatico);

Resistenza alle macchie (UNI EN 423): nessuna alterazione della superficie

Bordi perimetrali in ABS antiurto

Guarnizioni in polietilene antirombo a tenuta d'aria e polvere

Traverse in acciaio zincato, in lamiera pressopiegata di 1mm di spessore

In generale i pavimenti sopraelevati devono essere realizzati secondo UNI EN 12825 Colore grigio e disegno devono essere campionati e sottoposti al progettista per approvazione.

Si precisa che i pavimenti sopraelevati dovranno essere resi in opera completi di sottostruttura portante in acciaio zincato con regolazione micrometrica dell'altezza idonea e dovranno essere atti sostenere carichi gravosi (1000 kg/m<sup>2</sup>).

### Modalità di posa

Per la posa dei pavimenti sopraelevati si procederà secondo le indicazioni del fornitore e con personale specializzato.

Il pavimento dovrà essere installato in locali asciutti con temperatura compresa tra i 5° e 35°C ed umidità relativa tra 40% e 75%.

Le opere murarie dovranno essere terminate da almeno 60 giorni e le opere di finitura a umido da almeno 30 giorni.

La soletta di appoggio dovrà essere asciutta, liscia, pulita. Il pavimento non è pedonabile fino a 48 ore successive al completamento. Il pavimento dovrà essere collaudato e consegnato non appena terminata l'installazione in ogni ambiente prima dell'applicazione di rivestimenti.

Dovranno essere rilevati in loco i dislivelli tra i solai e dovranno essere previsti i giunti di dilatazione strutturale. È onere dell'appaltatore la messa a terra della struttura metallica di supporto.

### Accettazione delle opere

La verifica di accettazione consisterà nell'accertare che i pannelli siano saldamente appoggiati alla sottostruttura e che tutto risulti resistente ai carichi statici e dinamici di progetto. Si verificheranno inoltre gli allineamenti di posa accertando che gli interstizi tra i pannelli risultino nelle tolleranze ammesse e quindi conferiscano omogeneità al pavimento.

Vengono comunque accettate solo le opere che rispettano le prescrizioni del capitolato e gli elaborati di appalto. Si dovrà accertare inoltre che non siano avvenuti cedimenti, ondulazioni, distacchi, fessurazioni, rigonfiamenti, variazioni di tonalità di colore o altri difetti emersi a lavori ultimati.

Non saranno accettati pavimenti che presentassero una qualsiasi, anche minima, imperfezione imputabile alla mancata osservanza delle prescrizioni sopra indicate e di quanto altro precisato e disposto nella presente specifica e nelle specifiche tecniche fornite dalle aziende produttrici dei materiali impiegati e secondo le norme UNI vigenti.

### Pavimenti in mattonelle di asfalto naturale

Pavimentazione per marciapiedi di dimensioni paria a 20 x 20 e spessore 2 cm posate su massetto in calcestruzzo.

### Qualità materiali

Le mattonelle dovranno rispondere alle prescrizioni del RD 2234 del 16 novembre 1939 per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto minimo 0,40 kg/m, resistenza alla flessione minima 30kg/cm, coefficiente di usura al tribometro 15 m/m

### Modalità di esecuzione

Preparazione - Lo strato di sottofondo dovrà risultare ben livellato ed a superficie chiusa ed essere costituito massetto in conglomerato cementizio dato in opera.

Le modalità di misurazione e valutazione, dovranno, in generale, soddisfare le indicazioni e le prescrizioni di cui alla parte relativa alla parte generale. ed in particolare Le opere saranno valutate a mq, per le quantità effettivamente realizzate, secondo la corrispondente voce di elenco prezzi.

Nel prezzo fissato deve ritenersi, dunque, compresa ogni fornitura, lavorazione, onere e magistero per dare il lavoro eseguito a regola d'arte in conformità alle indicazioni del progetto esecutivo, alle prescrizioni contenute nel presente capitolato ed alle disposizioni che saranno fornite dal Direttore dei Lavori in corso d'opera.

### Accettazione delle opere

Le prove da eseguire per accertare la qualità dei materiali da pavimentazione in lastre o piastrelle sono quelle di resistenza alla rottura per urto, alla rottura per flessione, all'usura per attrito radente, all'usura per getto di sabbia, la prova di gelività e, per le mattonelle d'asfalto o di altra materia cementata a caldo, anche quella d'impronta. Le prove d'urto, flessione e impronta vengono eseguite su quattro provini, ritenendo valore definitivo la media dei tre risultati più omogenei tra i quattro.

La prova di usura deve essere eseguita su due provini i cui risultati vengono mediati. La prova di gelività deve essere effettuata su tre provini, e ciascuno di essi deve resistere al gelo perché il materiale sia considerato non gelivo.

Le prove devono essere eseguite presso i laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Per i criteri di accettazione si fa riferimento al punto 13.1; in caso di contestazione si fa riferimento alle norme CNR e UNI applicabili.

I prodotti saranno forniti su appositi pallets ed eventualmente protetti da azioni degradanti dovute ad agenti meccanici, chimici ed altri nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione in genere prima della posa. Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra oltre alle istruzioni per la posa.

### 25.3.32 INTONACI

L'intonaco non dovrà presentare scarsa aderenza al supporto, peli, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, ecc., in tal caso, a discrezione del direttore dei lavori, dovranno essere demoliti e rifatti a spese dall'appaltatore.

Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce-cemento-gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) Ed eventualmente da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo e le caratteristiche seguenti:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- proprietà ignifughe;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto.

Per i prodotti forniti premiscelati è richiesta la rispondenza a norme UNI; per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla direzione dei lavori. Ove serva, l'applicazione di una rete si eseguirà su un primo strato di intonaco ancora fresco, sovrapponendo i teli per circa 10 cm. Si procederà quindi all'applicazione di un secondo strato di materiale, avendo cura di annegare completamente la rete.

Nei locali presenziati dalle persone quali gli spogliatoi ed ove indicato negli elaborati di progetto, le pareti devono essere intonacate secondo le prescrizioni seguenti:

L'intonaco di sottofondo deve essere composto da malta premiscelata a base di leganti aerei e idraulici, inerti selezionati e additivi specifici. L'intonaco deve avere resistenza a compressione a 28 gg non minore di 3 MPa e modulo di elasticità dinamica pari a 5000 Mpa.

Prima dell'applicazione su calcestruzzo, questo deve essere trattato con apposito primer.

Irregolarità superiori a 2 cm devono essere preventivamente riempite con apposito prodotto antiritiro.

Le parti non rivestite in piastrelle delle murature dei locali servizi igienici, devono essere intonacate a civile. Tutte le pareti rivestite in piastrelle devono essere preventivamente

intonacate al rustico con piano finito idoneo alla posa dei rivestimenti. senza intonacatura dovrà essere prestata particolare attenzione nell'esecuzione evitando con cura difetti esecutivi.

#### Intonaco rustico:

L'intonaco avrà uno spessore variabile, generalmente compreso tra 1 e 1,5 cm, in funzione degli allineamenti dei rivestimenti di facciata e degli allineamenti interni. Sarà composto con malta premiscelata a base di leganti aerei e idraulici, inerti selezionati e additivi specifici. L'intonaco deve avere resistenza a compressione a 28 gg non minore di 3 MPa e modulo di elasticità dinamica pari a 5000 MPa.

#### Malta per intonaco rustico:

Se non diversamente specificato dalla Direzione Lavori potrà essere impiegata una malta comune per rinzafo composta da:

- calce spenta in pasta 0,2÷0,40 m<sup>3</sup>
- sabbia 0,9÷1,00 m<sup>3</sup>
- una malta di cemento composta da:
  - agglomerante cementizio a lenta presa 600 kg
  - sabbia 1,00 m<sup>3</sup>

Le malte dovranno essere conformi alle norme UNI EN 998:2004 e EN 1015-2

#### Intonaco civile:

La finitura a civile, generalmente dello spessore di 0,5 cm, deve essere eseguita con malta premiscelata a base di leganti aerei e idraulici, inerti selezionati e additivi specifici.

La finitura deve avere resistenza a flessione a 28 gg non minore di 1,3 MPa, adesione a 28 giorni su intonaco stagionato non minore di 0,6 MPa e granulometria inferiore a 0,6 mm.

Ad opera finita l'intonaco completo dovrà avere uno spessore non inferiore a 15 mm e non superiore a 20 mm. Appena l'intonaco rustico avrà preso consistenza, si distenderà su di esso lo strato di stabilitura in modo che le superfici risultino perfettamente piane ed uniformi senza ondulazioni.

La superficie controllata con stagge di legno a perfetto filo, ruotata per 360°, dovrà combaciare in ogni punto con la superficie intonacata.

La superficie vista dovrà essere perfettamente finita a frattazzo, in modo che l'intonaco si presenti con grana fissa e senza saldature, sbavature od altri difetti.

Nei punti di contatto tra pareti in blocchi di cls e le strutture in cemento armato deve essere realizzato uno scuretto.

Prima dell'esecuzione dell'intonaco si deve provvedere ad accurata pulizia delle murature eliminando tutte le parti inaderenti e ogni traccia di unto. La messa in opera deve essere eseguita seguendo le indicazioni del fornitore dell'intonaco. Gli spigoli devono essere rinforzati con appositi salva - spigoli in acciaio zincato.

Si posa applicando alla superficie da intonacare, un primo strato di malta, applicata con forza in modo che possa penetrare nei giunti; successivamente quando questo primo strato sarà convenientemente indurito ed asciutto, si applicherà un secondo strato della medesima malta previa formazione delle fasce di guida, ripassandola con il frattazzo in modo che l'intera superficie risulti senza asprezze e perfettamente spianata sotto staggia.

Prima dell'applicazione su calcestruzzo, questo deve essere trattato con apposito primer. Irregolarità superiori a 2 cm devono essere preventivamente riempite con apposito prodotto antiritiro.

#### Intonaco ignifugo:

Realizzazione di intonaco ignifugo di protezione al fuoco per interni, con prodotto premiscelato a base di gesso emidrato, con inerti costituiti da silici espanse, vermiculite o perlite ed aggiunta di additivi speciali dosati automaticamente in rapporto costante, compresa la tiratura a staggia, frattazzatura e successivo strato di finitura a civile fine. La posa dovrà garantire uno spessore atto a conferire la resistenza al fuoco REI 120 alle strutture sottostanti (e comunque mai inferiore a 2 cm) di qualsiasi tipo esse siano (es. strutture in cls armato, solai prèdalles, blocchi in argilla, ecc..), e verrà effettuata a spruzzo direttamente su parete o soffitto, mediante macchina intonacatrice di tipo continuo, che provvede al giusto dosaggio dell'acqua con apposito flussimetro. Il tutto eseguito su superfici verticali, orizzontali o inclinate (es soffitti, rampe e vani scale, ecc..) poste a qualsiasi altezza dal piano di appoggio ed in ambienti di qualsiasi dimensione.

Compresa la lamatura ed esecuzione dello strato finale realizzati esclusivamente a mano, mediante la stesura di colla di malta di calce e sabbia, passata al crivello fino, con successiva rifinitura alla spugna. Il tutto pronto per dare una superficie pronta per il tinteggio.

Tutti i prodotti utilizzati dovranno essere in euroclasse "A1" (incombustibile) di reazione al fuoco.

Compreso e compensato nel prezzo anche:

- la pulizia del supporto al fine di rimuovere polveri, eventuali detriti, ecc...;
- l'applicazione manuale di idoneo primer o aggrappante a base di resine in emulsione acquosa (resa minima pari a 100 gr/mq). Obbligatorio per tutte le superfici a

forte assorbimento (es. cls) e per le superfici esterne (come da indicazioni della ditta fornitrice dei prodotti);

- l'intonacatura su controtelai metallici, mediante la fornitura e posa in opera di rete portaintonaco a maglia fine;
- la formazione di spigoli vivi o rientranti, sporgenze verticali od orizzontali, velette, marcapiani, ecc.;
- la riquadratura di tutti i vani (es. porte, finestre, ecc.);
- il completamento della zona d'incontro col pavimento, dopo l'esecuzione dello stesso;
- la formazione di idonei giunti di "spostamento" per le superfici monolitiche superiori ai 12-30 mq (secondo del tipo supporto);
- la creazione dei tagli di giunzione in corrispondenza di marcapiani in

calcestruzzo (es. nei vani scale);

- la fornitura e posa in opera di paraspigoli in lamiera zincata dell'altezza minima di mt. 1,70 posti in opera sotto intonaco, compresi i necessari tagli, sfridi e rifiniture;
- la fornitura e posa in opera di rete porta intonaco in corrispondenza delle linee di contatto su sottofondi diversi, quali travi e pilastri con murature in laterizio o pietrame, ecc... applicata direttamente in striscie immerse nell'intonaco di almeno cm. 25 di larghezza oppure nel caso in cui si siano effettuate le chiusure/aperture di vani porta o finestre.
- Compresi il tiro in alto e il calo dei materiali, la pulizia finale ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera compiuta a regola d'arte.

Valutazione delle superfici risultanti dagli elaborati di progetto (vuoto per pieno a compenso dell'intonaco delle riquadrature dei vani - che non saranno perciò sviluppate) con detrazione delle aperture superiori a 3 mq.

#### Malta per intonaco civile:

Se non diversamente specificato dalla Direzione Lavori potrà essere impiegata una malta comune per rinzafo composta da:

- Calce spenta in pasta 0,35÷0,45 m3

- Sabbia vagliata 0,80 m3
- una malta di cemento composta da:

– Calce spenta in pasta 0,28 m3

– pozzolana vagliata 1,05 m3 oppure

– Calce idraulica 300 – 500 kg

- Sabbia 0,90 m3 oppure
- Agglomerante cementizio a lenta presa 250 - 400 kg – Sabbia 1,00 m3 sempre vagliate allo staccio fine.

Le malte dovranno essere conformi alle norme UNI EN 998:2004 e EN 1015-2

### Modalità esecuzione

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti dopo aver rimosso dai giunti della muratura la malta poco aderente, ripulita ed abbondantemente bagnata la superficie della parete stessa. La calce dolce da usare negli intonaci dovrà essere estinta da almeno tre mesi per evitare sfioriture e screpolature, verificandosi le quali saranno a carico dell'Appaltatore tutte le riparazioni occorrenti. Il progetto non richiede particolari precedenze di posa.

### Accettazione delle opere

Le superfici intonacate devono risultare piane, controllate con una staggia di 2 m per verificare che non ci siano scostamenti superiori ai 3 mm. Gli intonaci, di qualunque specie siano, lisci, a superficie rustica, a bugne, per cornici e quanto altro, non dovranno mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, o altri difetti.

#### 25.3.33 RESINA EPOSSIDICA

Trattamento impermeabilizzante in contropinta d'acqua di superfici in calcestruzzo non soggette a movimenti, mediante applicazione a pennellata, a spatola o a spruzzo, di malta cementizia osmotica, impermeabile, pronta per l'uso. L'applicazione dovrà avvenire a più strati, a mano incrociate, su sottofondo pulito e saturato d'acqua

#### 25.3.34 MATERIALI FERROSI (PER GRIGLIATI, RECINZIONI, PARAPETTI)

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal D.M. 29 febbraio 1908 modificato dal D.R. 15 luglio 1925 e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i requisiti di seguito indicati.

### Acciaio per recinzioni



Per i parapetti, ove non si ricorra a tipi speciali, si farà uso di tubi gas commerciali, serie normale, saldati, con riferimento UNI 8863.87.

Per i paletti di recinzione si farà ricorso ad acciai tipo 1 con  $R_{ak} = 37 \div 47$  conforme alle tabelle UNI 7070/82.

Le reti e le lamiere striate per recinzione saranno in acciaio conforme alle tabelle UNI 3598-54 e modifiche successive.

Il filo spinato sarà in acciaio zincato con resistenza pari a 65 kg/mm<sup>2</sup>,  $\varnothing$  2,4 mm con triboli a 4 spine con filo zincato cotto, intervallati di cm 7,5 disposti in modo da evitare traslazioni o rotazioni rispetto al filo.

### Acciaio per manufatti tubolari

La lamiera ondulata per i manufatti tubolari metallici e per le barriere di sicurezza sarà in acciaio laminato a caldo con tensione di rottura a trazione non inferiore a 34 kg/mm<sup>2</sup> protetta, su entrambe le facce, da zincatura a bagno caldo praticata dopo il taglio e la piegatura dell'elemento.

Lo zinco sarà presente, sulla superficie sviluppata d'ogni faccia, in misura non inferiore a 300 gr per mq.

Gli elementi finiti dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non coperte dalla zincatura, ammaccature, ecc.

Tutti i pezzi speciali, organi di giunzione, rivetti, ecc. dovranno essere opportunamente zincati.

### Bulloni

I bulloni normali saranno conformi alle UNI 5727-68, 5592-68 e 5591-65; quelli ad alta resistenza devono corrispondere alla UNI 3740/1<sup>a</sup>-74.

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni riportate al D.M. 17 gennaio 2018.

### Grigliati

I grigliati inseriti nella pavimentazione devono essere realizzati con maglie non attraversabili da una sfera di 2 cm di diametro.

### Profilati

I profilati d'acciaio per infissi dovranno essere fabbricati in acciaio avente qualità non inferiore al tipo Fe 37 A previsto dalla norma UNI 7070-72. Secondo i profili, le relative dimensioni e tolleranze corrisponderanno alle rispettive Norme UNI come segue: 5397-5398-5679-5680-5681-6762-6763-7210-7211.

### Zincatura

Per la zincatura di profilati d'acciaio per costruzione; oggetti fabbricati con lamiere non zincate di qualsiasi spessore, oggetti fabbricati con tubi; tubi di grande diametro curvati e saldati insieme prima della zincatura ed altri oggetti d'acciaio con spessori maggiori di 5 mm; recipienti fabbricati con lamiere non zincate d'acciaio di qualsiasi spessore con o senza rinforzi di profilati d'acciaio; minuteria od oggetti da centrifugare; oggetti fabbricati in ghisa, in ghisa malleabile ed in acciaio fuso, dovranno essere rispettate le prescrizioni della norma di unificazione UNI 5744-66 "Rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo - Rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi fabbricati in materiale ferroso".

Per la zincatura dei fili di acciaio vale la norma di unificazione: UNI 7245-73 "Fili di acciaio zincati a caldo per usi generici - Caratteristiche del rivestimento protettivo".

Se non altrimenti disposto dovrà essere impiegato filo zincato di classe "P", per ambiente aggressivo, ed "M", per ambiente normale, così come definiti ai punti 3.1. e 3.2. della UNI 7245-73; è vietato per l'esterno l'impiego del filo zincato di classe "L". 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, e dei tipi commerciale o per profilatura, a seconda delle lavorazioni meccaniche cui il materiale dovrà essere sottoposto.

Lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espressa in grammi al metro quadrato, presente complessivamente sulle due facce della lamiera, se non diversamente specificato per i singoli prodotti, dovrà essere:

- 275 g/mq per zincatura normale;
- 450 g/mq per zincatura denominata "pesante", da impiegarsi per serbatoi di acqua e simili, e per uso in ambiente aggressivo.

È vietato comunque l'impiego di lamiera con strato di zincatura denominato "extra leggero" o "leggero".

Per gli spessori delle lamiere devono essere rispettate le tolleranze di cui al punto 5.1 della norma di unificazione: UNI 5753-84 “Prodotti finiti piatti di acciaio non legato laminati a freddo, rivestiti - Lamiere sottili e nastri larghi zincati in continuo per immersione a caldo”.

La finitura delle lamiere dovrà essere a superficie stellata e con protezione di passivazione con acido cromico, o a superficie levigata.

Gli spessori richiesti dovranno intendersi al netto della verniciatura. Le lamiere dovranno essere lisce e flessibili.

I campioni di dette ulteriori prove saranno prelevati in contraddittorio con la D.L.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla D.L. previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

Verificandosi il caso che non si trovi corrispondenza alle caratteristiche previste o il materiale presenti evidenti difetti, la D.L. a suo insindacabile giudizio, potrà rifiutare, in tutto o in parte, la partita fornita.

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della D.L., l'Impresa resta responsabile solidalmente con la D.L. della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi, a norma dell'art. 3 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086

### Grigliati

Fornitura e posa in opera di grigliato elettroforgiato in acciaio zincato a caldo, tipo S 235 JR, per immersione secondo la normativa UNI EN ISO 1461/09, per parapetti e grigliati a pavimento (questi ultimi avente maglia "antitacco" es. 15x76 mm), sia leggero che pesante, pedonabile e/o carrabile, saldato elettricamente, costituito da longherine in ferro piatto etondi ripartitori (lisci o quadri ritorti) con profilati di riquadratura dei singoli pannelli completi della occorrente ferramenta di fissaggio in acciaio zincato (bulloni di classe minima 8.8).

Le dimensioni della maglia dovrà essere concordata preventivamente con la D.L.

La corretta posa delle strutture dovrà garantire, anche con idonea certificazione rilasciata dal produttore e dall'installatore, la rispondenza di quanto disposto nel D.M. 17 gennaio 2018..

Compreso i dispositivi di appoggio ed ancoraggio alle altre strutture e le opere provvisorie di controventamento in fase di montaggio e come tali non compensate.

In opera comprese le strutture necessarie alla realizzazione dei controtelai, realizzate in profilati laminati a caldo di acciaio tipo S 235 JR, di qualsiasi sezione essi siano (T - doppia T - C - U - IPE - HE - L - ecc...) od altro profilato commerciale. Anche le strutture di sostegno dovranno essere zincate a caldo. Compreso le eventuali cerniere per apertura e serratura di chiusura

accessibile dall'esterno con chiave a brugola, saldature, piastre di appoggio, ganci di ancoraggio, pezzi speciali, tagli, fori, sfridi, forature, asole, flange, fissaggi e bullonerie/dadi/rondelle in acciaio inox, ecc., l'assistenza muraria e l'assistenza al fabbro per il montaggio, il tiro in alto o il calo dei materiali, il trasporto, la pulizia dei luoghi di lavoro, la movimentazione nell'ambito del cantiere e ed ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Escluse solo le verniciature di finitura e/o eventuali altri trattamenti protettivi perchè compensati a parte.

Valutazione del peso teorico (prima dell'esecuzione dei trattamenti protettivi) risultante da elaborati di progetto.

### Parapetti

Fornitura e posa in opera di ringhiere, parapetti, anche per rampe di scale, a disegno semplice, eseguite con tubolari, o laminati o profilati normali in acciaio tipo S235JR, in conformità alle norme UNI EN 10025 e CNR 10011 (tondi, piatti, quadri, angolari, scatolari o tubolari quadri, tondi, rettangolari, ecc...), eventuali pannellature in lamiera ed intelaiature fisse o mobili, assemblati in disegni come da particolari costruttivi o indicazioni della D.L. in corso d'opera, completi della occorrente ferramenta di fissaggio in acciaio zincato (bulloni di classe minima 8.8). Il dimensionamento dei profili e la corretta posa delle strutture dovrà garantire, anche con idonea certificazione rilasciata dall'Impresa, la rispondenza di quanto disposto nel D.M. 17/01/2018.

Compreso le piastre di appoggio o di attacco, le longherine portanti, i ganci di ancoraggio, tagli, fori, sfridi, bulloni, tasselli, saldature varie, grappe, staffe, zanche, ecc...

Compresi i tagli a misura, gli sfridi, i bulloni, i tasselli, le saldature varie, le piastre, le grappe o zanche di ancoraggio, le staffe di sostegno, le forature, le asole, le flange, i fissaggi e le bullonerie in acciaio zincato.

Compreso i dispositivi di appoggio ed ancoraggio alle altre strutture e le opere provvisorie di controventamento in fase di montaggio e come tali non compensate.

Comprese le assistenze murarie al montaggio e le relative opere (es. formazione di incastri ed alloggiamenti in murature e relativa sigillatura con malta, ecc...), il tiro in alto ed il calo in basso dei materiali, ed ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Valutazione del peso teorico risultante dagli elaborati di progetto.

### Corrimano

Corrimano a sezione circolare in alluminio estruso, sul quale viene applicato un profilo in materiale acrovinilico, finemente granulato, non poroso.

L'accettazione e la qualità dei materiali dovrà rispettare quanto previsto nel presente disciplinare nella parte generale.

#### 25.3.35 SCALA ALLA MARINARA

Scala di servizio realizzata in verticale (alla "marinara"), per l'accesso e l'ispezione a manufatti fognari, vasche di laminazione, ecc.. costituita da piatti 40x12 mm ricavato da nastro laminato a caldo in acciaio inox AISI A 240 e da tubi, diam. 21,3 mm, sp. 3 mm, in acciaio inox secondo ASTM A 312 TP 316 L. Compresi trasporti, adattamenti, fissaggi con tasselli ad espansione o con tiranti filettati in acciaio inox e fialedda chimica. La scala dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.Lgs.

#### 25.3.36 PORTE

##### Qualità materiali

Le porte, ad uno o due battenti, saranno incorniciate da montanti laterali e architrave zancati alla muratura adiacente: detti elementi saranno realizzati con lamiera di ferro pressopiegata zincata a caldo e verniciata con colore grigio da campionare.

I battenti ciechi saranno realizzati con nervature di tubolari in ferro zincato a caldo fodrinati con lamiera di ferro zincato a caldo spessore maggiore di 10/10 il tutto e verniciato con colore grigio da campionare uguale a quello dei serramenti in vetroresina. La serratura sarà cromata e la maniglia nera del tipo "Boma" di Olivari, o equivalente.

Struttura in scatolari di ferro zincato di 50x15 mm fodrinati in lamiera di ferro zincata spessore 10/10 verniciata nel colore grigio sopra specificato. Inoltre queste porte, dovranno essere dotate di griglia al piede per la ventilazione di dimensione 30x10. La porta sarà completa di ghiera in ottone, cerniere, saltarello e maniglione in ferro diametro 27 mm spessore 2,5 mm verniciato nero (colore RAL a scelta della D.L.).

Il telaio sarà ricavato con lamiera pressopiegata (sp. 15/10), zincato alla muratura, appositamente sagomato per battute. Tutte le porte saranno dotate di targhette metalliche riportanti la destinazione d'uso dei locali.

##### Porte a un battente

Le porte ad un battente saranno così realizzate:

Rostro di tenuta nella battuta dell'anta sul lato cerniere.

n. 2 cerniere di cui una a molla per l'autochiusura ed una dotata di sfere reggispinga e viti per la registrazione verticale.

Rinforzi interni nell'anta quale predisposizione per l'eventuale montaggio di chiudi porta e maniglione antipanico.

Targhetta di contrassegno con elementi di riferimento, applicata in battuta dell'anta.

### Porte a due battenti

Le porte a due battenti saranno così realizzate:

Serratura sull'anta secondaria per l'auto-bloccaggio, con levetta per l'apertura.

Sede della serratura per l'auto-bloccaggio sull'anta secondaria predisposta per l'applicazione della serratura di maniglione antipanico.

Rostro di tenuta nella battuta delle ante sul lato cerniere.

N. 4 cerniere di cui una per anta a molla per l'autochiusura ed una dotata di sfere reggispinga e viti per la registrazione verticale.

Regolatore di chiusura per garantire la giusta sequenza di chiusura.

Rinforzi interni nelle ante quale predisposizione per l'eventuale montaggio di chiudiporta e maniglioni antipanico.

Guarnizione termo espandente inserita in apposito canale sul telaio e nella controbattuta dell'anta secondaria.

Boccola colore nero con 3 viti/tasselli da montare sul pavimento finito.

Targhetta di contrassegno con elementi di riferimento, applicata in battuta dell'anta principale.

### Porte Antincendio REI

Le porte antincendio con resistenza al fuoco REI 120, dovranno essere così realizzate:

Anta : Realizzata in lamiera d'acciaio zincata a caldo sistema "Sendzimir", pressopiegata ed elettrosaldata a punti Battuta perimetrale su 4 lati –

Rinforzi interni in profilo di acciaio zincato a caldo,

Pacco coibente realizzato con lana minerale trattata

Piastre interne per eventuale montaggio di chiudiporta e maniglioni

Spessore di 50 o 60 mm secondo la classe di resistenza al fuoco

Telaio: Realizzato in lamiera d'acciaio zincato a caldo sistema "Sendzimir",

sedi per guarnizione termoespandente e guarnizione di battuta . Adatto per il fissaggio alla muratura mediante zanche o tasselli .

Coprifilo staccabile per appoggio su pavimento finito

Guarnizioni termoespandenti -- Montate sui profili verticali del telaio e profilo verticale centrale delle porte a due ante, da montare in cantiere per traverso superiore del telaio.

Montate sopra e sotto le ante REI 120

Cerniere: Nr. 2 cerniere a tre ali, per ogni anta. Una portante dotata di sfere reggispinga e viti per la registrazione verticale dell'anta, marcata secondo EN 1935, classificata per portata fino a 160 kg, durabilità 200.000 cicli, idonea all'uso su porta tagliafuoco -- Una dotata di molla per l'autochiusura dell'anta

Rostri -- Nr. 2 rostri di sicurezza applicati dal lato cerniere

Serratura -- Serratura reversibile con scrocco e catenaccio centrale -- Marcata conforme alla norma EN 12209 --

Inserto con chiave patent, predisposizione per cilindro tipo europeo

Maniglia -- Maniglia per porte tagliafuoco, in plastica nera e anima in acciaio -- Sottoplacca in acciaio con foro cilindro -- Copriplacca in plastica nera -- Viti di fissaggio e inserto per chiave tipo patent

Battente: Costruito con lamiera di acciaio zincato a caldo con procedimento Sendzimir pressopiegata ed elettrosaldato a punti .

Battuta perimetrale su quattro lati, rinforzi interni in profili di acciaio zincato a caldo  
Pacco coibente realizzato in lana minerale trattata. Preverniciato in colore RAL 1013 (Bianco perla) rivestito con Pellicola protettiva, nr. 1 rostro d'irrigidimento di grandi dimensioni avvitato sul lato cerniera. Telaio: su 4 lati in acciaio ad alta resistenza spessore 15/10 zincato a caldo con procedimento SENDZIMIR spessore > di 100micron. 8 zanche di ancoraggio in opera mm. 155 x 30 x 15/10, predisposizione per 12 tasselli - 6 per montante compresa verniciati a polveri con finitura liscia in colore RAL 1013 (Bianco perla).

Guarnizioni: Intumescente norma DIN montata / Guarnizione fumi freddi in busta.

Cerniere: Sistema brevettato ed omologato a norma DIN costruite con lamiera di 30/10 avvitate sull'anta con tre viti zincate a caldo con procedimento Sendzimir spessore  $\geq$  di 100 micron, Una con perno passante e molla per chiusura semiautomatica, una con perno passante e cuscinetto a sfera. Serratura: Predisposta a ricevere cilindro Patent compreso o cilindro Yale optional

Maniglia: Coppia antinfortuni ad U in poliammide Ignifugo placca lunga con anima in acciaio.

### Dispositivo di apertura antipanico

Tutte le porte REI si intendono dotate di maniglione antipanico con apertura a spinta.

Tutti i maniglioni antipanico di tutto il progetto saranno conformi alla norma UNI EN 1125:2002 con caratteristiche di grado 6 per la durata; 6 per la massa della porta; grado 1 per l'idoneità all'uso su porte tagliafuoco.

I maniglioni antipanico (destri, sinistri e con barra accorciabile), saranno, indicativamente, di tipo reversibile per porte non perimetrali; avranno carter in acciaio verniciato, leve in alluminio, scrocchi in ottone, barre orizzontali (semplici e doppie) in acciaio inox;

Per l'installazione ed il fissaggio si rimanda all'appendice A della norma UNI EN 1125- 2002.

### Modalità di esecuzione

L'Appaltatore dovrà far tracciare ed eseguire direttamente, sotto la sua responsabilità gli incassi, i tagli, ecc. occorrenti per l'installazione in opera degli infissi come descritti nei punti precedenti.

Il telaio dell'infisso dovrà essere dotato di appositi distanziatori regolabili.

Gli infissi collocati definitivamente in opera dovranno risultare posti nella loro esatta posizione e dovranno avere regolare, libero, completo e perfetto movimento nel chiudersi e nell'aprirsi; in caso contrario sarà a carico dell'Appaltatore ogni opera necessaria, ogni riparazione ed ogni correzione per eliminare qualsiasi imperfezione che venisse riscontrata fino all'approvazione del collaudo, restando l'Appaltatore stesso obbligato al risarcimento degli eventuali danni conseguenti.

Tutti gli accessori quali maniglie, serrature, cerniere, maniglioni antipanico, chiudiporte, ecc., dovranno essere campionati per l'approvazione del progettista.

Un onere particolare da comprendere nei prezzi unitari delle porte, è quello riferito alla struttura in quanto si dovrà tenere conto che:

Per ogni serratura dovranno essere fornite n° 5 chiavi.

Dovrà essere predisposto un elaborato di una mappatura di tutte le porte e relativi numeri di identificazione delle serrature e delle chiavi.

Dovrà essere concordato con la Direzione Lavori un sistema di "chiavi maestre" per la gestione di gruppi omogenei di porte e situazioni.

### Accettazione delle opere

Le opere eseguite si intendono accettate solo se rispondenti a quanto prescritto nei punti relativi ai materiali e alle modalità di esecuzione.



Tutti gli infissi dovranno essere posti in opera con le migliori regole d'arte in modo da risultare perfettamente omogenei, ben collegati ed allineati ai piani orizzontali e verticali con spigoli vivi o smussati.

#### 25.3.37 PORTONI ESTERNI DI ACCESSO ALL'OFFICINA MANUTENZIONE ROTABILI

Portoni di accesso/uscita dei rotabili tranviari all'officina manutenzione rotabili (n.8 portoni) e i n.2 portoni per accesso/uscita dall'edificio "Stazione di Servizio" saranno costituiti con materiali che dovranno, in generale, soddisfare le indicazioni e le prescrizioni dei materiali che li costituiscono di cui alla parte relativa alla qualità dei materiali, parte generale.

Ante a libro senza guida superiore ed inferiore, delle dimensioni mm 3575x6000H, motorizzabili CE UNI 13241-1, esecuzione speciale con ciascun battente realizzato da due ante assemblate assieme. Colori standard da catalogo e a scelta della D.L., installazione esterna con raccolta ante a 90°.

Comprensive di lamiera zincata e preverniciata 8/10 mm, con staffe a supporto, foro centrale per passaggio catena, rivestito con nastro isolante 3M 2228 dimensioni 500x750H.

Motorizzazione a braccio oleodinamico completo di piastra di fissaggio e centralina a rilascio "logica uomo presente".

Ante scorrevoli con flux scorrevole appeso due partite, senza guida inferiore, motorizzabile CE UNI EN 13241, Colori standard da catalogo a scelta della D.L. Installazione esterna con guida superiore. Dimensioni mm 6250x6150 H. Comprensive di lamiera zincata e preverniciata 8/10, con mensola a supporto, automazione a catena elettromeccanica monofase 230V, logica uomo presente. Motore con finecorsa catena con tenditore e attacco carrello, sblocco H. uomo, centralina pulsantiera con stop al rilascio.

Nei prezzi sono compresi i controtelai da murare, tutte le ferramenta nonché tutti gli oneri derivanti dall'osservanza delle norme e prescrizioni contenute nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

Nel prezzo fissato deve ritenersi, dunque, compresa ogni fornitura, lavorazione, onere e magistero per dare il lavoro eseguito a regola d'arte in conformità alle indicazioni del progetto, alle prescrizioni contenute nel presente capitolato ed alle disposizioni che saranno fornite dal Direttore dei Lavori in corso d'opera.

L'accettazione e qualità dei materiali dovrà rispettare quanto previsto nella parte generale del presente disciplinare.

### 25.3.38 CONTROSOFFITTI

#### Qualità materiali

Esecuzione di controsoffitto omologato in Classe 1 di reazione al fuoco, costituito da pannelli, 60 x 60 cm, di fibre minerali componibili, decorati, di spessore 15 – 17 mm, montati su un'orditura in profilati in acciaio sospesa con pendinature, a distanza non maggiore di 60 cm. E' completato da un profilo perimetrale ad "L" in acciaio.

I materiali da utilizzare per il confezionamento del suddetto strato di finitura, dovranno, in generale, soddisfare le indicazioni e le prescrizioni dei materiali che li costituiscono di cui alla parte relativa alla qualità dei materiali – Parte Generale - ed in particolare:

Caratteristiche del Controsoffitto in pannelli di fibre minerali:

- Modulo 600 \* 600 mm
- Assorbimento Acustico  $\alpha_w$  0.55
- Acustica (NRC) 0.50
- Isolamento acustico  $D_{ncw}$  (dB) 34
- Riflessione della luce 62
- Resistenza all'umidità 95
- Conduktività termica (W/m °C) = 0.052 - 0.057
- Peso (kg/m<sup>2</sup>) 3.9
- Reazione al fuoco Italia Classe 1 (D.M. 26/06/84)

#### Modalità di esecuzione

Le modalità d'esecuzione per il confezionamento del suddetto strato di finitura, dovranno, in generale, soddisfare le indicazioni e le prescrizioni di cui alla parte relativa alla parte generale. ed in particolare:

##### Controsoffitto in pannelli di fibre minerali:

Generalità - Tutti i controsoffitti in genere dovranno eseguirsi con cure particolari allo scopo di ottenere superfici perfettamente orizzontali (od anche sagomate secondo le indicazioni di progetto o quanto verrà richiesto dalla D.L.), senza ondulazioni od altri difetti, il montaggio dovrà essere effettuato da specialisti secondo le indicazioni del produttore.

Tutti i controsoffitti impiegati saranno fissati su struttura in profilati, propria del tipo di controsoffitto, sospesa alla copertura dei locali con tiranti in acciaio zincato.

I controsoffitti saranno sempre distaccati dalla parete, comunque rivestita, di almeno cm 5 a formare bassofondo. Nei tipi chiusi il bassofondo sarà chiuso, in arretrato, con idoneo profilo d'alluminio elettrocolorato.

Dove vi è salto di quota tra intradossi di controsoffitti saranno disposti grembiuli, fissati a sottostruttura propria, realizzati in analogia ai rispettivi controsoffitti.

Nella realizzazione dei controsoffitti dovrà essere curata la predisposizione di idonee aperture per l'inserimento di tutti gli elementi previsti in progetto (corpi illuminanti, aeratori, ecc.).

Preparazione - Prima di procedere alla posa del controsoffitto sarà necessario tracciare sulle pareti perimetrali la quota finita dello stesso. Verificato che non ci siano interferenze con elementi strutturali o impiantistici si procederà al tracciamento dei divisori sull'intradosso dei solai a mezzo di battifilo e tracciatore laser, al fine di determinare il numero e la posizione dei pendini da mettere in opera. Applicazione – Seguirà quindi il fissaggio del profilo di rifinitura lungo il perimetro delle pareti, il fissaggio all'intradosso del solaio, nei punti di intersezione dei divisori precedentemente tracciati, dei pendini regolabili mediante tasselli di sezione idonea ai carichi di esercizio, ed il posizionamento della struttura di sospensione. Tutti i pannelli verranno quindi messi in opera per semplice appoggio avendo cura di predisporre gli eventuali pezzi speciali, i dettagli e gli accessori necessari al completamento degli impianti elettrici, speciali, di condizionamento ecc. così come previsti dal progetto esecutivo.

Avvertenze – Il montaggio dovrà essere realizzato in conformità alle indicazioni fornite dal produttore. E' facoltà della D.L. e della DL il richiedere un colore diverso compreso nella cartella del produttore, tale eventuale onere s'intende compreso nei prezzi. Profilati e lamiere a caldo - I tipi di acciaio da impiegare sono quelli unificati UNI 7070 per le caratteristiche dei materiali e delle UNI 5397 / 5398 / 5679 / 5680 / 5681 / 6762 / 6763 - EU 54/55/56/57 per le dimensioni e le tolleranze dei diversi profilati.

Lamiere laminate a freddo - Ove non altrimenti specificato nei disegni, saranno impiegate solo lamiere zincate con sistema Sendzimir o equivalente, rispondenti all'UNI 5753, qualità FeKPGZ: prodotto zincato idoneo a supportare operazioni di profilatura e di piegatura senza distacco del rivestimento di zinco.

Ove non altrimenti specificato nei disegni, tutti gli elementi realizzati in lamiera zincata, se a vista, dovranno essere verniciati o preverniciati.

### Accettazione delle opere

Le opere dovranno rispettare quanto previsto nella parte generale del presente disciplinare e dovranno essere ultimate a perfetta regola d'arte.

### 25.3.39 SIGILLANTI E ADESIVI

Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) Con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc. Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;

diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;

durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;

durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto è conforme alle prescrizioni progettuali od alle norme: UNI EN ISO 11600: Prodotti per giunti - Classificazione e requisiti per i sigillanti;

Ai fini dell'accettazione il direttore potrà fare riferimento ai valori dichiarati dal produttore.

Le forometrie di ingresso cavi provenienti dall'esterno devono essere accuratamente sigillate. Attorno alle tubazioni ed al calcestruzzo deve essere applicato mastice idroespansivo in modo da realizzare guarnizioni. La forometria deve essere chiusa con malta antiritiro fibrorinforzata e la parete esposta al terrapieno deve essere trattata con rivestimento impermeabile elastoplastico.

Per la posa si dovranno rispettare scrupolosamente le prescrizioni del fornitore dei materiali.

Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. Dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso. Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;

durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);  
durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;  
caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso. Il prodotto utilizzato come adesivo per piastrelle in grés, se necessario, dovrà essere preparato versandolo in un recipiente e aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore, e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto fino ad ottenere un impasto omogeneo (assenza di grumi); l'impasto, prima dell'impiego, deve essere lasciato per qualche minuto.

Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, olii, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali.

Dovrà essere evitata l'applicazione su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo, proteggere dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5° C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura.

L'incollaggio delle piastrelle in grés fine porcellanato poste a pavimento o a rivestimento deve essere effettuato con adesivo professionale monocomponente, ad elevata resistenza e deformabilità, resistente all'acqua e al gelo.

L'adesivo deve avere, oltre a quelle precedentemente indicate, anche le seguenti caratteristiche:

- spessore realizzabile fino a ~ 10 mm
- durata dell'impasto (pot life)  $\geq 4$  ore
- tempo aperto (EN 1346)  $\geq 30$  min
- aggiustabilità (DIN 18156-2)  $\geq 30$  min
- pedonabilità ~ 24 ore
- stuccatura fughe ~ 4 ore a parete, 24 ore a pavimento
- messa in servizio 7 giorni
- deformazione trasversale (EN 12002)  $\geq 5$  mm
- adesione al calcestruzzo a 28 giorni (EN 1348)  $\geq 2,0$  mpa
- adesione al calcestruzzo dopo azione del calore (EN 1348)  $\geq 2,0$  mpa
- adesione al calcestruzzo dopo cicli gelo- disgelo a 28 giorni (EN 1348)  $\geq 1,0$  mpa
- resistenza a compressione a 28 giorni (UNI EN 196)  $\geq 19,5$  mpa
- resistenza a flessione a 28 giorni (UNI EN 196)  $\geq 7,5$  mpa

elevata resistenza all'acqua e ai cicli di gelo-disgelo  
temperatura limite di applicazione +5°C ÷ +35°C

- b) Gli adesivi per piastrelle dovranno rispondere ai requisiti previsti dalle seguenti norme:
- UNI EN 1323 Adesivi per piastrelle. Lastra di calcestruzzo per le prove;
  - UNI EN 1324 Adesivi per piastrelle. Determinazione dell'adesione mediante sollecitazione al taglio di adesivi in dispersione;
  - UNI EN 1308 Adesivi per piastrelle. Determinazione dello scorrimento;
  - UNI EN 1346 Adesivi per piastrelle. Determinazione del tempo aperto;
  - UNI EN 1347 Adesivi per piastrelle. Determinazione del potere bagnante;
  - UNI EN 1348 Adesivi per piastrelle - Determinazione dell'aderenza mediante trazione su adesivi cementizi.
  - UNI EN 1245 Adesivi - Determinazione del pH - Metodo di prova; I metodi di prova sui requisiti dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:
    - UNI EN 828 Adesivi. Bagnabilità. Determinazione mediante misurazione dell'angolo di contatto e della tensione superficiale critica della superficie solida;
    - UNI EN 1066 Adesivi. Campionamento;
    - UNI EN 924 Adesivi. Adesivi con e senza solvente. Determinazione del punto di infiammabilità;
    - UNI EN 1067 Adesivi - Esame e preparazione di campioni per le prove;
    - UNI EN 1465 Adesivi. Determinazione della resistenza al taglio per trazione di assemblaggi a due substrati rigidi incollati;
    - UNI EN 1841 Adesivi. Metodi di prova degli adesivi per rivestimenti di pavimentazione e pareti. Determinazione delle variazioni dimensionali di un rivestimento per pavimentazione in linoleum a contatto con un adesivo;
    - UNI EN 12092 Adesivi - Determinazione della viscosità;
    - UNI EN 1238 Adesivi - Determinazione del punto di rammollimento di adesivi termoplastici (metodo biglia e anello);
    - UNI EN 1721 Adesivi per carta e cartone, imballaggio e prodotti sanitari monouso - Misurazione dell'adesività di prodotti autoadesivi - Determinazione dell'adesività mediante una sfera rotolante;
    - UNI 9591 Adesivi. Determinazione della resistenza al distacco (peeling) a caldo di un adesivo per incollaggio di policloruro di vinile (PVC) su legno;
    - UNI 9594 Adesivi. Determinazione del tempo aperto massimo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione;

UNI 9595 Adesivi. Determinazione della rapidità di presa a freddo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione;

UNI 9752 Adesivi. Determinazione del potere bagnante di un adesivo mediante la misura dell' angolo di contatto;

UNI 10765 Additivi per impasti cementizi - Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità;

UNI EN 26922 Adesivi. Determinazione della resistenza alla trazione dei giunti di testa;

UNI EN 28510-1 Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 90°;

UNI EN 28510-2 Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 180°;

UNI EN ISO 9142 Adesivi - Guida alla selezione di condizioni normalizzate di laboratorio per prove di invecchiamento di giunti incollati;

UNI EN ISO 9653 Adesivi - Metodo di prova per la resistenza al taglio di giunti adesivi;

In luogo delle certificazioni di prova l'appaltatore potrà fornire la certificazione rilasciata dal produttore previa accettazione della direzione dei lavori.

### Adesivo pavimentazioni

La presente specifica è valida per l'adesivo da utilizzare per la posa a delle pavimentazioni ceramiche di ogni tipo (bicottura, monocotture, gres porcellanato) non sensibili alla formazione di macchie ed efflorescenze provenienti dal sottofondo.

### Qualità materiali

Adesivo cementizio tipo "Mapei Keraflex Maxi" o equivalente per spessori da 3 a 15 mm ad alte prestazioni a scivolamento verticale nullo, a tempo aperto allungato, deformabile per posa di piastrelle in ceramica e materiale lapideo anche di grande formato.

L'adesivo deve essere caratterizzato da:

bassa viscosità e facile lavorabilità;

grado di deformabilità S1;

alta tissotropia;

buona capacità di assorbire le deformazioni del supporto e delle piastrelle;

perfetta adesione a tutti in materiali di uso normale in edilizia; tempo aperto e registrabilità particolarmente lunghi.

Dati identificativi del prodotto:

Consistenza: polvere;  
Colore: grigio, bianco;  
Massa volumica apparente (kg/m<sup>3</sup>): 1400;  
Residuo solido (%): 100;  
Conservazione: 12 mesi in imballi originali in luogo asciutto;  
Classificazione di pericolo secondo direttiva 99/45/CE: irritante.

Dati tecnici:

Consistenza del impasto: pastoso;  
Masso volumica dell'impasto (kg/m<sup>3</sup>): 1500;  
pH dell'impasto: oltre 12;  
durata dell'impasto: oltre 8 ore;  
Temperatura d'applicazione: da + 5°C a +35°C;  
Tempo aperto (EN1346): > 30 minuti;  
Tempo di registrazione: circa 60 minuti;  
Esecuzione fughe a pavimento: 24 ore a pavimento;  
Pedonabilità: 24 ore circa;  
Messa in esercizio: 14 giorni circa;  
Classe secondo UNI EN12004:2007 C2TE

Adesivo cementizio (C) migliorato (2) resistente allo scivolamento (T) e con tempo aperto allungato (E).

Prestazioni finali:

Adesione secondo UNI EN 1348:2008  
adesione iniziale (dopo 28 giorni): 2,6 N/mm<sup>2</sup>;  
adesione dopo azione del calore: 2,5 N/mm<sup>2</sup>;  
adesione dopo immersione in acqua: 1,1 N/mm<sup>2</sup>;  
adesione dopo cicli gelo-disgelo: 1,3 N/mm<sup>2</sup>;  
Resistenza agli alcali: ottima;  
Resistenza agli oli: ottima (scarsa agli oli vegetali);  
Resistenza ai solventi: ottima;  
Temperatura di esercizio: da -30°C a + 90°C



Deformabilità secondo UNI EN 12002:2009: S1 – deformabile Campi di applicazione:  
Incollaggio all'interno ed all'esterno di piastrelle ceramiche di ogni tipo e formato, di materiale lapideo (purché stabile all'umidità) su massetti cementizi.  
Incollaggio indicato per la posa di pavimenti soggetti a traffico intenso e forti sollecitazioni.

### Modalità esecuzione

I supporti devono essere stagionati, meccanicamente resistenti, privi di parti friabili, polvere ed esenti da grassi, oli, vernici, cere.

Prima della stesura delle piastrelle deve essere appurata l'umidità residua massima che non deve superare lo 0,5%.

I supporti cementizi non devono essere soggetti a ritiri pertanto devono avere una maturazione di almeno 28 giorni.

Nel caso di posa su massetti con presenza di gesso o anidride è tassativamente obbligatorio l'utilizzo di primer idoneo.

Per la preparazione dell'impasto utilizzare acqua pulita fino ad ottenere una pasta omogenea e priva di grumi nel rapporto indicato dal produttore; dopo circa 5 minuti di riposo mescolare nuovamente. La quantità d'acqua è di circa 7 litri per 25 kg di polvere.

È in ogni caso necessario seguire scrupolosamente le indicazioni del produttore.

L'impasto così ottenuto ha una durata di circa 8 ore.

La colla deve essere applicata sul sottofondo mediante spatola dentata tale da consentire una bagnatura totale del rovescio delle piastrelle; trattandosi di pavimentazioni soggette a carichi elevati, l'adesivo dovrà essere steso anche sul retro della piastrella per assicurarne la completa bagnatura.

Fare attenzione al tempo aperto del collante che in caso di temperature elevate, vento secco e sottofondo molto assorbente può ridursi anche a pochi minuti.

Durante la posa controllare continuamente che l'adesivo non abbia formato una pelle in superficie e sia ancora fresco, in caso contrario ravvivare l'adesivo rispalmandolo con spatola dentata

Le piastrelle devono essere pulite ed applicate esercitando una buona pressione per assicurarne la totale bagnatura.

Le fughe tra le piastrelle devono essere stuccate dopo 24 ore con apposito prodotto descritto in seguito.

I pavimenti sono pedonabili dopo 24 ore. E' in ogni caso indispensabile seguire rigorosamente le indicazioni e le avvertenze riportate sulle schede tecniche del produttore.

Il prodotto in polvere deve essere conservato in ambiente asciutto, nella confezione originale e per un massimo di 12 mesi.

### Accettazione delle opere

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se risponderanno a quanto prescritto nei punti relativi ai materiali, alle modalità di esecuzione e quant'altro riportato negli elaborati di appalto.

Si dovrà accertare che non siano avvenuti cedimenti, ondulazioni, distacchi, fessurazioni, rigonfiamenti, variazioni di tonalità di colore o altri difetti emersi a lavori ultimati.

Non saranno accettati pavimenti che presentassero una qualsiasi, anche minima, imperfezione imputabile alla mancata osservanza delle prescrizioni sopra indicate e di quanto altro precisato e disposto nella presente specifica e nelle specifiche tecniche fornite dalle aziende produttrici dei materiali impiegati.

È inoltre facoltà della Direzione Lavori eseguire prove e verifiche sia sui materiali che sulla loro posa in opera.

### Adesivo rivestimenti

La presente specifica è valida per l'adesivo da utilizzare per la posa dei rivestimenti in ceramica.

### Qualità materiali

Adesivo cementizio tipo "Mapei Adesilex P9" o equivalente per ad alta adesione, scivolamento verticale nullo, a tempo aperto allungato, per posa di piastrelle in ceramica anche di grande formato.

L'adesivo deve essere idoneo alla posa su cartongesso, lastre in cemento rinforzato e caratterizzato da:

facile lavorabilità;

alta tissotropia;

indurimento senza ritiri apprezzabili;

perfetta adesione a tutti in materiali di uso normale in edilizia; tempo aperto e registrabilità particolarmente lunghi.

Classe secondo UNI EN 12004:2007: C2TE – Adesivo cementizio (C) migliorato (2) resistente allo scivolamento (T) e con tempo aperto allungato (E)

#### Dati identificativi del prodotto:

Consistenza: polvere;

Colore: bianco;

Massa volumica apparente (kg/m<sup>3</sup>): 1300;

Residuo solido (%): 100;

Conservazione: 12 mesi in imballi originali in luogo asciutto;      Classificazione di  
pericolo secondo direttiva 99/45/CE: irritante.

Dati tecnici:

Consistenza dell'impasto: pastoso;

Massa volumica dell'impasto (kg/m<sup>3</sup>): 1500;

pH dell'impasto: 13;

Durata dell'impasto: oltre 8 ore;

Temperatura di applicazione: da +5°C a +40°C;

Tempo aperto (secondo EN1346): 30 minuti;

Tempo di registrazione: circa 60 minuti;

Esecuzione fughe a parete: dopo 4-8 ore secondo assorbimento;

Messa in esercizio: 14 giorni circa;

Prestazioni finali:

Adesione secondo UNI EN 1348:2008

adesione iniziale (dopo 28 giorni): 1,5 N/mm<sup>2</sup>;

adesione dopo azione del calore: 1,4 N/mm<sup>2</sup>;

adesione dopo immersione in acqua: 1,1 N/mm<sup>2</sup>;

adesione dopo cicli gelo-disgelo: 1,5 N/mm<sup>2</sup>;

resistenza agli alcali: ottima;

resistenza agli oli: ottima (scarsa agli oli vegetali);

resistenza ai solventi: ottima;

temperatura di esercizio: da -30°C a +90°C.

Campi di applicazione:

Incollaggio adatto alla posa a pavimento, parete e soffitto per interni ed esterni di piastrelle ceramiche di ogni tipo e formato. Idoneo anche per incollaggio su pareti in cartongesso.

**Modalità esecuzione**

I supporti devono essere piani, meccanicamente resistenti, privi di parti friabili, polveri, esenti da grassi, oli, vernici, cere. Se la posa è prevista su gesso questo deve essere perfettamente asciutto (umidità residua massima 0,5%) privo di polvere, sufficientemente duro e trattato con

primer tipo “Mapei Primer G” o equivalente rispettando scrupolosamente le indicazioni del produttore riguardo le modalità di preparazione ed applicazione del prodotto.

Per la preparazione dell'impasto utilizzare acqua pulita fino ad ottenere una pasta omogenea e priva di grumi nel rapporto indicato dal produttore; dopo circa 5 minuti di riposo mescolare nuovamente.

La quantità d'acqua da utilizzare è di circa 6,5-7 litri di acqua per 25 kg di polvere.

È in ogni caso necessario seguire scrupolosamente le indicazioni del produttore. La colla deve essere applicata sul sottofondo mediante spatola dentata tale da consentire una bagnatura del rovescio delle piastrelle pari al 65-70%.

Per una buona adesione stendere prima uno strato sottile di prodotto sul supporto usando il lato liscio della spatola e subito dopo applicare lo spessore desiderato. Fare attenzione al tempo aperto del collante che in caso di temperature elevate, ventosecco e sottofondo molto assorbente può ridursi anche a pochi minuti.

Durante la posa controllare continuamente che l'adesivo non abbia formato una pelle in superficie e sia ancora fresco, in caso contrario rinvivire l'adesivo rispalmandolo con spatola dentata.

Le piastrelle devono essere pulite ed applicate esercitando una buona pressione per assicurare la bagnatura. Lo spessore della colla non deve superare i 5 mm.

I rivestimenti non devono essere soggetti a dilavamenti o pioggia per almeno 24 ore e devono essere protetti dal gelo e dal sole battente per almeno 7 giorni.

Le fughe tra le piastrelle possono essere stuccate dopo almeno 8 ore con apposito prodotto descritto in seguito.

Il prodotto in polvere deve essere conservato in ambiente asciutto, nella confezione originale e per un massimo di 12 mesi.

È in ogni caso indispensabile seguire rigorosamente le indicazioni e le avvertenze riportate sulle schede tecniche del produttore.

### **Accettazione delle opere**

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se risponderanno a quanto prescritto nei punti relativi ai materiali, alle modalità di esecuzione e quant'altro riportato negli elaborati di appalto.

Si dovrà accertare che non siano avvenuti cedimenti, ondulazioni, distacchi, fessurazioni, rigonfiamenti, variazioni di tonalità di colore o altri difetti emersi a lavori ultimati.

Non saranno accettati rivestimenti che presentassero una qualsiasi, anche minima, imperfezione imputabile alla mancata osservanza delle prescrizioni sopra indicate e di quanto altro precisato e disposto nella presente specifica e nelle specifiche tecniche fornite dalle aziende produttrici dei materiali impiegati.

È inoltre facoltà della Direzione Lavori eseguire prove e verifiche sia sui materiali che sulla loro posa in opera.

### **Stuccatura pavimentazioni e rivestimenti**

La presente specifica è valida per la stuccatura di fughe fino a 6 mm delle pavimentazioni e dei rivestimenti ceramici.

### **Qualità materiali**

Stucco per fughe in malta cementizia migliorata preconfezionata, modificata con polimero, classificata come classe CG2 secondo UNI EN 13888:2009 tipo “Mapei Keracolor FF” o equivalente, con superficie finale liscia e compatta resistente all’abrasione, idrorepellente, a basso assorbimento d’acqua e facilmente pulibile. Gli inerti contenuti nella malta devono essere di granulometria calibrata particolarmente fine per consentire la realizzazione di fughe fino a 6 mm.

Il colore dello stucco è a scelta del progettista.

### Lo stucco deve essere caratterizzato da:

resistenza alla compressione, alla flessione ed ai cicli di gelo/disgelo e buona durabilità;

resistenza all’abrasione molto buona;

superficie finale liscia e compatta, a basso assorbimento d’acqua e facilmente pulibile;

bassi ritiri, assenza di crepe e fessure;

buona resistenza agli acidi;

tempo aperto e registrabilità particolarmente lunghi; resistenza a severe condizioni di esercizio.

### Dati identificativi del prodotto:

Consistenza: polvere fine;

Colore: 18 colori a gamma;

Massa volumica apparente (kg/m<sup>3</sup>): 1000-1400;

Residuo solido (%): 100;

Conservazione: 12 mesi in imballi originali in luogo asciutto;      Classificazione di  
pericolo secondo direttiva 99/45/CE: irritante.

Dati applicativi:

Consistenza dell'impasto: pasta fluida;

Massa volumica dell'impasto (kg/m<sup>3</sup>): 2000;

pH dell'impasto: circa 13;

Durata dell'impasto: 2 ore circa;

Temperatura di applicazione: da +5°C a +35°C;      Esecuzione fughe dopo la posa:

a parete incollata con adesivo normale: 4-8 h;

a parete incollata con adesivo rapido: 1-2 h;

Tempo di attesa per la finitura: 10-20 minuti;

Messa in esercizio: 7 giorni;

Prestazioni finali:

Classe secondo UNI EN13888:2009: CG2 – malta cementizia (C) per fughe (G)  
migliorata (2);

Resistenza all'umidità: ottima;

Resistenza all'invecchiamento: ottima;

Resistenza ai solventi, agli oli e agli alcali: ottima;

Resistenza agli acidi: buona se pH > 3;

Resistenza alla temperatura: da -30°C a +80°C

Campi di applicazione: stuccatura all'interno ed all'esterno di pavimenti e rivestimenti in  
piastrelle ceramiche di ogni tipo e formato e di materiale lapideo.

**Modalità esecuzione**

Prima di iniziare la stuccature delle fughe verificare che la posa sia stata eseguita correttamente  
e che le piastrelle siano perfettamente ancorate al fondo e attendere che l'adesivo per la posa  
delle piastrelle sia completamente indurito verificando che siano trascorsi i tempi di attesa  
indicati nei dati tecnici del collante.

Le fughe devono essere pulite, esenti da polvere e vuote per almeno 2/3 dello spessore della  
piastrella; l'adesivo o la malta eventualmente rifluiti durante la posa devono essere eliminati  
quando sono ancora freschi.

In caso di piastrelle molto assorbenti, in presenza di vento e temperature elevate inumidire le fughe con acqua pulita.

Per la preparazione dell'impasto utilizzare recipienti puliti e non arrugginiti, e seguire scrupolosamente le indicazioni e i dosaggi riportati sulla scheda tecnica del prodotto.

Mescolare con miscelatore a basso numero di giri.

L'acqua deve essere dosata con precisione in quanto un eccesso può favorire la comparsa di una patina biancastra sulla superficie della stuccatura. Utilizzare l'impasto entro due ore dalla preparazione.

La stuccatura deve essere eseguita riempiendo bene le fughe utilizzando apposita spatola o racla in gomma, senza lasciare vuoti o dislivelli.

Togliere l'eccesso di malta ad impasto ancora fresco.

Quando il prodotto perde la sua plasticità e diventa opaco, normalmente dopo 10-20 minuti, pulire il residuo di malta con una spugna umida.

Il prodotto in polvere deve essere conservato in ambiente asciutto, nella confezione originale e per un massimo di 12 mesi.

È in ogni caso indispensabile seguire rigorosamente le indicazioni e le avvertenze riportate sulle schede tecniche del produttore.

### **Accettazione delle opere**

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se risponderanno a quanto prescritto nei punti relativi ai materiali, alle modalità di esecuzione e quant'altro riportato negli elaborati di appalto.

Le pavimentazioni ed i rivestimenti finiti devono risultare privi di sbavature di stucco, velo polveroso; le fughe devono essere perfettamente lisce e compatte e planari, esenti da crepe, variegatura del colore.

Non saranno accettate stuccature che presentano una qualsiasi, anche minima, imperfezione imputabile alla mancata osservanza delle prescrizioni sopra indicate e di quanto altro precisato e disposto nella presente specifica e nelle specifiche tecniche fornite dalle aziende produttrici dei materiali impiegati.

È inoltre facoltà della Direzione Lavori eseguire prove e verifiche sia sui materiali che sulla loro posa.

#### 25.3.40 GRONDE E COPERTURE

Come indicato sugli elaborati di progetto, a protezione di tutto il perimetro delle coperture di tutti gli edifici e per l'evacuazione delle acque piovane dalla copertura devono essere posate scossaline e pluviali in lastra di zinco-rame-titanio dello spessore di 0,8 mm (peso = 5,80 kg/m<sup>2</sup>).

#### Materiali e criteri di esecuzione

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali, si utilizzeranno i materiali e i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto, o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) in generale tutti i materiali e i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine e ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo), combinati con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
- b) gli elementi di convogliamento e i canali di gronda, oltre a quanto detto al punto a), se di metallo devono resistere alla corrosione; se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture; se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti a quanto specificato al punto a);
- c) i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate;
- d) per i punti di smaltimento valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni sulle fognature impartite dalle pubbliche autorità. Per quanto riguarda i dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli, vale la norma UNI EN 124.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali esecutivi, e qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto, o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale, inoltre, quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento, la norma UNI EN 12056-3.

I pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm, e i passaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto, di materiale compatibile con quello del tubo.

I bocchettoni e i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate, deve essere interposto un sifone.



Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale deve avvenire ad almeno 1,5 m dal punto di innesto di un pluviale. Per i pluviali e i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) devono essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.), per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

### Pluviali

I pluviali devono essere sistemati all'interno dei pilastri prefabbricati in c.a. L'imboccatura dei pluviali deve essere protetta da griglie metalliche per impedirne l'ostruzione (foglie, stracci, nidi, ecc.).

Il collegamento tra pluviali e canali di gronda deve avvenire mediante bocchettoni di sezione e forma adeguata che si innestano ai pluviali.

I pluviali devono avere un diametro non inferiore a 80 mm.

### Impermeabilizzazione delle coperture

Tutte le coperture devono essere completate con manto di copertura impermeabilizzante costituito da doppia membrana impermeabile prefabbricata a base di bitume distillato modificato con resina elastoplastomerica termoplastica APP rispondente alla norma prodotto EN 13707.

Il sistema di impermeabilizzazione prevede i seguenti strati:

- a) Massetto per formazione delle pendenze in sabbia e cemento spessore minimo 4 cm;
- b) Mano di primer bituminoso;
- c) 1° strato impermeabilizzazione;
- d) 2° strato impermeabilizzazione con finitura granagliata.

### Qualità dei materiali

#### Massetto:

Si veda capitolo specifico;

#### Primer bituminoso:

Si veda capitolo specifici Tutte le superfici sulle quali il manto impermeabile dovrà essere posato in opera verranno preventivamente trattate con una mano di primer bituminoso tipo POLYPRIMER HP 45 PROFESSIONAL di POLYGLASS o equivalente, con viscosità 20÷25 secondi alla tazza FORD n° 4 a 25°C.

### 1° strato impermeabilizzazione:

L'impermeabilizzazione del I° strato sarà costituita da una membrana impermeabile prefabbricata a base di bitume distillato modificato con resina elastoplastomerica termoplastica APP dello spessore di 4 mm, armata con tessuto non tessuto di poliestere da filo continuo rinforzato e stabilizzato con fili di vetro longitudinali, tipo POLYSHIELD TS 4 della POLYGLASS S.p.A. o equivalente (prodotta mediante sistema di qualità certificato "ISO 9001" certificata). La membrana, dovrà avere flessibilità a freddo -20°C.

### 2° strato impermeabilizzazione:

L'impermeabilizzazione del II° strato sarà costituita da una membrana impermeabile prefabbricata a base di bitume distillato modificato con resina elastoplastomerica termoplastica APP dello spessore di 4 mm, ricoperta sulla faccia superiore con scaglie di ardesia, armata con tessuto non tessuto di poliestere da filo continuo rinforzato e stabilizzato con fili di vetro longitudinali, tipo POLYSHIELD TS 4 GRANIGLIATA della POLYGLASS S.p.A. o equivalente (prodotta mediante sistema di qualità certificato). La membrana, dovrà avere flessibilità a freddo -20°C.

La membrana sarà posata in totale aderenza sullo strato precedente con sormonti di almeno 10 cm. di lato e 15 cm. di testa, saldate a fiamma leggera di gas propano. Il manto dovrà essere risvoltato e incollato, mediante fiamma, lungo le pareti verticali. Tutti i rotoli del 2° strato impermeabile verranno posati longitudinalmente a quelli del 1° strato, con uno sfalsamento sia trasversale che longitudinale avente dimensione almeno maggiore o uguale a quella della larghezza della giunzione di saldatura.

### **Modalità di esecuzione**

Lo strato di imprimitura in soluzione bituminosa deve essere stesa a rullo o a spazzolone, su tutta la superficie interessata.

L'applicazione dello strato successivo deve avvenire solo dopo la completa essiccazione dello strato di imprimitura (si deve attendere almeno 15-20 h).

La 1ª membrana elastoplastomerica deve essere posata in aderenza sullo strato precedente mediante termofusione del compound della faccia inferiore e saldata sui sormonti sempre per termofusione ottenuta con fiamma prodotta da bruciatore a gas propano.

Le sovrapposizioni delle giunzioni di saldatura dei teli della membrana devono essere di almeno 10 cm in senso trasversale (giunzioni laterali) e di 15 cm in senso longitudinale (giunzioni di testa). Il manto dovrà essere risvoltato e incollato, mediante fiamma, lungo le pareti verticali.

La 2<sup>a</sup> membrana elastoplastomerica deve essere posata in aderenza sul 1° strato dell'elemento di tenuta mediante termofusione del compound della faccia inferiore e saldata sui sormonti sempre per termofusione ottenuta con fiamma prodotta da bruciatore a gas propano.

Le sovrapposizioni delle giunzioni di saldatura dei teli della membrana devono essere di almeno 10 cm in senso trasversale (giunzioni laterali) e di almeno 15 cm in senso longitudinale (giunzioni di testa).

Il manto dovrà essere risvoltato e incollato, mediante fiamma, lungo le pareti verticali. Tutti i rotoli del 2° strato impermeabile verranno posati longitudinalmente a quelli del 1° strato, con uno sfalsamento sia trasversale che longitudinale avente dimensione almeno maggiore o uguale a quella della larghezza della giunzione di saldatura. Tutti gli spigoli fra piano orizzontale e le parti verticali dovranno essere raccordati con appositi profili a sezione circolare o con listelli a sezione triangolare di materiale idoneo; Sui risvolti verticali la testa del manto impermeabile dovrà essere protetta da un profilo in lamiera di zinco titanio sagomato fissato meccanicamente alla parete e quindi sigillato.

Particolare cura dovrà essere posta nell'ancoraggio del manto impermeabile attorno ai pluviali che dovranno essere realizzati con appositi pezzi speciali.

### Accettazione opere

I materiali da usarsi per l'esecuzione delle opere di cui alla presente specifica dovranno essere corrispondenti alle prescrizioni dei disegni di progetto. Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la documentazione idonea a verificare la corrispondenza tra le prescrizioni di progetto e i materiali da utilizzare per l'esecuzione delle opere.

I materiali dovranno essere stoccati, a cura dell'Appaltatore, seguendo scrupolosamente le indicazioni delle ditte produttrici. Verranno rifiutati e prontamente allontanati dal cantiere quei materiali che avessero subito lesioni o deterioramenti tali da compromettere le caratteristiche richieste e/o una corretta esecuzione delle opere.

Si dovrà accertare inoltre che il manto impermeabile sia integro, non abbia dato luogo a fessurazioni formazioni di borse, infiltrazioni di umidità, ristagni d'acqua od a qualsiasi altro difetto.

Per quanto riguarda la definizione, le caratteristiche, le modalità di controllo e di collaudo si farà riferimento alle seguenti norme:

UNI EN 13707 Membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di coperture

UNI EN 13416 Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose, di materiale plastico e gomma per impermeabilizzazione di coperture - Regole per il campionamento

UNI EN 1850-1 Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Determinazione dei difetti visibili - Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture

UNI EN 1850-2 Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Determinazione dei difetti visibili - Membrane di materiale plastico e di gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture

UNI 8629-1÷8 Membrane per impermeabilizzazione di coperture

#### 25.3.41 OPERE A VERDE IN COPERTURA

##### Normativa di riferimento

Tutti i componenti del sistema “opera a verde” da utilizzarsi in copertura di tutti gli edifici presenti all’interno del sedime del nuovo deposito tranviario a Campi Bisenzio, devono essere conformi a quanto previsto dalla norma:

UNI 11235:2015: “Istruzioni per la progettazione, l’esecuzione, il controllo e la manutenzione delle coperture a verde pensile”.

##### Descrizione del sistema

Il tetto verde è costituito da un sistema composto da strati drenanti sintetici che facilitano il deflusso delle acque in eccedenza, ed elementi naturali come la perlite espansa utilizzata quale strato di accumulo idrico e di drenaggio.

Il substrato colturale delle coperture a verde, composto da torba, lapillo, argilla, perlite espansa e corteccia, costituisce l'habitat ideale per l'attecchimento ed il mantenimento delle specie impiantate.

La soluzione di copertura presenta le seguenti fasi:

- 1) Resa complanare della superficie da trattare utilizzando pannelli isolanti in PSE con la parte all'intradosso a forma di greca ed all'estradosso piana. In questo modo si rende possibile un sostanziale apporto di isolamento termico e si predispongono la copertura per ricevere un manto di tenuta impermeabile.
- 2) Applicazione di un manto impermeabilizzante composto come da descrizione del paragrafo 14.4.49 del presente Capitolato Speciale. Il manto oltre ad avere requisiti di impermeabilità dovrà avere le necessarie caratteristiche di resistenza alla aggressione delle radici, indispensabili su coperture destinate a verde pensile.

3) Direttamente sul manto impermeabilizzante sarà posto una stuoia di geotessile con funzione di strato di protezione, separazione e capacità di ritenzione idrica, a beneficio del sovrastante sistema a verde estensivo.

Sopra alla stuoia verrà inoltre installato un sistema di subirrigazione, a miniaspersione automatizzato ad elevate prestazioni.

4) Il sistema di inverdimento della copertura sarà realizzato grazie a moduli preconfezionati, in serra, che offrono una stratificazione completa di tutti gli elementi indispensabili di dreno, substrato e strato vegetativo, atti ad una formazione di verde naturale estensivo, autonomo sia nella crescita che nel mantenimento .

#### 25.3.42 RIVESTIMENTO DI FACCIATA

Gli edifici del deposito sono caratterizzati da sistemi di facciata caratterizzati dall'alternanza tra lastre metalliche traforate e sistemi di inverdimento di facciata con piante rampicanti.

Disposti a primo piano o al piano terreno, secondo schemi variabili tra facciata e facciata, entrambe i sistemi saranno sorretti dalla stessa struttura di supporto. Questa sarà fissata alla copertura e alla facciata, qualora sorregga una pannellatura posta al piano primo, o al suolo e alla facciata nel caso sorregga una pannellatura posta al piano terreno.

#### Struttura portante

La struttura è composta di profili e staffe entrambi ricavate da estrusione di lega d'alluminio 6060 della serie 6000 secondo UNI EN 573-3, allo stato fisico T6 secondo UNI EN 515. Nel fissaggio dei montanti alle staffe, si avrà cura che il profilo risulti vincolato in modo fisso in un solo punto, lasciando libertà di movimento in senso longitudinale negli ulteriori fissaggi per garantire gli adeguati spazi necessari per l'effetto delle dilatazioni termiche dell'alluminio.

Il dimensionamento e la scelta della forma dei profili sarà effettuato in base ad i carichi ed agli alloggiamenti previsti per il sostegno dei pannelli in lamiera traforata, e per la vegetazione rampicante. Il sistema di sostegno dei pannelli sarà completo di ogni elemento necessario al fissaggio degli stessi.

La sicurezza di tutto il sistema dovrà essere garantita da opportune verifiche in accordo con le norme vigenti (Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17.01.18). Sottostruttura ed accessori di assemblaggio dovranno essere dimensionati secondo le norme vigenti in materia ed a certificazione di ciò sarà prodotta apposita relazione di calcolo, firmata da Ingegnere iscritto all'Albo.

### **Rivestimento in alluminio**

Rivestimento esterno in pannelli forati di alluminio di dimensioni massime 1000mm x 5000mm e sottomultipli, di spessore non inferiore ai 3mm e in ogni caso, di spessore tale da assicurare l'indeformabilità dei singoli pannelli. Le forature avranno un diametro 30mm e saranno disposte secondo uno schema alternato di 60° . Il montaggio dei pannelli avverrà per mezzo di apposite clips a molla alla sottostruttura. I pannelli potranno essere con bordi arrotondati, con profilo sagomato o con profilo scatolare, e di dimensioni così come indicato nei grafici di progetto ovvero dalla D.L. all'atto dell'esecuzione. L'installatore dovrà evitare di tagliare i pannelli; quando sarà indispensabile, egli dovrà rispettare le istruzioni del fabbricante.

### **Sistema per vegetazione sempreverde rampicante**

Il sistema si compone di

- Telai rettangolari di alluminio di dimensioni 1000mm\*5000mm e sottomultipli, con reti in acciaio inossidabile per lo sviluppo e sostegno delle essenze vegetali;
- Contenitori per la messa a dimora delle essenze vegetali;
- Impianto di irrigazione temporizzato;
- Essenze vegetali rampicanti sempreverdi autoctone.

Il telaio rettangolare in alluminio delle dimensioni sopraelencate, arriverà in cantiere già predisposto con la rete in acciaio inossidabile, necessaria per l'attecchimento delle essenze vegetali. Sarà ancorato alla sottostruttura portante con clips a molla, secondo modalità analoghe a quella degli altri rivestimenti presenti.

Le essenze dovranno essere di natura sempreverde, con una ridotta fioritura, e caratterizzate da una bassa manutenzione. La scelta sarà da effettuarsi dal progettista in concerto con un agronomo, che dovrà individuare una specie preferibilmente di natura locale, con le caratteristiche sopraelencate, e che stabilisca modalità e tempistiche per la cura e manutenzione ordinaria e straordinaria.

I contenitori per la messa a dimora delle essenze saranno opportunamente dimensionate al fine di consentire uno sviluppo uniforme della pianta su l'intera sagoma del telaio, al fine di ottenere l'effetto di una superficie continua verde. Questi saranno disposti a raso con il livello del marciapiede esterno dell'edificio, nel caso il pannello rampicante sia posto al piano terreno oppure sul piano di copertura, qualora il telaio di riferimento fosse posto al piano primo. In ogni caso i contenitori dovranno essere poi colmati con terra di coltivo mista a fertilizzanti e ben pressata intorno alle piante. Sarà necessario completare la piantumazione delle specie rampicanti, sarmentose e ricadenti, legandone i getti, ove necessario, alle apposite strutture di sostegno in modo da guidarne lo sviluppo per ottenere i migliori risultati in relazione agli scopi della sistemazione eseguendo pure la copertura del terreno con idonea pacciamatura al fine di evitare la crescita di piante infestanti.

L'intero sistema sarà previsto di un impianto di irrigazione temporizzato per consentire una riduzione della manutenzione in particolar modo per i contenitori posti in copertura, le caratteristiche dell'impianto saranno scelte in base all'estensione della lunghezza di irrigazione, della portata di acqua necessaria stabilite dal progettista in concerto con l'agronomo che curerà la scelta delle essenze.

#### 25.3.43 OPERE VERNICIATORE

I prodotti vernicianti sono prodotti applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi UV;
- ridurre il passaggio della CO<sub>2</sub>;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco;
- avere funzione passivante del ferro ;
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli progettuali.

#### 25.3.44 TINTEGGIATURE ESTERNE ED INTERNE

a) Tinteggiatura con idropittura murale del tipo traspirante, a base di resine in emulsione, cariche micronizzate, additivi, battericidi, fungicidi, data a pennello o a rullo, su pareti, soffitti o vani scale, eseguita in ambienti interni ed esterni di qualsiasi dimensione e altezza, su qualsiasi tipo di superficie nuova o esistente (es. gesso, scagliola, intonaco civile, cartongessi, ecc..) ed a qualsiasi altezza dal piano di appoggio, tramite l'applicazione di due mani a perfetta copertura, in colori chiari a scelta della D.L., anche per l'esecuzione di singoli riquadri di colori diversi ed in base anche all'esecuzione di campionature. La tinteggiatura dovrà essere realizzata con temperatura non inferiore ai 10°C. Inoltre, l'idropittura dovrà avere i seguenti requisiti:

- aspetto opaco;
- elevata copertura: resa teorica per mano: 5÷6 mq/kg; - lavabilità > 1.000 colpi spazzola (DIN 53778).

Con la presente voce di elenco si intende compreso e compensato anche:

- il tinteggio di spigoli vivi o rientranti, pilastri, sporgenze verticali od orizzontali, velette, marcapiani, parti decorativi, ecc.;
- il tinteggio della riquadratura di tutti i vani (es. porte, finestre, ecc.);
- il completamento della zona d'incontro col battiscopa, dopo l'esecuzione dello stesso; - i ritocchi a fine lavori.



Compreso il tiro in alto e il calo dei materiali, la protezione con teli e carta adesiva di qualsiasi elemento da mantenere pulito (es. pavimenti, battiscopa, porte, scatole elettriche, griglie di ricambio d'aria, etc...), la pulizia finale ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera compiuta a regola d'arte.

Valutazione delle superfici risultanti dagli elaborati di progetto rilevate in pianta (per le superfici inclinate viene considerata la superficie della proiezione orizzontale, senza considerare quindi l'incremento dovuto ad eventuali soffitti inclinati o alla presenza di velettature, cornici, ricalature, ecc.. Tale incremento risulta quindi già compreso e compensato nel prezzo unitario). Inoltre la misurazione si effettua senza tener conto dei vuoti di misura inferiore a 4 mq, a compenso della riquadratura dei vani, degli oggetti e delle lesene delle pareti, che non saranno perciò sviluppati, salvo che questi superino la misura geometrica della superficie calcolata vuoto per pieno. Per i vuoti superiori a 4 mq, le riquadrature verranno valutate a parte.

b) Tinteggiatura con smalto acrilico all'acqua per muri interni, del tipo satinato (30% di riflessione con Glossmetro 60°) a base di resine acriliche e pigmenti finissimi, data a rullo o a pennello, che permettono di ottenere finiture di pregio, altamente resistenti all'usura e facilmente pulibili. Ottima copertura ed adesione, inodore ed insaponificabile.

Altre caratteristiche del prodotto:

- Percentuale in peso di secco resina sul secco totale: 44% +/- 1; - Peso specifico: 1,28 kg/l;
- Resistenza all'abrasione umida: >= 20000 cicli Gardner;
- Temperatura di applicazione: 5 - 30 °C;
- Resa: 7 mq/l nelle due mani. La resa può variare in base alle caratteristiche di ruvidità, porosità ed assorbimento dei supporti ed al sistema di applicazione adottato.

Applicazione a pennello o a rullo, su pareti, soffitti o vani scale, eseguita in ambienti interni di qualsiasi dimensione, su qualsiasi tipo di superficie nuova o esistente (es. gesso, scagliola, intonaco civile, cartongessi, ecc..) ed a qualsiasi altezza dal piano di appoggio, tramite l'applicazione di due mani a perfetta copertura (se per ottenere una perfetta copertura deve essere applicata un'ulteriore mano questa si intende compresa e compensata con la presente voce), in colori chiari a scelta della D.L., anche per l'esecuzione di singoli riquadri di colori diversi ed in base anche all'esecuzione di campionature.

Con la presente voce di elenco si intende compreso e compensato anche:

- il tinteggio di spigoli vivi o rientranti, pilastri, sporgenze verticali od orizzontali, velette, marcapiani, parti decorativi, ecc.;
- il tinteggio della riquadratura di tutti i vani (es. porte, finestre, ecc.);

- il completamento della zona d'incontro col battiscopa, dopo l'esecuzione dello stesso; - i ritocchi a fine lavori.

Compreso il tiro in alto e il calo dei materiali, la protezione con teli e carta adesiva di qualsiasi elemento da mantenere pulito (es. pavimenti, battiscopa, porte, scatole elettriche, griglie di ricambio d'aria, etc...), la pulizia finale ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera compiuta a regola d'arte.

Valutazione delle superfici risultanti dagli elaborati di progetto rilevate in pianta (per le superfici inclinate viene considerata la superficie della proiezione orizzontale, senza considerare quindi l'incremento dovuto ad eventuali soffitti inclinati o alla presenza di velettature, cornici, ricalature, ecc.. Tale incremento risulta quindi già compreso e compensato nel prezzo unitario). Inoltre la misurazione si effettua senza tener conto dei vuoti di misura inferiore a 4 mq, a compenso della riquadratura dei vani, degli oggetti e delle lesene delle pareti, che non saranno perciò sviluppati, salvo che questi superino la misura geometrica della superficie calcolata vuoto per pieno. Per i vuoti superiori a 4 mq, le riquadrature verranno valutate a parte. Tutte le pareti ed i soffitti interni dovranno essere tinteggiate con ciclo di verniciatura che prevede la stesura di due strati di primer e due strati di pittura costituita da resine acriliche in dispersione acquosa opaca di colore bianco.

Fanno eccezione la strutture in c.a. poste all'esterno che verranno tinteggiate con specifico ciclo per esterni descritto in altro paragrafo del presente capitolato.

I colori e le finiture devono essere campionati per la scelta da parte del progettista.

Il ciclo di tinteggiatura prevede:

- Preparazione del supporto con l'esecuzione di stuccature, sigillature, rasature e quant'altro necessario per dare un supporto uniforme e consolidato;
- Pulizia del supporto mediante spazzolatura oppure lavaggio;
- Applicazione di fissativo murale acrilico all'acqua;
- Finitura con idropittura traspirante acrilica.

## Qualità dei materiali

### a) Fissativo murale acrilico all'acqua

Fondo a base di resine acriliche micronizzate in dispersione acquosa che, una volta applicato, penetra in profondità più che i tradizionali fondi a base acquosa.

Il prodotto deve essere inodore e non contenere solventi e quindi adatto ad essere applicato in ambienti chiusi o poco areati.

Grazie alla sua formulazione, deve garantire il consolidamento del polverino presente sulle superfici da trattare e, penetrando in profondità, rallentare la formazione di efflorescenze.

Caratteristiche tecniche

- Colore: trasparente
- Peso specifico: 1,01 kg/l
- Residuo secco: 15%
- Classificazione di pericolo secondo Direttiva 88/379 CEE: nessuna

b) Pittura acrilica in dispersione acquosa

Pittura a base di resina acrilica pura in dispersione acquosa per la protezione e la decorazione di superfici interne ed esterne. Caratteristiche tecniche Aspetto: liquido pastoso;

Residuo secco (%): 63; Massa volumica (g/cm<sup>3</sup>): ca 1,40

Abrasione a umido DIN 53778 (cicli): > 10000;

Variazione di colore dopo 1000 ore di esposizione al Weather-Ometer /ASTM G155 ciclo 1) colore bianco:  $\Delta E < 1$ ;

Fattore resistenza alla diffusione del vapore ( $\mu$ ) (DIN 52615): 538;

Resistenza al passaggio del vapore relativo a 0,15mm di spessore secco Sd(m) (DIN 52616): 0,08;

Fattore di assorbimento d'acqua per capillarità W24 [kg/(m<sup>2</sup>h0,5)] (DIN 52617): 0,18 Resistenza al passaggio della CO2 relativo a 0,15 mm di spessore secco Sd (m)) (ENISO 1062/6):

### Modalità di esecuzione

L'applicazione seguirà il seguente ciclo:

1) Preparazione del supporto: Assicurarsi che il supporto sia ben asciutto e maturato. Se necessario provvedere al rifacimento o al consolidamento con prodotti specifici. In presenza di muffe trattare la superficie con il detergente e con il risanante.

Rimuovere, spazzolando oppure mediante lavaggio le eventuali efflorescenze presenti e le parti sfoglianti di vecchie pitture. Eliminare completamente eventuali strati elevati di pitture a calce od a tempera. Asportare i depositi di polvere, smog ed altro, mediante spazzolatura. Livellare le irregolarità del supporto e trattare i buchi, screpolature, crepe ed avvallamenti con stucco.

Sigillare le fessurazioni con sigillanti adeguati. Carteggiare le stuccature ed i rappezzi con carta vetrata.

Eseguire eventuali rasature su intonaco con specifico prodotto secondo la tipologia del supporto.

2) Dopo essersi assicurati che il supporto sia ben asciutto e applicare due strati di fissativo murale acrilico all'acqua. L'applicazione dovrà rispettare le seguenti indicazioni:

- Condizioni dell'ambiente e del supporto: Temperatura dell'ambiente: Min. +5 °C / Max. +35 °C;
- Attrezzi: pennello, rullo e spruzzo;
- Nr strati: ameno 1;
- Il prodotto va diluito in modo variabile a seconda dell'assorbimento del supporto e comunque con non meno di quanto specificato dal produttore.
- Resa indicativa: 100-150 g/m<sup>2</sup> su supporto mediamente assorbente. E' consigliabile eseguire una prova preliminare sul supporto specifico per determinare i consumi;

3) Dopo almeno 24 ore procedere all'applicazione dell'idropittura traspirante idrorepellente acrilica L'applicazione dovrà rispettare le seguenti indicazioni:

- Condizioni dell'ambiente e del supporto: Temperatura dell'ambiente: Min. +10 °;
- Umidità relativa dell'ambiente: <85%;
- Dopo l'applicazione, le superfici all'esterno devono essere protette da pioggia ed umidità fino a completa essiccazione del prodotto che normalmente (a 20 °C) avviene dopo circa 48 ore;
- Nr strati: almeno 2 strati;
- Diluizione: secondo indicazioni del produttore;
- Nelle applicazioni ad airless la diluizione varia secondo l'apparecchiatura e la pressione di esercizio utilizzata;
- La pulizia degli attrezzi va effettuata subito dopo l'uso con acqua;
- Resa indicativa: 0,3÷0,4 kg/m<sup>2</sup> riferito a due mani di prodotto e si riferisce alle applicazioni su supporti lisci e mediamente assorbenti. E' opportuno determinare la resa effettiva con una prova preliminare sul supporto specifico.

In luogo delle normali preparazioni sopra descritte, la Direzione Lavori potrà ordinare trattamenti preliminari delle superfici murarie.

Per tali trattamenti l'Impresa dovrà osservare le prescrizioni che le verranno impartite dalla Direzione Lavori.

L'appaltatore non potrà iniziare le coloriture o le verniciature senza averne avuta autorizzazione dalla Direzione Lavori, al cui insindacabile giudizio spetta decidere se il lavoro di preparazione delle superfici sia stato eseguito in modo soddisfacente. Per i lavori di coloritura e verniciatura l'Impresa dovrà impiegare i prodotti accettati preventivamente dalla Direzione Lavori.

Prima di iniziare i lavori di pittura l'Impresa dovrà eseguire, a sua cura e spese, campionature in sito con le modalità che le saranno indicate dalla Direzione Lavori, sia per la scelta dei prodotti e delle tinte sia per il genere di esecuzione, tali campionature dovranno essere eventualmente ripetute con le varianti richieste sino ad ottenere l'approvazione della Direzione Lavori.

Le successive passate di coloritura, che fossero prescritte nel ciclo di pittura scelto, dovranno essere di tonalità diverse, in modo che sia possibile in qualsiasi momento controllare il numero delle passate che sono state applicate.

Comunque l'Impresa ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere all'esecuzione di quella successiva, di farsi rilasciare dal personale della Direzione Lavori apposita autorizzazione.

A lavoro di pittura finito l'Impresa dovrà adottare ogni precauzione e mezzo, atti ad evitare il deterioramento delle superfici trattate, e sulle opere finite adiacenti restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare gli eventuali danneggiamenti verificatisi. In ogni caso dovranno essere osservate scrupolosamente le indicazioni del produttore del ciclo di verniciatura.

### Accettazione delle opere

I materiali e i prodotti finiti dovranno rispettare ed assicurare le caratteristiche specifiche descritte.

I cicli di tinteggiatura si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto ed in loro mancanza (od a loro integrazione) si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore ed accettate dalla direzione dei lavori; le informazioni devono essere fornite secondo le norme UNI 8758 o UNI 8760 e devono riguardare:

- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura, umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione, condizioni per la successiva operazione;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio ivi comprese le condizioni citate al capoverso precedente per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture ivi comprese le condizioni citate .

Durante l'esecuzione si curerà per ogni operazione la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

### 25.3.45 VERNICIATURE OPERE METALLICHE.

Tutte le opere metalliche eseguite in acciaio inox AISI 304 oppure in acciaio zincato a caldo vanno trattate su tutte le superfici interessate prima della posa in opera con il seguente ciclo di verniciatura:

- a) ciclo con prodotti ad essiccazione termoreattiva a temperatura minima di 120° C, costituito da uno strato di fondo ed uno strato di finitura (spessore minimo dei due strati 70 micrometri).

In alternativa

- b) ciclo a rapida essiccazione, costituito da uno strato di fondo ed uno strato di finitura a base di resine alchidiche medio olio, tali da assicurare nel tempo una stabilità di tinta (spessore minimo dei due strati 80 micrometri). La resistenza meccanica al graffio deve essere la più elevata possibile.

Il prodotto deve presentare le seguenti caratteristiche tecniche: legante: Alchidico medio olio viscosità': 130" TF4

essiccazione a 20°C: Fuori polvere: 10' Secco al tatto: 1-2 ore Secco in profondità: 24 ore

In entrambi i casi:

i fondi dovranno assicurare la massima adesione al supporto dello strato di finitura; • la brillantezza, ove richiesta, della finitura deve corrispondere ad un minimo di 80 gloss (glossometro 60°);

l'Appaltatore dovrà procedere alla pulizia del supporto in relazione al ciclo prescelto, tale da non compromettere l'adesione del ciclo protettivo.

### Qualità dei materiali

#### Fissativo murale acrilico all'acqua

Valgono le indicazioni per le verniciature descritte nel capitolo precedente.

- c) Pittura acrilica in dispersione acquosa

Pittura monocomponente a base di resine acriliche in dispersione acquosa tipo Elastocolor pittura Mapei o equivalente.

#### Principali proprietà:

- Dopo il completo asciugamento, deve formare un rivestimento elastico, impermeabile all'acqua ed agli agenti aggressivi presenti nell'atmosfera (CO<sub>2</sub> – SO<sub>2</sub>), ma permeabile al passaggio del vapore;

- La finitura deve avere ottima resistenza all'invecchiamento, al gelo e ai sali disgelanti e fornire alle superfici trattate, grazie alla filmazione fotochimica, una bassissima ritenzione dello sporco.

d) Caratteristiche tecniche

Massa volumica (g/cm<sup>3</sup>): ca 1,40

Residuo secco (%): 65 circa;

Viscosità Brookfield (mPa S) 16000 (albero 6 - gir 20)

Resistenza all'abrasione ad umido (DIN 53778): > 10000;

Fattore resistenza alla diffusione del vapore ( $\mu$ ) (DIN 52615): 545;

Resistenza al passaggio del vapore relativo a 0,2 mm di spessore in metri di aria equivalente Sd (DIN 52615): 0,109

Fattore di assorbimento d'acqua per capillarità (DIN 52617):  $0,100 \text{ kg/m}^2\text{h}0,5 \text{ Sd} \times W = 0,109 \times 0,100 = 0,011 \text{ kg/m}^2\text{h}0,5$

Classificazione di pericolo secondo Direttiva 99/45/CE: nessuna Fattore di resistenza alla diffusione dell'anidride carbonica  $\mu_s$  (metodo prova BSF): 1320594

Resistenza al passaggio dell'anidride carbonica RG (metodo prova BSF): 462,21 m

Allungamento a rottura (%) (DIN 53504 mod.) dopo 14 gg a +23°C 392

**Modalità di esecuzione**

L'applicazione seguirà il seguente ciclo:

- 1) Preparazione del supporto: Assicurarsi che il supporto sia ben asciutto e maturato.

Se necessario provvedere al rifacimento o al consolidamento con prodotti specifici.

In presenza di muffe trattare la superficie con il detergente e con il risanante.

Rimuovere, spazzolando oppure mediante lavaggio le eventuali efflorescenze presenti e le parti sfoglianti di vecchie pitture. Eliminare completamente eventuali strati elevati di pitture a calce od a tempera. Asportare i depositi di polvere, smog ed altro, mediante spazzolatura. Livellare le irregolarità del supporto e trattare i buchi, screpolature, crepe ed avvallamenti con stucco.

Sigillare le fessurazioni con sigillanti adeguati. Carteggiare le stuccature ed i rappezzi con carta vetrata. Eseguire eventuali rasature su intonaco con specifico prodotto secondo la tipologia del supporto.

- 2) Dopo essersi assicurati che il supporto sia ben asciutto e applicare due strati di fissativo murale acrilico all'acqua. L'applicazione dovrà rispettare le seguenti indicazioni:

- Condizioni dell'ambiente e del supporto: Temperatura dell'ambiente: Min. +5 °C / Max. +35 °C;

- Attrezzi: pennello, rullo e spruzzo;
- Nr strati: ameno 1;
- Il prodotto va diluito in modo variabile a seconda dell'assorbimento del supporto e comunque con non meno di quanto specificato dal produttore.
- Resa indicativa: 100-150 g/m<sup>2</sup> su supporto mediamente assorbente. E' consigliabile eseguire una prova preliminare sul supporto specifico per determinare i consumi;
- Dopo almeno 24 ore procedere all'applicazione della pittura acrilica in dispersione acquosa. L'applicazione dovrà rispettare le seguenti indicazioni:
  - Condizioni dell'ambiente e del supporto: Temperatura dell'ambiente: Min. +5 °C max +35°C;
  - Umidità relativa dell'ambiente: <85%;
  - In caso di ampiezza superiore a 0,2 mm queste devono essere allargate e sigillate con idoneo prodotto;
  - Dopo l'applicazione, le superfici all'esterno devono essere protette da pioggia ed umidità fino a completa essiccazione del prodotto che normalmente (a 20 °C) avviene dopo circa 48 ore;
  - Nr strati: almeno 2 strati attendendo almeno 24 tra una e l'altra ;
  - Diluizione: secondo indicazioni del produttore;
  - Nelle applicazioni ad airless la diluizione varia secondo l'apparecchiatura e la pressione di esercizio utilizzata;
  - La pulizia degli attrezzi va effettuata subito dopo l'uso con acqua;
  - Resa indicativa: 0,2÷0,4 kg/m<sup>2</sup> riferito a una mano di prodotto e si riferisce alle applicazioni su supporti lisci e mediamente assorbenti. E' opportuno determinare la resa effettiva con una prova preliminare sul supporto specifico.
  - Raccomandazioni: Non applicare in caso di pioggia imminente, non diluire con solventi.

In luogo delle normali preparazioni sopra descritte, la Direzione Lavori potrà ordinare trattamenti preliminari delle superfici murarie.

Per tali trattamenti l'Impresa dovrà osservare le prescrizioni che le verranno impartite dalla Direzione Lavori.

L'appaltatore non potrà iniziare le coloriture o le verniciature senza averne avuta autorizzazione dalla Direzione Lavori, al cui insindacabile giudizio spetta decidere se il lavoro di preparazione delle superfici sia stato eseguito in modo soddisfacente. Per i lavori di coloritura e verniciatura l'Impresa dovrà impiegare i prodotti accettati preventivamente dalla Direzione Lavori.



Prima di iniziare i lavori di pittura l'Impresa dovrà eseguire, a sua cura e spese, campionature in sito con le modalità che le saranno indicate dalla Direzione Lavori, sia per la scelta dei prodotti e delle tinte sia per il genere di esecuzione, tali campionature dovranno essere eventualmente ripetute con le varianti richieste sino ad ottenere l'approvazione della Direzione Lavori.

Le successive passate di coloritura, che fossero prescritte nel ciclo di pittura scelto, dovranno essere di tonalità diverse, in modo che sia possibile in qualsiasi momento controllare il numero delle passate che sono state applicate.

Comunque l'Impresa ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere all'esecuzione di quella successiva, di farsi rilasciare dal personale della Direzione Lavori apposita autorizzazione.

A lavoro di pittura finito l'Impresa dovrà adottare ogni precauzione e mezzo, atti ad evitare il deterioramento delle superfici trattate, e sulle opere finite adiacenti restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare gli eventuali danneggiamenti verificatisi. In ogni caso dovranno essere osservate scrupolosamente le indicazioni del produttore del ciclo di verniciatura.

### Accettazione delle opere

I materiali e i prodotti finiti dovranno rispettare ed assicurare le caratteristiche specifiche descritte. I cicli di tinteggiatura si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto ed in loro mancanza (od a loro integrazione) si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore ed accettate dalla direzione dei lavori; le informazioni devono essere fornite secondo le norme UNI 8758 o UNI 8760 e devono riguardare:

- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura, umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione, condizioni per la successiva operazione;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio ivi comprese le condizioni citate al capoverso precedente per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture ivi comprese le condizioni.

Durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si curerà per ogni operazione la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

#### 25.3.46 ZINCATURE A CALDO

Gli elementi delle strutture in acciaio al carbonio, dovranno essere idoneamente protetti con zincatura a caldo con procedimento Sendzimir o equivalente con rivestimento non inferiore a 200 g/m<sup>2</sup>.

Devono essere particolarmente protetti gli elementi dei giunti ad attrito, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del giunto.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di conglomerato cementizio non dovranno essere pitturati, dovranno essere invece zincati a caldo.

I rivestimenti a protezione dei materiali metallici contro la corrosione devono rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI EN ISO 2081 Rivestimenti metallici e altri rivestimenti inorganici - Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamenti supplementari su ferro o acciaio;
- UNI EN ISO 2082 Rivestimenti metallici e altri rivestimenti inorganici - Rivestimenti elettrolitici di cadmio con trattamenti supplementari su ferro o acciaio;
- UNI EN 12487 Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti di conversione cromati per immersione e senza immersione su alluminio e leghe di alluminio;
- UNI EN ISO 1456 Rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici - Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo;
- UNI EN 1403 Protezione dalla corrosione dei metalli. Rivestimenti elettrolitici.
- Metodo per la definizione dei requisiti generali.

#### 25.3.47 SCORTE

L'Appaltatore deve fornire un insieme di materiali di scorta, nella quantità e nelle tipologie di seguito indicate:

- Pavimenti gres fine porcellanato 10% della superficie posata.
- Pavimenti sopraelevati 10% della superficie posata.
- Rivestimento in piastrelle in gres fine porcellanato 10% della superficie posata
- Zoccolino in serizzo 5% della superficie posata.

L'elenco delle scorte deve essere sottoposto ad approvazione della DL contestualmente agli altri materiali.

Tutte le scorte eventualmente utilizzate dall'Appaltatore per sostituzione di materiali guasti o difettosi, devono essere sostituite con analoghi materiali nuovi, a onere e cura dell'Appaltatore stesso.

Il luogo di stoccaggio delle scorte deve essere concordato con la Direzione dei Lavori, che ne indicherà il luogo e consegnerà la documentazione identificativa delle stesse al Gestore all'atto della consegna dei lavori.

Le scorte devono essere conservate imballate e protette in luogo asciutto e pulito.

La documentazione relativa alle scorte deve consentire al gestore di poter risalire al fornitore originario in qualunque momento per le sostituzioni e/o le manutenzioni che si rendessero necessarie per la funzionalità e le caratteristiche del bene determinate da danneggiamenti, guasti o rotture.

Le scorte devono essere mantenute in buone condizioni per poter essere utilizzate con immediatezza durante le opere di manutenzione ordinaria.

Le scorte devono essere fornite dall'Appaltatore e sono da considerarsi compensate, senza oneri aggiuntivi, nell'importo forfetario di gara.

In fase di messa in esercizio, e relativo passaggio di consegna degli stessi all'esercente, devono essere consegnate, con apposito verbale, le scorte previste contrattualmente.

#### 25.3.48 RIVESTIMENTO SERVIZI IGIENICI

I muri perimetrali dei W.C. saranno rivestiti fino all'altezza di 200 cm con piastrelle di smaltata gres porcellanato di prima scelta delle dimensioni 15x15 cm, di colore chiaro. Strato di finitura orizzontale composto da pavimentazione in piastrelle di gres fine porcellanato (prima scelta), poste in opera su letto di malta bastarda, applicata su massetto di sottofondo di malta di cemento, completo di zoccolino battiscopa in gres porcellanato ove previsto.

I materiali da utilizzare per il confezionamento del suddetto strato di finitura, dovranno, in generale, soddisfare le indicazioni e le prescrizioni dei materiali che li costituiscono di cui alla parte relativa alla qualità dei materiali – Parte generale - , ed in particolare:

Pavimento in piastrelle di gres fine porcellanato (prima scelta), poste in opera su letto di malta bastarda, previo spolvero di cemento, con giunti connessi a cemento bianco o idoneo sigillante previo spolvero di cemento, in tinta unita naturale.

Massetto di sottofondo di malta di cemento, tipo 32.5 dosato a 300 kg per 1,00 mc di sabbia, per piano di posa di pavimentazioni sottili, dato in opera ben battuto e livellato.

#### Qualità materiali

Devono essere realizzati pavimenti in piastrelle di gres porcellanato di buona resistenza e antimacchia, ingelive, in prima scelta, pressate, non smaltate e con effetti cromatici ottenuti solo con colorazione in massa, pienamente vetrificate come da UNI EN ISO 14411 - Gruppo BI a

UGL - con assorbimento d'acqua  $\leq 0,1\%$ , ottenute da miscele selezionate di argille, quarzi e feldspati cotte a temperatura di  $1250^{\circ}\text{C}$ , con superficie naturale, formato  $20 \times 20$  cm, spessore  $11.3$  mm, colore grigio a scelta del progettista da campionare. Inoltre dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Caratteristiche dimensionali (UNI EN ISO 10545-2:2000): Tolleranze minime nella 1ª scelta;
- Massa d'acqua assorbita in % (UNI EN ISO 10545-3:2000):  $\leq 0,1\%$ ;
- Resistenza alla flessione in  $\text{N}/\text{mm}^2$  (UNI EN ISO 10545-4:2000):  $> 50-60$ ;
- Resistenza al gelo (UNI EN ISO 10545-12:2000): Garantita;
- Resistenza attacco chimico (esclusione acido fluoridrico) (UNI EN ISO 10545-13:2000): Nessuna alterazione;
- Dilatazione termica lineare (UNI EN ISO 10545-8:2000):  $6,3 \times 10^{-6}$ ;
- Resistenza alla scivolosità (Superficie naturale) (DIN 51130): R9;
- Coefficiente di attrito (metodo B.C.R.A.) (cuoio su sup. asciutta)  $\mu > 0,55$ ;
- Resistenza dei colori alla luce (DIN 51094): Nessuna variazione;
- Resistenza alle macchie (UNI EN ISO 10545-14:2000): garantita.
- Reazione al fuoco: A1 –A1fl
- Campo di applicazione: pavimentazioni interne/esterne ad alta resistenza meccanica.

### Modalità esecuzione

Per la pavimentazione dei locali tecnici è previsto l'utilizzo in linea delle piastrelle con colore a scelta della D.L.

È obbligo dell'esecutore fornire campioni delle piastrelle per l'approvazione della D.L.

La posa deve essere effettuata con fughe a correre, in parallelo.

Per la posa deve essere utilizzato adesivo, ad elevata resistenza e deformabilità, resistente all'acqua e al gelo come più specificatamente descritto nel capitolo relativo alla colla per pavimentazioni ceramiche

Le piastrelle devono essere posate esercitando una buona pressione per assicurare una completa bagnatura del retro della lastra.

Nella posa del pavimento deve essere posta particolare cura nel realizzare la pendenza verso i punti di scarico. Per il taglio delle piastrelle devono essere utilizzati attrezzi idonei professionali. La stuccatura delle fughe, previa pulizia e depolverizzazione delle stesse deve essere effettuata con stucco come specificato nel paragrafo specifico.

Durante la posa dovranno essere rispettati tutti i giunti di dilatazione della struttura e dovranno essere inseriti, secondo le indicazioni del produttore, giunti in PVC di frazionamento e perimetrali.

Al termine dei lavori di posa deve essere eseguita una pulizia di fondo per eliminare eventuali macchie o residui di cantiere, lavando la pavimentazione con un detergente approvato dal produttore delle piastrelle e degli stucchi.

### **Accettazione delle opere**

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se risponderanno a quanto prescritto nei punti relativi alle qualità dei materiali, alle modalità di esecuzione e quant'altro riportato negli elaborati di appalto.

La posa in opera dei pavimenti deve essere eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana e comunque nel rispetto dei piani e delle pendenze per lo smaltimento delle acque.

I singoli elementi devono combaciare esattamente tra loro, devono risultare perfettamente fissati al sottostrato e non deve verificarsi nelle connessioni dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza.

I pavimenti devono essere consegnati diligentemente finiti, lavorati e senza macchie di sorta. Resta comunque contrattualmente stabilito che, per un periodo di almeno dieci giorni dopo l'ultimazione di ciascuna lavorazione, l'Appaltatore ha l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali; ciò anche per pose eseguite da altre Ditte. Ad ogni modo, ove i pavimenti e i rivestimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone o per altre cause, l'Appaltatore deve a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.