

08



COMUNE DI RICCIONE
PROVINCIA DI RIMINI

SETTORE LAVORI PUBBLICI E INFRASTRUTTURE



PROGETTO DI
FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

Progetto :

SPOSTAMENTO DEL TRATTO TERMINALE
DEL CANALE CONSORZIALE 'COSTA'
CON ADEGUAMENTO IDRAULICO DELLO STESSO

Oggetto:

Disciplinare descrittivo e prestazionale

Dirigente del Settore
Lavori Pubblici e Infrastrutture

Ing. Renzo Rivalta

Responsabile Unico del Progetto

Geom. Stefano Renzi

Il Progettista

Geom. Stefano Renzi

ELAB.

P.1

DATA : Ottobre 2025

COMUNE DI RICCIONE



COMUNE DI RICCIONE

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

PROGETTO:

*SPOSTAMENTO DEL TRATTO TERMINALE DEL CANALE CONSORZIALE
'COSTA' CON ADEGUAMENTO IDRAULICO DELLO STESSO*

OGGETTO:

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

Elab. P.1

n.	Revisioni Data	Descrizione
1	Novemnbre 2025	EMISSIONE

SOMMARIO

COMUNE DI RICCIONE.....	1
PRESCRIZIONI TECNICHE.....	16
PRESCRIZIONI GENERALI — PROVE.....	16
<i>Art. 1. CONDIZIONI DI ACCETTAZIONE.....</i>	<i>16</i>
1.1 GENERALITÀ.....	16
1.2 MARCHIO CE.....	16
1.3 CAM.....	17
1.4 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE.....	17
1.5 MATERIALI E PRODOTTI PERICOLOSI.....	17
1.6 SCORPORO DALL'APPALTO.....	17
<i>Art. 2. MATERIALI NATURALI, DI CAVA E ARTIFICIALI.....</i>	<i>18</i>
2.1 ACQUA.....	18
2.2 AGGREGATI PER MALTA.....	18
2.2.1 Generalità.....	18
2.2.2 Termini e definizioni.....	18
2.2.3 Granulometria.....	18
2.2.4 Requisiti fisici e chimici.....	19
2.2.5 Designazione e descrizione.....	19
2.2.6 Marcatura ed etichettatura – Marcatura CE.....	19
2.2.7 Sistema di attestazione di conformità.....	20
2.3 AGGREGATI PER CALCESTRUZZO.....	20
2.3.1 Generalità.....	20
2.3.2 Granulometria.....	20
2.3.3 Forma dell'aggregato (a.g.).....	21
2.3.4 Resistenza alla frantumazione (a.g.).....	21
2.3.5 Resistenza all'usura (a.g.).....	21
2.3.6 Resistenza alla levigabilità e all'abrasione (a.g.).....	21
2.3.7 Riferimento a norme UNI.....	21
2.3.8 Designazione, marcatura ed etichettatura.....	22
2.3.9 Marcatura ed etichettatura CE.....	22
2.3.10 Sistema di attestazione.....	23
2.4 AGGREGATI PER SOVRASTRUTTURE STRADALI – GENERALITÀ.....	23
2.5 AGGREGATI PER SOVRASTRUTTURA STRADALI – AGGREGATI PER MATERIALI NON LEGATI O LEGATI CON LEGANTI IDRAULICI (UNI EN 13042).....	23
2.5.1 Granulometria.....	23
2.5.2 Forma dell'aggregato grosso.....	24
2.5.3 Percentuale di particelle rotte o frantumate o totalmente arrotondate negli aggregati grossi.....	24
2.5.4 Contenuto di fini.....	24
2.5.5 Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso.....	24
2.5.6 Resistenza all'usura dell'aggregato grosso.....	24
2.5.7 Requisiti chimici.....	24

2.5.8 Requisiti di durabilità.....	24
2.5.9 Designazione, marcatura ed etichettatura. Marcatura CE.....	25
2.5.10 Sistema di attestazione.....	25
2.6 AGGREGATI PER FONDI E SOTTOFONDI STRADALI – MISCELE NON LEGATE.....	26
2.6.1 Designazione della miscela.....	26
2.6.2 Contenuto di fini.....	26
2.6.3 Curva granulometrica generale.....	26
2.6.4 Designazione e descrizione.....	26
2.7 AGGREGATI PER SOVRASTRUTTURE STRADALI – AGGREGATI PER MISCELE BITUMINOSE E TRATTAMENTI SUPERFICIALI.....	27
2.7.1 Granulometria.....	27
2.7.2 Forma dell'aggregato grosso.....	28
2.7.3 Percentuali di superficie frantumata negli aggregati grossi.....	28
2.7.4 Contenuto di fini.....	28
2.7.5 Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso.....	28
2.7.6 Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso per manti superficiali – Abrasione superficiale.....	28
2.7.7 Resistenza all'usura dell'aggregato grosso.....	28
2.7.8 Durabilità.....	28
2.7.9 Resistenza al gelo/disgelo.....	28
2.7.10 Sonnenbrand del basalto.....	29
2.7.11 Requisiti per l'aggregato filler.....	29
2.7.12 Designazione, marcatura ed etichettatura – Marcatura CE.....	29
<i>Art. 3. CALCI – POZZOLANE – LEGANTI IDRAULICI - ADDITIVI.....</i>	<i>29</i>
3.1 CALCI.....	29
3.1.1 Generalità.....	29
3.1.2 Calce viva.....	29
3.1.3 Calce idrata in polvere.....	29
3.1.4 Marcatura ed etichettatura.....	30
3.2 POZZOLANA.....	30
3.3 LEGANTI IDRAULICI.....	30
3.3.1 Generalità.....	30
3.3.2 Denominazione dei tipi.....	30
3.3.3 Resistenze meccaniche e tempi di presa.....	30
3.3.4 Modalità di fornitura.....	31
3.3.5 Prelievo dei campioni.....	31
3.3.6 Conservazione.....	31
3.3.7 Particolari prescrizioni e impieghi.....	31
3.4 ADDITIVI.....	31
3.4.1 Additivi per calcestruzzi.....	31
3.4.2 Additivi per malte.....	32
<i>Art. 4. MATERIALI FERROSI – PRODOTTI DI ACCIAIO E GHISA.....</i>	<i>32</i>
4.1 GENERALITÀ.....	32
4.1.1 Designazione e classificazione – Qualificazione.....	32
4.1.2 Identificazione dei prodotti qualificati.....	33

4.1.3 Prove e certificazioni.....	33
4.1.4 Documentazione di accompagnamento.....	33
4.2 ACCIAI PER CEMENTO ARMATO ORDINARIO.....	33
4.2.1 Generalità.....	33
4.2.2 Acciaio laminato a caldo.....	34
4.2.3 Acciaio laminato a freddo.....	34
4.2.4 Barre e rotoli.....	34
4.2.5 Accertamento delle proprietà meccaniche.....	34
4.2.6 Reti e tralici elettrosaldati.....	34
4.2.7 Tolleranze dimensionali.....	34
4.2.8 Centri di trasformazione.....	34
4.3 LAMIERE DI ACCIAIO.....	35
4.3.1 Lamiere bugnate o striate.....	35
4.4 LAMIERE ZINCATE E MANUFATTI RELATIVI.....	35
4.4.1 Generalità.....	35
4.4.2 Lamiere zincate con procedimento continuo a caldo.....	35
4.4.3 Manufatti tubolari per tombini.....	36
4.4.4 Manufatti per graticciate.....	36
<i>Art. 5. PRODOTTI DI ACCIAIO ZINCATI IN DISCONTINUO.....</i>	<i>37</i>
5.1 TUBI DI ACCIAIO.....	37
5.1.1 Generalità.....	37
5.2 PRODOTTI GRIGLIATI ELETTROSALDATI E/O PRESSATI.....	37
5.3 GHISA E PRODOTTI DI GHISA.....	37
5.3.1 Ghisa grigia per getti.....	37
5.3.2 Ghisa malleabile per getti.....	37
5.3.3 Ghisa a grafite sferoidale per getti.....	38
<i>Art. 6. MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE.....</i>	<i>38</i>
6.1 Generalità.....	38
6.2 Calcestruzzo per usi strutturali, armato e non, normale e precompresso.....	38
6.2.1 Controllo di Accettazione.....	38
6.3 Acciaio.....	40
6.3.1 Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio.....	40
6.3.2 Forniture e documentazione di accompagnamento.....	40
6.3.3 Le forme di controllo obbligatorie.....	40
6.3.4 La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati.....	40
6.3.5 Unità marcata scorporata: ulteriori indicazioni della Direzione dei Lavori per le prove di laboratorio.....	41
6.3.6 Conservazione della documentazione d'accompagnamento.....	41
6.3.7 Forniture e documentazione di accompagnamento.....	41
6.3.8 Centri di trasformazione.....	42
6.3.9 Rintracciabilità dei prodotti.....	42
6.3.10 Documentazione di accompagnamento e verifiche della Direzione dei Lavori.....	42
6.4 Acciaio per usi strutturali.....	43
6.4.1 Prescrizioni per gli acciai per usi strutturali.....	43
6.4.2 Laminati a caldo con profili a sezione aperta.....	43

6.4.3 Laminati a caldo con profili a sezione cava.....	44
<i>Art. 7. METALLI DIVERSI.....</i>	<i>45</i>
7.1 GENERALITÀ.....	45
7.2 STAGNO E SUE LEGHE.....	45
7.3 ZINCO E SUE LEGHE.....	45
7.4 RAME E SUE LEGHE - PRODOTTI.....	45
7.4.1 Lamiere.....	45
<i>Art. 8. LEGNAMI.....</i>	<i>45</i>
8.1 GENERALITÀ.....	45
8.1.1 Nomenclatura e misurazione.....	45
8.1.2 Requisiti in generale.....	45
8.2 LEGNAMI DA CARPENTERIA DEFINITIVA.....	46
<i>Art. 9. MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI.....</i>	<i>46</i>
9.1 GENERALITÀ.....	46
9.2 MATTONELLE, MARMETTE E PIETRINI DI CEMENTO.....	46
9.2.1 Norme generali.....	46
9.2.2 Mattonelle di cemento.....	46
9.2.3 Pietrini di cemento.....	46
<i>Art. 10. PRODOTTI VERNICIANTI – PITTURE – VERNICI – SMALTI.....</i>	<i>46</i>
10.1 GENERALITÀ.....	47
10.2 PRODOTTI PER TINTEGGIATURA – IDROPITTURE.....	47
10.3 PITTURE.....	47
10.3.1 Pitture oleosintetiche.....	47
10.3.2 Pitture antiruggine e anticorrosive.....	47
10.4 VERNICI.....	48
10.5 SMALTI.....	49
<i>Art. 11. PRODOTTI DI CEMENTO E AGGREGATI GRANULARI.....</i>	<i>49</i>
11.1 GENERALITÀ.....	49
11.2 MANUFATTI DIVERSI.....	49
11.2.1 Canalette di drenaggio.....	50
11.2.2 Lastre per mantellate.....	50
11.2.3 Elementi a griglia per mantellate.....	50
<i>Art. 12. LEGANTI IDROCARBURATI E AFFINI – MATERIALI PER IMPERMEABILIZZAZIONI.....</i>	<i>50</i>
12.1 BITUMI.....	50
12.1.1 Bitumi per usi stradali.....	50
12.1.2 Bitumi da spalmatura.....	51
12.1.3 Bitumi liquidi.....	51
12.1.4 Emulsioni bituminose.....	52
<i>Art. 13. GUARNIZIONI – IDROFUGHI – IDROPELLENTI.....</i>	<i>52</i>
13.1 GUARNIZIONI.....	52
13.1.1 Generalità.....	52
13.1.2 Guarnizioni elastomeriche.....	53
13.1.3 Guarnizioni in cloruro di polivinile (PVC).....	53

13.1.4 Guarnizioni in poliuretano espanso.....	53
13.2 IDROFUGHI.....	53
13.3 IDROREPELLENTI.....	53
<i>Art. 14. PRODOTTI DI MATERIE PLASTICHE.....</i>	<i>53</i>
14.1 GENERALITÀ.....	53
14.2 TUBI E RACCORDI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC).....	54
14.2.1 Generalità.....	54
14.2.2 Tubi e raccordi per scarichi.....	54
14.2.3 Tubi e raccordi per fognature e scarichi interrati.....	55
14.2.4 Tubi, raccordi e valvole per fognature e scarichi in pressione.....	55
14.2.5 Tubi e raccordi per adduzione d'acqua.....	55
<i>Art. 15. APPARECCHI IDRAULICI.....</i>	<i>55</i>
15.1 GENERALITÀ.....	55
15.2 VALVOLE PER LA FORNTURA D'ACQUA.....	56
15.2.1 Generalità e materiali.....	56
15.2.2 Pressioni.....	56
15.2.3 Temperature.....	56
15.2.4 Tipi di estremità e intercambiabilità.....	56
15.2.5 Velocità massima dell'acqua.....	56
15.2.6 Tenuta.....	57
15.2.7 Prove.....	57
15.2.8 Attestato di conformità.....	57
15.3 VALVOLE PER CONDOTTE GAS.....	57
<i>Art. 16. MATERIALI DIVERSI E SPECIALI.....</i>	<i>57</i>
16.1 ACCESSORI PER CAMERETTE E POZZETTI STRADALI.....	57
16.1.1 Dispositivi di chiusura per camerette d'ispezione.....	57
16.1.2 Griglie e chiusini per pozzetti stradali (caditoie).....	58
16.1.3 Gradini per pozzetti di ispezione.....	59
16.2 MATERIALI PER GIUNZIONI.....	59
16.2.1 Elastomeri per anelli di tenuta.....	59
16.2.2 Corda catramata.....	60
16.2.3 Mastici bituminosi per giunzioni plastiche a caldo.....	60
16.2.4 Mastici per giunzioni plastiche a freddo.....	60
16.3 MATERIALI PER RIVESTIMENTI PROTETTIVI.....	60
16.3.1 Bitume e miscela bituminosa.....	60
16.4 APPARECCHI DI APPOGGIO.....	61
16.4.1 Apparecchi metallici.....	61
16.4.2 Apparecchi di gomma e misti.....	61
16.5 SEGNALI STRADALI.....	62
16.5.1 Pellicole retroriflettenti.....	62
<i>Art. 17. ARREDO URBANO.....</i>	<i>64</i>
17.1.1 Dissuasori spartitraffico.....	64
17.1.2 Cestini portarifiuti.....	64
17.2 PALI PER ILLUMINAZIONE STRADALE.....	64

<i>Art. 18. CALCESTRUZZO ARCHITETTONICO.....</i>	<i>64</i>
--	-----------

**PARTE II^A - MODO DI ESECUZIONE DELLE CATEGORIE DI LAVORO MOVIMENTI DI MATERIE –
OPERE D'ARTE – LAVORI DIVERSI.....66**

<i>Art. 19. RILIEVI – CAPISALDI – TRACCIAMENTI.....</i>	<i>66</i>
19.1 RILIEVI.....	66
19.2 CAPISALDI.....	66
19.3 TRACCIAMENTI.....	66
<i>Art. 20. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI.....</i>	<i>67</i>
20.1 DEMOLIZIONI IN GENERE.....	67
20.1.1 Disposizioni antinfortunistiche.....	68
20.1.2 Accorgimenti e protezioni.....	68
20.1.3 Limiti di demolizione.....	68
20.2 SCARIFICA PAVIMENTAZIONI ESISTENTI.....	68
20.3 FRESATURA DI STRATI DI CONGLOMERATO BITUMINOSO.....	68
20.4 SMALTIMENTO.....	69
20.5 DIRITTI DELL'AMMINISTRAZIONE.....	69
<i>Art. 21. SCAVI IN GENERE – SCAVI IN SOTTERRANEO – LAVORI DI CONTENIMENTO – SCAVI SPECIALI.....</i>	<i>69</i>
21.1 GENERALITÀ.....	69
21.1.1 Allontanamento e deposito delle materie di scavo.....	70
21.1.2 Determinazione sulle terre.....	70
21.2 SCAVI DI FONDAZIONE.....	70
21.2.1 Generalità.....	70
21.2.2 Modo di esecuzione.....	70
21.2.3 Attraversamenti.....	70
21.2.4 Scavi in presenza di acqua.....	71
21.2.5 Ture provvisorie.....	71
21.2.6 Divieti e oneri.....	71
21.3 INTERVENTI DI CONTENIMENTO DEGLI SCAVI.....	71
21.3.1 Bullonatura.....	71
<i>Art. 22. RILEVATI E RINTERRI – PIANI DI POSA.....</i>	<i>72</i>
22.1 GENERALITÀ.....	72
22.2 RILEVATI COSTIPATI MECCANICAMENTE.....	73
22.2.1 Formazione dei piani di posa.....	73
22.2.2 Formazione dei rilevati.....	74
22.3 RILEVATI E RINTERRI ADDOSSATI A MURATURE – RINTERRI DI CAVI.....	75
22.4 PIANI DI POSA IN TRINCEA.....	76
<i>Art. 23. MALTE – QUALITÀ E COMPOSIZIONE.....</i>	<i>76</i>
23.1 GENERALITÀ.....	76
23.2 COMPOSIZIONE DELLE MALTE.....	77
23.2.1 Malte comuni, idrauliche, cementizie, pozzolaniche – Malte bastarde.....	77
<i>Art. 24. CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI.....</i>	<i>77</i>

24.1 GENERALITÀ.....	77
24.2 CALCESTRUZZI DI MALTA.....	77
24.2.1 Calcestruzzo ordinario.....	77
24.3 CONGLOMERATI CEMENTIZI (CALCESTRUZZI) NORMALI E PESANTI.....	78
24.3.1 Generalità.....	78
24.3.2 Leganti.....	78
24.3.3 Inerti – Granulometria e miscele.....	78
24.3.4 Acqua.....	79
24.3.5 Cloruri.....	79
24.3.6 Additivi.....	79
24.3.7 Aggiunte.....	79
24.3.8 Composizione del conglomerato.....	79
24.3.9 Impasto del conglomerato.....	79
24.3.10 Conglomerati a prestazione garantita.....	80
24.3.11 Conglomerati a composizione.....	80
24.3.12 Conglomerato a composizione normalizzata.....	80
24.3.13 Requisiti di durabilità.....	80
24.3.14 Prelievo dei campioni – Controlli di accettazione.....	82
24.3.15 Preparazione e stagionatura dei provini.....	83
24.3.16 Prove e controlli vari.....	83
24.3.17 Trasporto del conglomerato.....	83
24.4 CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO.....	84
<i>Art. 25. MURATURA DI GETTO IN CONGLOMERATO – CONGLOMERATO A VISTA.....</i>	<i>84</i>
25.1 MURATURA DI GETTO.....	84
25.2 CONGLOMERATO A VISTA.....	85
25.2.1 Generalità.....	85
25.2.2 Contenuto in cemento.....	85
25.2.3 Rapporto acqua-cemento.....	85
25.2.4 Cemento e aggregati.....	85
25.2.5 Disarmanti.....	85
25.2.6 Getto – Maturazione – Disarmo.....	86
25.2.7 Errore di planarità.....	86
25.2.8 Giunti.....	86
<i>Art. 26. OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE.....</i>	<i>86</i>
26.1 GENERALITÀ.....	86
26.2 CLASSI DI QUALITÀ DEL CONGLOMERATO.....	86
26.3 POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO.....	87
26.3.1 Controllo e pulizia dei casseri.....	87
26.3.2 Trasporto del conglomerato.....	87
26.3.3 Getto del conglomerato.....	87
26.3.4 Ripresa del getto.....	87
26.3.5 Vibrazione del conglomerato.....	87
26.3.6 Temperatura del conglomerato.....	88
26.3.7 Getto nella stagione fredda.....	88

26.3.8	Getto nella stagione calda.....	88
26.3.9	Protezione e inumidimento – Stagionatura.....	88
26.3.10	Protezione dalla fessurazione.....	89
26.3.11	Maturazione a vapore.....	89
26.4	DISARMO DEI GETTI DI CONGLOMERATO.....	89
26.4.1	Generalità.....	89
26.4.2	Tempi minimi di disarmo.....	89
26.5	GETTI IN AMBIENTI AGGRESSIVI.....	90
26.6	ACCIAI PER CONGLOMERATI NORMALI.....	90
26.6.1	Regole specifiche.....	90
26.6.2	Ancoraggio delle barre.....	90
26.6.3	Piegatura delle barre.....	90
26.6.4	Copriferro e interferro.....	90
26.6.5	Armature nei pilastri.....	91
Art. 27.	CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE.....	91
Art. 28.	OPERE DA CARPENTIERE.....	91
Art. 29.	OPERE DA CEMENTISTA.....	92
Art. 30.	PROFILI SPECIALI.....	92
Art. 31.	OPERE, STRUTTURE E MANUFATTI IN ACCIAIO O ALTRI METALLI.....	92
31.1	GENERALITÀ.....	92
31.1.1	Accettazione dei materiali.....	92
31.1.2	Modalità di lavorazione.....	92
31.1.3	Modalità esecutive delle unioni.....	93
31.1.4	Montaggio di prova.....	94
31.1.5	Pesatura dei manufatti.....	94
31.1.6	Controllo del tipo e della quantità delle opere – Verifica delle strutture murarie.....	94
31.1.7	Collocamento e montaggio in opera – Oneri connessi.....	94
31.1.8	Verniciatura e zincatura.....	95
Art. 32.	STRUTTURE IN ACCIAIO.....	95
32.1	Generalità.....	95
32.2	Requisiti per la Progettazione e l'Esecuzione.....	95
32.2.1	Spessori limite.....	95
32.2.2	Acciaio incrudito.....	95
32.2.3	Giunti di tipo misto.....	96
32.2.4	Problematiche specifiche.....	96
32.2.5	Apparecchi di appoggio.....	96
32.2.6	Verniciatura e zincatura.....	96
32.2.7	Controlli in Corso di Lavorazione.....	96
32.2.8	Identificazione e Rintracciabilità dei Prodotti Qualificati.....	97
32.2.9	Montaggio.....	97
32.2.10	Prove di Carico e Collaudo Statico.....	98
32.3	Acciaio per calcestruzzo armato.....	98
32.3.1	Caratteristiche dimensionali e di impiego.....	98

32.3.2 Reti e tralicci elettrosaldati.....	98
32.3.3 Controlli di accettazione in cantiere.....	99
32.4 Acciaio per cemento armato precompresso.....	99
32.4.1 Caratteristiche dimensionali e di impiego.....	99
32.4.2 Controlli di accettazione in cantiere.....	100
Art. 33. IMPERMEABILIZZAZIONI IN GENERE.....	101
33.1 GENERALITÀ.....	101
33.2 IMPERMEABILIZZAZIONI STRATIFICATE MULTIPLE.....	101
33.2.1 Generalità.....	101
33.2.2 Caratteristiche dei materiali.....	101
33.2.3 Massa base di bitume (M.B.B.).....	101
33.2.4 Numero complessivo degli strati.....	102
33.2.5 Modalità esecutive degli strati.....	102
33.3 IMPERMEABILIZZAZIONI DIVERSE.....	102
Art. 34. OPERE IN MARMO, PIETRE NATURALI O ARTIFICIALI.....	104
34.1 GENERALITÀ.....	104
34.1.1 Forme – Dimensioni e caratteristiche.....	104
34.1.2 Tolleranze.....	104
34.1.3 Campioni e modelli.....	104
34.1.4 Controlli e corrispondenze.....	104
34.1.5 Protezione dei manufatti – Obblighi in caso di scorporo.....	104
34.1.6 Posa in opera dei manufatti.....	105
Art. 35. CORDOLI PER MARCIAPIEDI – MANUFATTI LAPIDEI STRADALI.....	105
35.1.1 Cordoli in elementi prefabbricati.....	105
35.1.2 Manufatti lapidei stradali. Tipi diversi.....	106
Art. 36. COPERTINE.....	106
Art. 37. DRENAGGI.....	106
37.1 DRENAGGI.....	106
37.1.1 Generalità.....	106
37.1.2 Drenaggi con filtro in geotessile.....	106
Art. 38. TUBAZIONI.....	107
38.1 GENERALITÀ.....	107
38.1.1 Progetto esecutivo.....	107
38.1.2 Tubi, raccordi e apparecchi.....	107
38.1.3 Tracciati e scavi delle trincee.....	107
38.1.4 Preparazione del piano di posa – Massetto.....	108
38.1.5 Scarico dai mezzi di trasporto.....	108
38.1.6 Pulizia dei tubi e accessori.....	108
38.1.7 Posa in opera dei tubi.....	108
38.1.8 Posa in opera dei raccordi, apparecchi e accessori.....	109
38.1.9 Giunzioni in genere.....	109
38.1.10 Protezione esterna delle tubazioni.....	109
38.1.11 Murature di contrasto e di ancoraggio.....	109

38.1.12 Attraversamenti.....	109
38.1.13 Lavaggio e disinfezione delle tubazioni.....	109
38.1.14 Prova delle tubazioni.....	110
38.1.15 Pressioni di prova e collaudo.....	110
38.1.16 Rinterro dei cavi.....	111
38.2 TUBAZIONI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC).....	111
38.2.1 Generalità.....	111
38.2.2 Giunzioni rigide.....	112
38.2.3 Giunzioni elastiche.....	113
38.2.4 Prova idraulica per condotte in pressione.....	113
Art. 39. SEGNALETICA STRADALE.....	113
39.1 GENERALITÀ.....	113
39.2 SEGNALETICA VERTICALE.....	113
39.3 SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	114
39.3.1 Controlli standard prestazionali.....	115
39.3.2 Penali.....	116
Art. 40. STRATI FILTRO IN TELI GEOTESSILE.....	116
Art. 41. SIGILLATURE.....	117
41.1 MODALITÀ DI ESECUZIONE – GENERALITÀ.....	117
41.1.1 Preparazione delle superfici – Primers.....	117
41.1.2 Materiali di riempimento e di distacco.....	118
41.1.3 Modalità di posa.....	118
41.2 CAMPI DI IMPIEGO – APPLICAZIONI PARTICOLARI.....	118
41.2.1 Sigillanti poliuretatici.....	118
41.2.2 Sigillanti polisolfurici.....	118
41.2.3 Sigillanti acrilici.....	118
41.2.4 Nastri sigillanti.....	118
PARTE III^ - MODO DI ESECUZIONE DELLE CATEGORIE DI LAVORO OPERE DI SOVRASTRUTTURA STRADALE PAVIMENTAZIONI DIVERSE.....	120
Art. 42. STRATI DI FONDAZIONE.....	120
42.1 FONDAZIONI IN TERRA STABILIZZATA O MISTO GRANULARE.....	120
42.1.1 Costituzione – Caratteristiche dei materiali.....	120
42.1.2 Modalità di esecuzione.....	121
Art. 43. STRATI DI BASE.....	121
43.1 STRATI DI BASE IN MASSICCIA DI PIETRISCO.....	121
43.1.1 Generalità.....	122
43.1.2 Cilindratura.....	122
43.2 STRATI DI BASE IN MISTO GRANULARE.....	123
43.3 STRATI DI BASE IN MISTO BITUMATO (BASE COURSE).....	123
43.3.1 Caratteristiche degli inerti.....	123
43.3.2 Leganti – Caratteristiche della miscela.....	124
43.3.3 Confezione e posa in opera.....	125

<i>Art. 44. STRATI DI PAVIMENTAZIONE.....</i>	<i>125</i>
44.1 PREPARAZIONE DELLE CARREGGIATE.....	125
44.2 TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI ESEGUITI CON EMULSIONI BITUMINOSE.....	126
44.3 TRATTAMENTO SUPERFICIALE CON BITUME A CALDO.....	126
44.4 STRATO DI COLLEGAMENTO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO (BINDER COURSE).....	126
44.4.1 Generalità – Normativa di riferimento.....	126
44.4.2 Caratteristiche degli inerti.....	127
44.4.3 Leganti – Caratteristiche della miscela.....	128
44.4.4 Identificazione.....	129
44.4.5 Marcatura ed etichettatura CE.....	129
44.4.6 Confezione e posa in opera.....	130
44.5 STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO (SURFACE COURSE).....	131
44.5.1 Generalità – Normativa di riferimento.....	131
44.5.2 Caratteristiche degli inerti.....	131
44.5.3 Leganti – Caratteristiche della miscela.....	132
44.5.4 Confezione e posa in opera.....	132
44.5.5 Attivanti dell'adesione.....	133
44.5.6 Strati a usura differenziata.....	133
44.5.7 Strati di usura con aggregato sintetico chiaro.....	133
<i>Art. 45. RAPPEZZI LOCALIZZATI.....</i>	<i>133</i>
<i>Art. 46. PAVIMENTAZIONI A ELEMENTI.....</i>	<i>133</i>
46.1 PAVIMENTAZIONI IN MASSELLI DI CALCESTRUZZO.....	133
<i>Art. 47. PAVIMENTAZIONI DI MARCIAPIEDI – CORDOLI.....</i>	<i>136</i>
47.1 PAVIMENTAZIONI A ELEMENTI.....	136
47.1.1 Pavimentazione in pietrini di cemento.....	136
47.2 PAVIMENTAZIONI CONTINUE.....	136
47.2.1 Pavimentazione in asfalto colato.....	136
47.2.2 Pavimentazione in battuto di cemento.....	137
47.3 CORDOLI.....	137
<i>Art. 48. POSA DI ARREDO URBANO.....</i>	<i>137</i>
APPENDICE A – NORME GENERALI DI ESECUZIONE - IMPIANTI VARI.....	138
<i>Art. 49. OPERE PROVVISORIALI - MACCHINARI E MEZZI D'OPERA.....</i>	<i>138</i>
<i>Art. 50. INDAGINI E RILIEVI GEOGNOSTICI.....</i>	<i>138</i>
50.1 GENERALITÀ.....	138
50.2 INDAGINI IN SITO.....	138
50.2.1 Tipo, tecnica e profondità.....	138
50.2.2 Prelievo dei campioni.....	138
50.3 INDAGINI E PROVE – RELAZIONE.....	138
<i>Art. 51. AZIONI E CARICHI SULLE OPERE E COSTRUZIONI IN GENERE.....</i>	<i>139</i>
51.1 GENERALITÀ.....	139
51.1.1 Carichi permanenti.....	139
51.1.2 Sovraccarichi accidentali.....	139

<i>Art. 52. STRUTTURE, OPERE E IMPIANTI IN GENERALE - MODALITÀ DI STUDIO, PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE</i>	139
52.1 GENERALITÀ.....	139
52.1.1 Produzione degli elaborati – Direzione tecnica.....	140
52.1.2 Responsabilità dell'Appaltatore.....	140
52.1.3 Denuncia dei lavori.....	140
52.1.4 Casi di denuncia non dovuta.....	141
52.1.5 Documenti in cantiere – Giornale dei lavori.....	141
52.1.6 Relazione a struttura ultimata.....	141
52.1.7 Collaudo statico.....	141
52.2 STRUTTURE E OPERE IN FONDAZIONE – CONDOTTE.....	141
52.2.1 Studio e progetto delle fondazioni.....	142
52.2.2 Stabilità e cedimenti del terreno di fondazione.....	142
52.2.3 Stabilità e resistenza delle condotte.....	142
52.3 STRUTTURE E OPERE IN ELEVAZIONE – IMPIANTI.....	142
52.3.1 Studio e progetto delle strutture.....	142
52.3.2 Studio e progetto degli impianti.....	143
52.3.3 Garanzia degli impianti.....	143
<i>Art. 53. OPERE DI FOGNATURA</i>	143
53.1 GENERALITÀ.....	143
53.1.1 Osservanza del Capitolato e delle norme e disposizioni ufficiali.....	143
<i>Art. 54. OPERE STRADALI</i>	144
54.1 GENERALITÀ.....	144
54.1.1 Elementi integrativi.....	144
54.1.2 Definizioni.....	144
<i>Art. 55. OPERE D'ARTE</i>	144
55.1 GENERALITÀ.....	144
55.2 OPERE DI RACCOLTA E ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE.....	144
55.2.1 Cunette di piattaforma.....	145
55.2.2 Drenaggio del cassonetto.....	145
55.2.3 Scivoli e pozzetti.....	145
55.2.4 Tombini.....	145
55.2.5 Opere minori di attraversamento.....	146
55.2.6 Opere di difesa dalle acque sotterranee e di percolamento.....	146
<i>Art. 56. SOVRASTRUTTURA STRADALE</i>	146
ELEMENTI STRUTTURALI	147
QUALITA' DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI	147
<i>Art. 57. NORME GENERALI - IMPIEGO ED ACCETTAZIONE DEI MATERIALI</i>	147
<i>Art. 58. ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO</i>	147
<i>Art. 59. MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE</i>	148
<i>Art. 60. ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO</i>	149
<i>Art. 61. MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO</i>	150

61.1 OCCUPAZIONE, APERTURA E SFRUTTAMENTO DELLE CAVE.....	150
Art. 62. OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO.....	150
62.1 Generalità.....	150
62.1.1 Impasti di Calcestruzzo.....	150
62.1.2 Controlli sul Calcestruzzo.....	151
62.1.3 Resistenza al Fuoco.....	151
62.2 Norme per il cemento armato normale.....	151
62.2.1 Armatura delle travi.....	151
62.2.2 Armatura dei pilastri.....	151
62.2.3 Copriferro e interferro.....	152
62.2.4 Ancoraggio delle barre e loro giunzioni.....	152
62.3 Norme ulteriori per il cemento armato precompresso.....	152
62.3.1 Esecuzione delle opere in calcestruzzo armato precompresso.....	153
62.4 Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso.....	153
62.5 Calcestruzzo di aggregati leggeri.....	154
Art. 63. COMPONENTI PREFABBRICATI IN C.A. E C.A.P.....	154
63.1 Generalità.....	154
63.2 Documenti di accompagnamento.....	154
Art. 64. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI.....	155
Art. 65. NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI.....	156
65.1 NORME GENERALI.....	156
65.1.1 Generalità.....	156
65.1.2 Contabilizzazione dei lavori a corpo e/o a misura.....	156
65.1.3 Lavori in economia.....	156
65.1.4 Contabilizzazione delle varianti.....	157
65.2 Scavi in Genere.....	157
65.3 Rilevati e Rinterri.....	157
65.4 Calcestruzzi.....	158
65.5 Conglomerato Cementizio Armato.....	158
65.6 Trasporti.....	158
Art. 66. ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI.....	158
Art. 67. CARATTERISTICHE STRUTTURALI.....	159
67.1 DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE.....	159
67.2 STRUTTURE IN C.A.....	159
67.3 PRESCRIZIONI SUI MATERIALI.....	159

PRESCRIZIONI TECNICHE

PRESCRIZIONI GENERALI — PROVE

Art. 1. CONDIZIONI DI ACCETTAZIONE

1.1 GENERALITÀ

I materiali, i manufatti e le forniture in genere da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere i requisiti stabiliti dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alle specifiche norme indicate nel presente Capitolato o negli altri atti contrattuali. Essi inoltre, se non diversamente prescritto o consentito, dovranno rispondere alle specificazioni tecniche dei relativi Enti di unificazione e normazione (UNI, EN, ISO, CEI, ecc.) con la notazione che ove il richiamo del presente testo fosse indirizzato a norme ritirate o sostituite, la relativa valenza dovrà ritenersi rispettivamente prorogata (salvo diversa specifica) o riferita alla norma sostitutiva. Si richiamano peraltro, espressamente, le prescrizioni degli artt. 15, 16 e 17 del Capitolato Generale d'Appalto.

Potranno essere impiegati materiali e prodotti conformi ad una norma armonizzata o ad un benestare tecnico europeo come definiti dal Regolamento Europeo 305/2011, ovvero conformi a specifiche nazionali dei Paesi della Comunità Europea, qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali allegati alla citata direttiva. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture provverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la corrispondenza ai requisiti prescritti.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o dalla Direzione Lavori sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera, e sulle forniture in genere. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme UNI, UNI EN, ecc. verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali abbiano ad avere, durante il corso dei lavori, le medesime caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione. Pertanto, qualora in corso di coltivazione di cave o di esercizio di fabbriche, stabilimenti, ecc. i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare e si presentasse quindi la necessità di cambiamenti nell'approvvigionamento, nessuna eccezione potrà accampare l'Appaltatore, né alcuna variazione di prezzi, fermi restando gli obblighi di cui al primo capoverso.

Le provviste non accettate dalla Direzione dei lavori, in quanto ad insindacabile giudizio non riconosciute idonee, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore, e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti. Lo stesso resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che l'Amministrazione si riserva in sede di collaudo finale.

1.2 MARCHIO CE

Nel caso in cui i materiali da costruzione debbano garantire il rispetto di uno o più requisiti essenziali di cui all'allegato A del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 (come modificato e integrato da D.P.R. n. 499/1997), gli stessi dovranno essere dotati di marcatura CE. Tale marcatura sarà indice di:

- conformità alle norme nazionali che recepiscono norme armonizzate (i cui estremi sono riportati nella G.U.C.E. e nella G.U.R.I.) ⁽¹⁾;

⁽¹⁾Le norme nazionali che recepiscono norme armonizzate diventano cogenti a seguito di pubblicazione del relativo numero sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana, a norma del comma 4, art. 6, del D.P.R. n. 246/1993, e dalla data stabilita in detta Gazzetta in rapporto al periodo di coesistenza con eventuale analogia normativa nazionale.

- conformità, nel caso non esistano norme armonizzate, alle norme nazionali riconosciute dalla Commissione a beneficiare della presunzione di conformità;
- conformità al “*Benestare tecnico europeo*” di cui all’art. 5 del citato D.P.R..

L’*Attestato di conformità*”, presupposto base per l’apposizione della marcatura “CE”, potrà assumere la tipologia di “Certificato di conformità” rilasciato da un organismo riconosciuto o di “Dichiarazione di conformità” rilasciata dallo stesso fabbricante. In entrambi i casi comunque l’attestato dovrà contenere gli elementi di cui all’art. 10 dello stesso decreto.

1.3 CAM

Sono integralmente richiamate le disposizioni normative relative ai CAM, rif. art. 71. L’Appaltatore si obbliga al pieno rispetto delle prescrizioni e pattuizioni di cui ai CAM, con particolare riferimento al rispetto delle specifiche tecniche dei materiali e alla documentazione necessaria ai fini dimostrativi.

1.4 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

I materiali ed i prodotti per uso strutturale dovranno rispondere ai requisiti indicati al Paragrafo II delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” approvate con D.M. 17 gennaio 2018 ⁽²⁾. In particolare dovranno essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- qualificati sotto la responsabilità dello stesso, secondo le procedure applicabili;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione. In particolare, per quanto riguarda l’identificazione, potranno configurarsi i seguenti casi:
 - A. Materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla G.U.U.E. Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere sarà possibile soltanto se in possesso della marcatura CE.
 - B. Materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata (ovvero ricada nel periodo di coesistenza), per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure di cui al D.M. 17 gennaio 2018.
 - C. Materiali e prodotti per uso strutturale innovativi e comunque non ricadenti nelle superiori tipologie, per i quali la marcatura CE potrà fare riferimento alla conformità ad un benessere tecnico europeo (ETA) o a certificazione di idoneità tecnica rilasciata dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio superiore dei LL.PP.

Per i materiali e prodotti recanti la marcatura CE sarà onere del Direttore dei lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il certificato ovvero la dichiarazione di conformità alla parte armonizzata dalla specifica norma europea ovvero allo specifico benessere tecnico europeo. 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 dal Servizio Tecnico Centrale del C.S.L.L.

1.5 MATERIALI E PRODOTTI PERICOLOSI

Ai sensi del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. sulla salute e sicurezza dei lavoratori, i materiali ed i prodotti pericolosi (pitture, vernici, impregnanti, malte particolari, ecc.) dovranno essere corredati, da parte del produttore, di apposita “*Scheda informativa di sicurezza*”.

1.6 SCORPORO DALL’APPALTO

L’Amministrazione si riserva la facoltà di scorporare dall’appalto determinati materiali e forniture, senza che per questo l’Appaltatore possa avanzare richieste di speciali compensi, sotto qualunque titolo.

²(²) Per il D.M. 14 gennaio 2008 si richiama tutta la normativa correlata quale ad oggi le Leggi 28 febbraio 2008, n. 31, 24 giugno 2009, n. 77 e le Circolari Ministero Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, 5 agosto 2009 e 22 dicembre 2009.

Art. 2. MATERIALI NATURALI, DI CAVA E ARTIFICIALI

2.1 ACQUA

Dovrà essere dolce, limpida, scevra di materie terrose od organiche e non aggressiva. Avrà un pH compreso tra 6 e 8 ed una torbidezza non superiore al 2%. Per gli impasti cementizi non dovrà presentare tracce di sali in percentuali dannose ed in particolare: cloruri (Cl-) in concentrazione superiore a 500 mg/l per cementi armati precompressi e malte di iniezione, a 1000 mg/l per cementi armati ordinari ed a 4500 mg/l per cementi non armati; solfati (SO₄²⁻) in percentuali superiori a 2000 mg/l (prove 6.1.3. UNI EN 1008). Il contenuto di sodio equivalente dovrà essere ≤ 1500 mg/l e la concentrazione di sostanze chimiche (zucchero, fosfati, nitrati, piombo) conforme al Prospetto 3 della norma citata. Infine il tempo di presa dei provini dovrà essere conforme a quanto previsto al punto 4.4 della norma.

È vietato l'impiego di acqua di mare, salvo esplicita autorizzazione (nel caso, con gli opportuni accorgimenti per i calcoli di stabilità). Tale divieto rimane tassativo ed assoluto per i calcestruzzi armati ed in genere per tutte le strutture inglobanti materiali metallici soggetti a corrosione. Di contro l'impiego di acqua potabile non sarà soggetto ad alcuna analisi preventiva.

2.2 AGGREGATI PER MALTA

2.2.1 Generalità

Saranno ritenuti idonei alla produzione di malte gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali (con esclusione, se non diversamente consentito, di materiali provenienti da processi di riciclo), conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 13139 (Aggregati per malta).

Gli aggregati dovranno essere assolutamente scevri di materie terrose ed organiche (v. punto 7.4 della norma), essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, stridenti al tatto e dovranno provenire, se naturali, da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Ove necessario saranno lavati con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive.

2.2.2 Termini e definizioni

Ai fini della norma superiormente riportata, si applicano i termini e le definizioni seguenti:

- *Dimensione dell'aggregato*: descrizione dell'aggregato come dimensioni dello staccio inferiore (*d*) e superiore (*D*);
- *Aggregato grosso*: aggregato la cui dimensione superiore $D \geq 4 \text{ mm}$ e la cui dimensione inferiore $d \geq 2 \text{ mm}$;
- *Aggregato fine*: aggregato la cui dimensione superiore $D \geq 4 \text{ mm}$;
- *Fini*: frazione granulometrica di aggregato passante allo staccio di 0,063 mm;
- *Filler*: aggregato, in maggior parte passante allo staccio di 0,063 mm, aggiungibile ai materiali da costruzione per conferire determinate proprietà.

2.2.3 Granulometria

La granulometria degli aggregati, da determinarsi in conformità della UNI EN 933-1, dovrà soddisfare i requisiti di cui al punto 5 della norma della quale si riportano, nella Tab. 4, i limiti di sopra e sottovaglio. Gli aggregati per malte da muratura (sabbie) saranno in genere costituiti da grani di dimensioni tali da

TAB. 4 - Aggregati per malte. Limiti di sopravaglio e sottovaglio

DIMENSIONI AGGREGATO	Limiti per la percentuale in massa del passante				
	Sopravaglio			Sottovaglio	
	2 <i>D</i>	1,4 <i>D</i>	<i>D</i>	<i>d</i>	0,5 <i>d</i>
0/1	100	da 95 a 100	da 85 a 99	-	-
0/2	100	da 95 a 100	da 85 a 99	-	-
0/4	100	da 95 a 100	da 85 a 99	-	-
0/8	100	da 98 a 100	da 90 a 99	-	-
2/4	100	da 95 a 100	da 85 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5
2/8	100	da 98 a 100	da 85 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5

passare attraverso lo staccio 2 UNI EN 933-2; quelli per intonaci, stuccature, murature da paramento ed in pietra da taglio da grani passanti allo staccio 0,5 UNI EN 933-2.

Il contenuto dei fini, da determinarsi in conformità della UNI EN 933-1, non dovrà superare i limiti del Prospetto 4 della norma.

La granulometria dei filler, da determinarsi in conformità della UNI-EN 933-10, dovrà soddisfare i limiti specificati nel Prospetto 3 della norma, parzialmente riportato nella Tab. 5.

TAB. 5 - Filler. Requisiti granulometrici

DIMENSIONI STACCIO mm	Percentuale passante in massa
	Limiti per risultati singoli
2	100
0,125	da 85 a 100
0,063	da 70 a 100

2.2.4 Requisiti fisici e chimici

I requisiti fisici e chimici degli aggregati saranno conformi alle prescrizioni di progetto e verranno stabiliti con le modalità di cui ai punti 6 e 7 della norma. In particolare: il contenuto di ioni cloro idrosolubile non dovrà superare lo 0,15% (v. Appendice D) per la malta non armata e lo 0,06% per le malte contenenti elementi metallici (v. UNI EN 206-1, UNI EN 998-2, UNI EN 1744-1); il contenuto di zolfo totale dell'aggregato e dei filler, determinato in conformità della UNI EN 1744-1, non dovrà superare l'1% in massa per aggregati naturali ed il 2% in massa per scorie d'alto forno raffreddate in aria. Per quanto riguarda la durabilità e la reattività alcali-silice degli aggregati si rimanda al punto 7.6 ed all'Appendice D della norma.

2.2.5 Designazione e descrizione

Gli aggregati per malta ed i filler devono essere designati come di seguito: a) provenienza (nome della cava e del punto di estrazione); b) tipo di aggregato (indicazione petrografica o nome commerciale); c) numero della norma; d) dimensione nominale.

Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA) AGGREGATI	Dichiarazione	
Forma, dimensione e massa volumica dei granuli	Dimensione dell'aggregato	Si
	Granulometria	Si
	Forma dei granuli	Si/NPD
Pulizia	Massa volumica dei granuli	Si
	Contenuto in conchiglie	Si/NPD
Composizione e contenuto	Fini	Si
	Cloruri	Si
	Solfato solubile in acido	Si
	Zolfo totale	Si
	Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento della malta	Si
Stabilità di volume (applicabile solo per aggregati industriali)	Materiale idrosolubile	Si
Assorbimento di acqua	Assorbimento di acqua	Si
Sostanze pericolose: Emissione di radioattività (per aggregati derivanti da fonti radioattive destinati a calcestruzzo per edifici) Rilascio di metalli pesanti Rilascio di carbonio poliaromatico Rilascio di altre sostanze pericolose	Conoscenza delle materie prime Gestione della produzione	(1)
Durabilità al gelo/disgelo	Resistenza al gelo/disgelo	Si/NPD
Durabilità alla reazione alcali-silice	Reattività ai silice	Si

TAB. 6 a - Aggregati per malta UNI EN 13139. Aggregati. Caratteristiche armonizzate (D.M. 11/04/2007, AII. 3)

TAB. 6 b - Aggregati per malta UNI EN 13139. Filler. Caratteristiche armonizzate (D.M. 11/04/2007, AII. 3)

Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA) FILLER	Dichiarazione	
Forma, dimensione e massa volumica dei granuli	Dimensione dell'aggregato	Si
	Granulometria	Si
	Forma dei granuli	Si/NPD
	Massa volumica dei granuli	Si
Composizione e contenuto	Cloruri	Si
	Solfato solubile in acido	Si
	Zolfo totale	Si
	Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento della malta	Si
	Contenuto in conchiglie	Si/NPD
Pulizia	Fini	Si/NPD
Perdita al fuoco (solo per generi) (applicabile solo ad aggregati industriali)	Perdita al fuoco	Si
Assorbimento di acqua	Assorbimento di acqua	Si
Rilascio di altre sostanze pericolose	Conoscenza delle materie prime Gestione della produzione	(68)
Durabilità al gelo/disgelo	Resistenza al gelo/disgelo	Si/NPD

2.2.6 Marcatura ed etichettatura – Marcatura CE


Ogni consegna di aggregati dovrà essere accompagnata da una bolla numerata, emessa da o per conto del produttore, nella quale sia dichiarato: a) provenienza; b) regione/luogo di produzione; c) data di consegna; designazione; e) se richiesto, massa volumica dei granuli e contenuto massimo di cloruro; marcatura CE se necessario.

Il simbolo di marcatura CE, deve figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento (es. bolla di consegna) e deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:

- numero di identificazione dell'ente di certificazione (solo per i prodotti sotto il sistema 2+);
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;

- ultime due cifre dell'anno di affissione della marcatura CE; numero del certificato del controllo di produzione di fabbrica (solo per i prodotti sotto sistema 2+); riferimento alla UNI EN 13139;
- descrizione ed impiego previsto del prodotto;
- informazioni sulle caratteristiche essenziali, elencate nel prospetto ZA.1a o nel prospetto ZA.1b.

TAB. 6 c - Marcatura CE per aggregati per malte sotto il sistema 2+. Esempio di informazioni

 <p>01234 (1)</p> <p>Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050 (2)</p> <p>02 (3)</p> <p>0123-CPD-0456 (4)</p> <p>EN 13139</p> <p>Aggregati per malte</p>	Forma dei granuli Valore dichiarato (F1)	Stabilità di volume Limite di soglia passa/non passa (% WS)
	Dimensione dei granuli Classificazione (dD)	Assorbimento di acqua Valore dichiarato (WA)
	Massa volumica dei granuli Valore dichiarato (Mg/m ³)	Emissione di radioattività Valori dichiarati come richiesto
	Pulizia Valore dichiarato (SC)	Rilascio di metalli pesanti Limiti di soglia validi sul posto d'impiego
	Contenuto in conchiglie Valore dichiarato (MS, SE)	Rilascio di carbonio poliaromatico per esempio Sostanza X: 0,2 µm ³
Qualità dei fini Limite di soglia passa/non passa e Categoria	Rilascio di altre sostanze pericolose Valore dichiarato (Foppure MS)	
Composizione/contenuto Valore dichiarato (% C)	Durabilità al gelo-disgelo Valore dichiarato come richiesto	
Cloruri Categoria (per esempio AS ₂₁) (% S)	Durabilità alla reattività alcali-silice Valore dichiarato come richiesto	
Solfati solubili in acido Limite di soglia passa/non passa		
Zolfo totale Limite di soglia passa/non passa		
Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento della malta Limite di soglia passa/non passa (tempo di presa in minuti e resistenza a compressione S%)		

2.2.7 Sistema di attestazione di conformità

I sistemi di attestazione di conformità per gli aggregati e filler per malte saranno, conformemente ai prospetti ZA 2a e ZA 2b della norma UNI EN 13139, del tipo "2+" per materiali ove siano richiesti alti requisiti di sicurezza e del tipo "4" ove tali requisiti non siano richiesti.

2.3 AGGREGATI PER CALCESTRUZZO

2.3.1 Generalità

Saranno ritenuti idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali (con esclusione, ove non diversamente consentito, di materiali provenienti da processi di riciclo) rispondenti alle prescrizioni di cui al paragrafo 11.1.9.2 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" e conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 12620 (Aggregati per calcestruzzo).

I materiali naturali dovranno essere costituiti da elementi omogenei, provenienti da rocce compatte, resistenti, non gessose o marnose, né gelive. Tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili e quelle rivestite da incrostazioni.

I pietrischi e le graniglie dovranno provenire dalla frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o di calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione ed al gelo. Saranno a spigolo vivo, scevri di materie terrose, sabbia e comunque materie eterogenee ed organiche.

La granulometria degli aggregati sarà in genere indicata dal progetto o dalla Direzione dei lavori in base alla resistenza, alla destinazione dei getti ed alle modalità di posa in opera dei calcestruzzi. In ogni caso la dimensione massima degli elementi, per le strutture armate, non dovrà superare il 60% dell'interferro e, per le strutture in generale, il 25% della minima dimensione strutturale. È prescritto inoltre che per getti di fondazione o di forte spessore gli elementi di dimensione massima risultino passanti allo staccio con maglie di 63 mm. Sarà assolutamente vietato l'impiego di sabbia marina.

2.3.2 Granulometria

La granulometria dell'aggregato, determinata in conformità alla UNI EN 933-1, dovrà soddisfare i requisiti di cui al punto 4.3 della UNI EN 12620 della quale si riporta, in parte, il Prospetto 2. Le dimensioni di un

aggregato sono specificate da una coppia di stacci di cui al Prospetto 1 della norma scelti tra le tre serie previste (e separate), con la notazione che tali dimensioni devono avere $D/d \geq 1.4$.

2.3.3 Forma dell'aggregato (a.g.)

La forma dell'aggregato grosso sarà determinata in termini di *indice di appiattimento* (come specificato dalla UNI EN 933-3) e di *indice di forma* (come specificato dalla UNI EN 934-4) e riferite alle rispettive categorie "FI" e "SI" di cui ai Prospetti 8 e 9 della UNI EN 12620.

TAB. 7 - Requisiti generali di granulometria secondo UNI EN 12620

AGGREGATO	DIMENSIONE	Percentuale passante in massa					Categoria G'
		2 D	1,4 D	D	d	d/2	
Grosso	$D/D \leq 2$ o $D \leq 11,2$ mm	100 100	da 98 a 100 da 98 a 100	da 85 a 99 da 80 a 99	da 0 a 20 da 0 a 20	da 0 a 5 da 0 a 5	$G_C85/20$ $G_C80/20$
	$D/D \geq 2$ o $D \geq 11,2$ mm	100	da 98 a 100	da 90 a 99	da 0 a 15	da 0 a 5	$G_C90/15$
Fine	$D \leq 4$ mm e $d=0$	100	da 95 a 100	da 85 a 99			G_F85
Naturale 0/8	$D = 8$ mm e $d=0$	100	da 98 a 100	da 90 a 99			$G_{N4}90$
Misto	$D \leq 45$ mm e $d=0$	100 100	da 98 a 100 da 98 a 100	da 90 a 99 da 85 a 99			G_A90 G_A85

2.3.4 Resistenza alla frantumazione (a.g.)

La resistenza alla frantumazione dell'aggregato grosso sarà specificata con riferimento al coefficiente "Los Angeles" (categoria "LA") ed al valore d'urto (categoria "SZ") di cui ai Prospetti 12 e 13 della norma superiormente citata, con metodo di prova secondo UNI EN 1097-2.

2.3.5 Resistenza all'usura (a.g.)

Ove richiesta, la resistenza all'usura dell'aggregato grosso (coefficiente micro-Deval MDE) sarà determinata in conformità alla UNI EN 1097-1 e specificata con riferimento al Prospetto 14 della UNI EN 12620.

2.3.6 Resistenza alla levigabilità e all'abrasione (a.g.)

Ove richiesta (per calcestruzzi destinati a strati di usura nelle pavimentazioni stradali), la resistenza alla levigabilità (valore di levigabilità "VL") ed all'abrasione (valore dell'abrasione "AAV") dell'aggregato grosso sarà determinata secondo UNI EN 1097-8 e riferita ai Prospetti 15 e 16 della UNI EN 12620.

2.3.7 Riferimento a norme UNI

Al fine di individuare i limiti di accettazione delle caratteristiche tecniche degli aggregati, utile riferimento potrà comunque essere fatto anche alle norme sotto riportate delle quali, nella Tab. 8, si riporta una sintesi.

UNI 8520-1 - Aggregati per calcestruzzo. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 – Parte 1: Designazione e criteri di conformità.

UNI 8520-2 - Idem. – Parte 2: Requisiti.

TAB. 8 - Aggregati per confezione di calcestruzzi. Requisiti e limiti di accettazione secondo UNI 8520-2

Caratteristica	CATEGORIA		Metodo di prova UNI 8520	Caratteristica	CATEGORIA		Metodo di prova UNI 8520
	A	B			A	B	
	Valori limite				Valori limite		
Esame petrografico	Assenza di gesso, anidride, silice amorfa. Miche e scisti xillini come minerali accessori ≤ 1%	Accettata silice amorfa solo come impurità. Miche e scisti xillini come minerali accessori: ≤ 2%	Parte 4 ^a	Resistenza a compressione	$R \geq 100 \text{ N/mm}^2$	$R \geq 80 \text{ N/mm}^2$	Parte 17 ^a
Contenuto di solfati		$\text{SO}_3 \leq 0,20\%$	Parte 11 ^a	Coefficienti di forma e di appiattimento	$C_f \geq 0,15$ ($D_{\text{max}} = 32 \text{ mm}$) $C_f \geq 0,12$ ($D_{\text{max}} = 64 \text{ mm}$)	–	Parte 18 ^a
Contenuto di cloruri solubili	$\text{Cl}^- \leq 0,05\%$	$\text{Cl}^- \leq 0,10\%$	Parte 12 ^a	Perdita di massa per urto e rotolamento	$LA \leq 30\%$ coefficiente di abrasione "Los Angeles".	$LA \leq 40\%$	Parte 19 ^a
Massa volumica e assorbimento superficiale	$MV \geq 2400 \text{ kg/m}^3$ Ass. ≤ 5% per calcestruzzi impermeabili	$MV \geq 2200 \text{ kg/m}^3$ Ass. ≤ 10%	Parte 13 ^a e 16 ^a	Resistenza ai cicli di gelo e disgelo	$\Delta LA \leq 4\%$ dopo 20 cicli.	–	Parte 20 ^a
Equivalente in sabbia e valore di blu	$ES \geq 80$ $VB \leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini	$70 \leq ES \leq 80$ $VB \leq 1,0 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini.	Parte 15 ^a	Potenziale reattività in presenza di alcali	Espansione dei prismi di malta ≤ 0,08% a 3 mesi ≤ 0,10% a 6 mesi		Parte 22 ^a

2.3.8 Designazione, marcatura ed etichettatura

Per quanto riguarda la designazione, gli aggregati dovranno essere indicati come di seguito:

- Origine, produttore ed eventuale deposito;
- Tipo (v. UNI EN 932-3) e dimensione dell'aggregato.

Per quanto riguarda la marcatura e l'etichettatura, la bolla di consegna dovrà contenere le seguenti informazioni:

- Designazione e data di spedizione;
- Numero di serie della bolla e il riferimento alla norma UNI EN 12620.

Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA) AGGREGATI		Dichiarazione
Forma, dimensione e massa volumica dei granuli	Dimensione dell'aggregato	SI
	Granulometria	SI
	Forma dell'aggregato grosso	SI/NPD
Pulizia	Massa volumica dei granuli e assorbimento acqua	SI
	Contenuto in conchiglie nell'aggregato grosso	SI/NPD
Resistenza alla frammentazione/frantumazione	Polveri	SI
	Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	SI (75)
Resistenza alla levigabilità/abrasione/usura	Resistenza alla usura dell'aggregato grosso	SI (76)
	Resistenza alla levigabilità	SI/NPD
	Resistenza all'abrasione superficiale	SI (77)
	Resistenza all'abrasione da pneumatici chiodati	SI/NPD
Composizione/contenuto	Cloruri	SI
	Solfato solubile in acido	SI
	Zolfo totale	SI
	Componenti che alterano la velocità di presa e di indurimento del calcestruzzo	SI
	Contenuto di carbonato negli aggregati fini per strati di usura delle pavimentazioni di calcestruzzo	SI

TAB. 9 a - Aggregati per calcestruzzo. Aggregati UNI EN 12620. Caratteristiche armonizzate (D.M. 11/04/2007, All. 3)

TAB. 9 b - Aggregati per calcestruzzo. Filler UNI EN 12620. Caratteristiche armonizzate (D.M. 11/04/2007, All. 3)

Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA) AGGREGATI		Dichiarazione
Stabilità di volume	Stabilità di volume-ritiro per essiccamento	SI/NPD
	Costituenti che influenzano la stabilità di volume della scoria d'altoforno raffreddata in aria	SI/NPD
Assorbimento di acqua	Massa volumica dei granuli e assorbimento di acqua	SI
Sostanze pericolose: Emissione di radioattività (per aggregati derivanti da fonti radioattive destinati a calcestruzzo per edifici) Rilascio di metalli pesanti Rilascio di carbonio poliaromatico Riliscio di altre sostanze pericolose	Conoscenza delle materie prime Gestione della produzione	(78)
Durabilità al gelo/disgelo	Resistenza al gelo/disgelo	SI/ (75)
Durabilità alla reazione alcali-silice	Reattività alcali-silice	SI


Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA) FILLER		Dichiarazione
Finezza/granulometrica e massa volumica dei granuli	Filler	SI
	Massa volumica dei granuli e assorbimento di acqua	SI
Composizione/contenuto	Cloruri	SI
	Solfato solubile in acido	SI
	Zolfo totale	SI
	Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento del calcestruzzo	SI
	Polveri	SI
Stabilità di volume	Stabilità di volume-ritiro per essiccamento	SI/NPD
	Costituenti che influenzano la stabilità di volume della scoria d'altoforno raffreddata in aria	SI
Riliscio di altre sostanze pericolose	Conoscenza delle materie prime Gestione della produzione	(78)
Durabilità al gelo/disgelo	Resistenza al gelo/disgelo dell'aggregato grosso	SI/NPD

2.3.9 Marcatura ed etichettatura CE

Per la marcatura CE e l'etichettatura v. quanto riportato nell'Appendice ZA.3 della norma UNI EN 12620. Il simbolo di marcatura CE dovrà figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di

accompagnamento (es. bolla di consegna) e dovrà essere accompagnato da informazioni del tipo di quelle riportate al precedente punto (v. Tab. 9 c).

TAB. 9 c - Marcatura CE per aggregati per calcestruzzi sotto il sistema 2+. Esempio di informazioni

	Forma dei granuli Granulometria Massa volumica dei granuli Pulizia Qualità delle polveri	Valore dichiarato Designazione Valore dichiarato Passa/non passa rispetto al valore di soglia Categoria	(%) (d/D) (Mg/m ³) (%) (MR, SE) (per esempio SC ₁₀) (LA ₁)	Contenuto di carbonato Stabilità di volume Ritiro per essiccamento Assorbimento di acqua Emissione di radioattività	Valore dichiarato (%) CO ₂ Passa/non passa rispetto al valore di soglia (%) WS Valore dichiarato (%) WA Valori dichiarati come richiesto
	Contenuto di conchiglie Resistenza alla frammentazione/frantumazione Resistenza alla levigabilità Resistenza all'abrasione Resistenza all'usura	Categoria Categoria Categoria Categoria	(FSV ₅₀) (AA ₁₀ , A ₃₀) (A ₆₋₂₀)	Rilascio di metalli pesanti Rilascio di idrocarburi poliaromatici Rilascio di altre sostanze pericolose	Valori di soglia validi sul posto di impiego per esempio Sostanza X, 0,2 µm ³
	Composizione/contenuto Cloruri Solfati solubili in acido Zolfo totale	Valore dichiarato Categoria Passa/non passa rispetto al valore di soglia Passa/non passa rispetto al valore di soglia	(%) C (per esempio AS ₂) (%) S (Tempo di presa in minuti e resistenza a compressione S%)	Durabilità al gelo/disgelo Durabilità alla reazione alcali-silice	Valore dichiarato Valore dichiarato come richiesto (%) MS
	Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento del calcestruzzo				(1) Numero di identificazione dell'ente di ispezione (2) Nome o marchio identificativo ed indirizzo del produttore (3) Ultime due cifre dell'anno in cui è stata applicata la marcatura (4) Numero del certificato CE

2.3.10 Sistema di attestazione

Il sistema di attestazione degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/93, seguirà le indicazioni riportate nella seguente tabella:

TAB. 10 - Aggregati per calcestruzzi. Sistema di attestazione della conformità

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità (79)
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620-13055	Calcestruzzo strutturale	2+
	Uso non strutturale	4

2.4 AGGREGATI PER SOVRASTRUTTURE STRADALI – GENERALITÀ

Quando per gli strati di fondazione o di base della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava o di frantoio o altro materiale, questo dovrà essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, né plasticizzabile), nonché privo di radici e di sostanze organiche.

La granulometria del materiale, qualora diversa dalle prescrizioni del presente Capitolo, sarà indicata dalla Direzione dei lavori o dall'Elenco. Il limite liquido (LL) del materiale (Atterberg), per la frazione con D_{max} ≥ 4 mm, dovrà essere comunque non maggiore di 25 e l'indice di plasticità (IP) di 6 (4÷9 per gli strati di base). L'indice C.B.R: dovrà avere un valore non minore di 50. Per l'accettazione del materiale dovrà farsi riferimento ai "Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali" di cui alle Norme C.N.R. 139/1992 ed in ogni caso, specie per le prescrizioni più ristrette, alle seguenti norme di unificazione:

- UNI EN 13242 - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade;
- UNI EN 13285 - Miscele non legate. Specifiche;
- UNI EN 13043 - Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico.

2.5 AGGREGATI PER SOVRASTRUTTURA STRADALI – AGGREGATI PER MATERIALI NON LEGATI O LEGATI CON LEGANTI IDRAULICI (UNI EN 13042)

2.5.1 Granulometria

Tutti gli aggregati dovranno essere descritti in termini di dimensioni dell'aggregato tramite la designazione d/D e dovranno soddisfare i requisiti granulometrici più avanti specificati. Le dimensioni dell'aggregati dovranno essere specificate utilizzando le dimensioni nominali indicate nel prospetto 1 della norma che comprende un gruppo base comune (stacci: 0, 1, 2, 4, 8, 16, 31, 5 (32), 63 mm) più due gruppi (gruppo 1 e

gruppo 2); le dimensioni degli aggregati dovranno essere separate da un rapporto tra la relativa dimensione della staccio superiore “D” e quella dello staccio inferiore “d” non minore di 1,4.

I requisiti generali di granulometria, per gli aggregati *grossi*, *fini* ed in *frazione unica*, dovranno essere conformi ai requisiti riportati al punto 4.3 della norma e del quale, in Tab. 11, si riporta il prospetto 2 (a meno delle annotazioni).

TAB. 11 - Requisiti generali di granulometria secondo UNI EN 13242

AGGREGATO	DIMENSIONE	Percentuale in massa del passante					Categoria G
		2 D	1,4 D	D	d	d/2	
Grosso	d ≥ 1	100	da 98 a 100	da 85 a 99	da 0 a 15	da 0 a 5	G _C 85-15
	e D > 2	100	da 98 a 100	da 80 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5	G _C 80-20
Fine	d = 0	100	da 98 a 100	da 85 a 99	–	–	G _F 85
	e D ≤ 6,3	100	da 98 a 100	da 80 a 99	–	–	G _F 80
In frazione unica	d = 0	–	100	da 85 a 99	–	–	G _A 85
		100	da 98 a 100	da 80 a 99	–	–	G _A 80
	e D > 6,3	100	–	da 75 a 99	–	–	G _A 75

2.5.2 Forma dell'aggregato grosso

La forma dell'aggregato grosso sarà determinata in termini di *coefficiente di appiattimento* (come specificato nella EN 933-3) e di *coefficiente di forma* (come specificato nella EN 933-4) e riferita alle rispettive categorie “FI” e “SI” di cui ai prospetti 5 e 6 della UNI EN 13242.

2.5.3 Percentuale di particelle rotte o frantumate o totalmente arrotondate negli aggregati grossi

Ove richiesto, tale percentuale, determinata in conformità alla EN 933-5, dovrà essere dichiarata in conformità alla categoria pertinente (C) specificata nel prospetto 7 della norma.

2.5.4 Contenuto di fini

Ove richiesto, il contenuto di fine per aggregato grosso, fine ed in frazione unica dovrà essere dichiarato in conformità alla categoria pertinente (f) della norma.

2.5.5 Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso

La resistenza alla frammentazione dovrà essere determinata in termini di *coefficiente Los Angeles* come specificato nella norma EN 1097-2; detto coefficiente dovrà essere dichiarato in conformità alla categoria pertinente (LA) specificata nel prospetto 9 della UNI EN 13242. Dove richiesto, il valore d'urto, determinato secondo EN 1097-2, punto 6, sarà dichiarato in conformità alla categoria pertinente (SZ) specificata nel prospetto 10 della norma.

2.5.6 Resistenza all'usura dell'aggregato grosso

Se richiesto, la resistenza all'usura dell'aggregato grosso (coefficiente di usura micro-Deval, MDE), determinato secondo EN 1097-1, sarà dichiarata in conformità alla categoria pertinente (MDE) specificata nel prospetto 11 della norma.

2.5.7 Requisiti chimici

Ove richiesti, in base alla particolare applicazione, destinazione d'uso o all'origine dell'aggregato, saranno determinati e specificati in conformità al punto 6 della norma.

2.5.8 Requisiti di durabilità

Per la resistenza al *Sonnenbrand* e al gelo-disgelo sarà fatto riferimento al punto 7 della norma. Se richiesto, il valore di assorbimento di acqua sotto forma di prova di screening dovrà essere determinato secondo EN 1097-6, punto 7, o appendice B; in questo caso se l'assorbimento di acqua non è maggiore al massimo di un valore dello 0,5%, si dovrà presumere che l'aggregato sia resistente al gelo-disgelo (v. prospetto 17 UNI EN

132). Se la resistenza al gelo-disgelo sarà determinata secondo EN 1367-1 o EN 1367-2, essa sarà dichiarata in conformità alla categoria pertinente (F) o (MS – categoria per l'integrità massima del solfato di magnesio) di cui ai prospetti 18 e 19 della norma (v. peraltro l'appendice B).

2.5.9 Designazione, marcatura ed etichettatura. Marcatura CE

Per la designazione, la marcatura e l'etichettatura si rinvia al precedente paragrafo 2.3.8. Per la marcatura CE, v. quanto riportato nell'Appendice ZA, punto ZA.3 della norma. Il simbolo di marcatura dovrà figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento e dovrà essere integrato dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'Organismo di certificazione (solo per i prodotti sotto sistema "2+"); nome e marchio identificativo ed indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura; numero del certificato di controllo della produzione in fabbrica (solo per il sistema "2+"); riferimento alla norma; informazioni sui requisiti essenziali rilevanti elencati nel prospetto ZA.1.

2.5.10 Sistema di attestazione

Con riferimento al punto ZA.2 della norma, il sistema di attestazione degli aggregati sarà del tipo "2+" per attestati destinati ad impieghi con alti requisiti di sicurezza (dove sia richiesto l'intervento di terzi); per impieghi senza altri requisiti di sicurezza sarà del tipo "4".

TAB. 12 b - Esempio di informazioni sulla marcatura CE per aggregati sotto il sistema 2+

 01234 Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050 02 0123-CPD-0456 EN 13242		Purezza Contenuto di fini Categoria (per esempio f_{15}) Qualità dei fini Valore soglia "passa/non passa" (% MB, SE) Valore dichiarato
		Percentuale di particelle frantumate Categoria (per esempio C_{903})
		Resistenza alla frammentazione/frantumazione Categoria (per esempio L_{A50})
		Stabilità di volume Categoria (per esempio V_C)
		Assorbimento/suzione di acqua Valore dichiarato (% di frazione di massa)
		Composizione/contenuto Solfati solubili in acido Categoria (per esempio AS_{02}) Zolfo totale Valore soglia "passa/non passa" (% S) Componenti che alterano la velocità di presa e di indurimento delle miscele legate con leganti idraulici Valore soglia "passa/non passa" (Tempo di indurimento in min e resistenza alla compressione S%)
		Resistenza all'attrito Categoria (per esempio M_{025})
		Rilascio di metalli pesanti mediante lisciviazione Valori soglia vigenti nel luogo d'impiego
		Rilascio di altre sostanze pericolose per esempio Sostanza X: $0.2 \mu\text{m}^3$
		Durabilità al gelo/disgelo Categoria (per esempio F_4 o MS_{25})
Forma delle particelle Valore dichiarato (F)		
Dimensione delle particelle Designazione (d/D) e tolleranza categoria (per esempio G_1 80-20)		
Massa volumica delle particelle Valore dichiarato (Mg/m^3)		

TAB. 12 a - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e costruzione di strade

Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA della UNI EN 13242)		Dichiarazione
Forma, dimensione e massa volumica delle particelle	Dimensione dell'aggregato	Si
	Granulometria	Si
	Forma dell'aggregato grosso	Si/NPD
	Massa volumica delle particelle	Si/NPD
Purezza	Contenuto di fini	Si
	Qualità dei fini	Si
Percentuale di particelle frantumate	Percentuale di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	Si
Resistenza alla frammentazione/frantumazione	Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	Si (3)
Stabilità volumetrica	Componenti che alterano la stabilità di volume delle scorie d'altoforno e d'acciaieria per gli aggregati non legati	Si/NPD
Assorbimento/suzione di acqua	Assorbimento di acqua	Si/NPD
Composizione/contenuto	Solfato solubile in acido	Si
	Zolfo totale	Si/NPD
	Componenti che alterano la velocità di presa e di indurimento delle miscele legate con leganti idraulici	Si/NPD
Resistenza all'attrito	Resistenza all'usura dell'aggregato grosso	Si
Sostanze pericolose: Rilascio di metalli pesanti mediante lisciviazione Rilascio di altre sostanze pericolose	Conoscenza delle materie prime Gestione della produzione	(80)
Durabilità agli agenti atmosferici	"Sonnendrand" del basalto	Si/NPD
Durabilità al gelo/disgelo	Resistenza al gelo o disgelo	Si/NPD

2.6 AGGREGATI PER FONDI E SOTTOFONDI STRADALI – MISCELE NON LEGATE

Ove particolarmente previsto in Elenco od ove prescritto dalla Direzione dei lavori le miscele in argomento dovranno possedere i requisiti di cui al punto 4 della norma UNI EN 13285, e inoltre, quando richiesto, le proprietà conformi alla norma UNI EN 13242 di cui al precedente punto 2.5.

2.6.1 Designazione della miscela

Le miscele definite dalla norma UNI EN 13285 dovranno essere designate e selezionate da uno dei tipi di cui alla Tab. 13 di seguito riportata (d = 0):

TAB. 13 - Miscele non legate per fondi e sottofondi stradali. Designazione normalizzata

0/8	0/10	0/11,2	0/12,5	0/14	0/16	0/20
0/22,4	0/31,5	0/40	0/45	0/56	0/63	0/80

2.6.2 Contenuto di fini

Il contenuto massimo o minimo di fini (passanti allo staccio di 0,063 mm), in rapporto alla categoria prescelta, dovrà soddisfare i valori riportati nei prospetti 2 e 3 della norma.

2.6.3 Curva granulometrica generale

Con riferimento agli stacci di classificazione di cui alla Tab. 14, la percentuale in massa (determinata secondo UNI EN 933-1) del passante lo staccio A, lo staccio B, lo staccio C, lo staccio E, lo staccio F, e lo staccio G, dovrà rientrare nel campo granulometrico generale corrispondente alla categoria selezionata dalla Tab. 15. Inoltre, per le categorie GA, GB, GC, GO e GP il valore medio calcolato a partire da tutte le granulometrie dovrà rientrare nel campo granulometrico del valore dichiarato dal fornitore corrispondente alla categoria selezionata dalla Tab. 15.

2.6.4 Designazione e descrizione

La designazione delle miscele dovrà includere almeno le seguenti informazioni: riferimento alla norma; provenienza; classe granulometrica – valore della dimensione dello staccio maggiore (D); tipo (i) di aggregato utilizzato (i) nella miscela.

TAB. 14 - Miscele non legate. Stacci per la classificazione granulometrica

Designazione della miscela	Staccio A	Staccio B	Staccio C	Staccio E	Staccio F	Staggio G
0/8	4	2	–	1	0,5	–
0/10	4	2	–	1	0,5	–
0/11,2	5,6	4	2	1	0,5	–
0/12,5	6,3	4	2	1	0,5	–
0/14	8	4	2	1	0,5	–
0/16	8	4	2	1	0,5	–
0/20	10	4	2	1	0,5	–
0/22,4	11,2	5,6	2	1	0,5	–
0/31,5	16	8	4	2	1	0,5
0/40	20	10	4	2	1	0,5
0/45	22,4	11,2	5,6	2	1	0,5
0/56	31,5	16	8	4	2	1
0/63	31,5	16	8	4	2	1
0/80	40	20	10	4	2	1

TAB. 15 - Miscele non legate. Classificazione granulometrica generale. Categorie

Campo granulometrico	Percentuale in massa del passante						Categoria G
	Staccio A	Staccio B	Staccio C	Staccio E	Staccio F	Staccio G	
Miscele classificate normali							
Generale	da 55 a 85	da 35 a 65	da 22 a 50	da 15 a 40	da 10 a 35	da 0 a 20	G _A
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 63 a 77	da 43 a 57	da 30 a 42	da 22 a 33	da 15 a 30	da 5 a 15	
Generale	da 55 a 85	da 35 a 68	da 22 a 60	da 16 a 47	da 9 a 40	da 5 a 35	G _B
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 63 a 77	da 43 a 60	da 30 a 52	da 23 a 40	da 14 a 35	da 10 a 30	
Generale	da 50 a 90	da 30 a 75	da 20 a 60	da 13 a 45	da 8 a 35	da 5 a 25	G _C
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 61 a 79	da 41 a 64	da 31 a 49	da 22 a 36	da 13 a 30	da 10 a 20	
Miscele classificate aperte							
Generale	da 50 a 78	da 31 a 60	da 18 a 46	da 10 a 35	da 6 a 26	da 0 a 20	G _O
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 58 a 70	da 39 a 51	da 26 a 38	da 17 a 28	da 11 a 21	da 5 a 15	
Generale	da 43 a 81	da 23 a 66	da 12 a 53	da 6 a 42	da 3 a 32	Nessun requisito	G _p
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 54 a 72	da 33 a 52	da 21 a 38	da 14 a 27	da 9 a 20		

2.7 AGGREGATI PER SOVRASTRUTTURE STRADALI – AGGREGATI PER MISCELE BITUMINOSE E TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Dovranno rispondere sia per l'aggregato grosso che per l'aggregato fine (1) ed il filler (1) ai requisiti riportati nella norma UNI EN 13043 richiamata al punto 2.4.

2.7.1 Granulometria

Tutti gli aggregati dovranno essere descritti in termini di dimensioni dell'aggregato tramite la designazione d/D e dovranno soddisfare i requisiti granulometrici più avanti specificati. Le dimensioni dell'aggregato dovranno essere espresse utilizzando le dimensioni nominali indicate nel prospetto 1 della norma che comprende un gruppo base comune (stacci: 0, 1, 2, 4, 8, 16, 31,5, (32), 63 mm) più due gruppi; le dimensioni degli aggregati dovranno essere separate da un rapporto tra la relativa dimensione dello staccio superiore " D " e quella dello staccio inferiore " d " non minore di 1,4.

TAB. 16 - Requisiti generali di granulometria secondo UNI EN 13043

Aggregato	Dimensione mm	Percentuale passante in massa					Categoria G
		2 D	1,4 D	D	d	d/2	
Grosso	D > 2	100	100	da 90 a 99	da 0 a 10	da 0 a 2	G _C 90/10
		100	da 89 a 100	da 90 a 99	da 0 a 15	da 0 a 5	G _C 90/15
		100	da 98 a 100	da 90 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5	G _C 90/20
		100	da 98a 100	da 85 a 99	da 0 a 15	da 0 a 2	G _C 85/15
		100	da 98a 100	da 85 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5	G _C 85/20
		100	da 98 a 100	da 85 a 99	da 0 a 35	da 0 a 5	G _C 85/35
Fine	D ≤ 2	100	–	da 85 a 99	–	–	G _F 85
In frazione unica	D ≤ 45 e d = 0	100	da 98 a 100	da 90 a 99	–	–	G _A 90
		100	da 98 a 100	da 85 a 99	–	–	G _A 85

I requisiti generali di granulometria, per gli aggregati *grossi*, *fini* ed in *frazione unica* dovranno essere conformi a quelli riportati al punto 4.1.3 della norma e del quale, in Tab. 16, si riporta il prospetto 2 (a meno delle annotazioni).

2.7.2 Forma dell'aggregato grosso

Si richiama sull'argomento quanto specificato al precedente punto 2.5.2 con riferimento, in questo caso, ai prospetti 7 e 8 della norma UNI EN 13043.

2.7.3 Percentuali di superficie frantumata negli aggregati grossi

Si richiama quanto specificato al precedente punto 2.5.3, con riferimento al prospetto 9 della UNI EN 13043.

2.7.4 Contenuto di fini

Ove richiesto, il contenuto di fini, determinato in conformità alla UNIEN933-1, dovrà essere espresso secondo la relativa categoria (*f*) specificata nel prospetto 5 della norma.

2.7.5 Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso

Si richiama, per questo punto, quanto specificato al precedente punto 2.5.5, con riferimento al prospetto 11 della UNI EN 13043. Per i valori massimi della resistenza all'urto (categoria SZ) sarà fatto riferimento al prospetto 12.

2.7.6 Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso per manti superficiali – Abrasione superficiale

Ove richiesto, la resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso per manti superficiali (valore di levigabilità – PSV) sarà determinata secondo EN 1097-8. Detto resistenza dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria di cui al prospetto 13 della norma. La resistenza all'abrasione superficiale dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria (AAV) specificata nel prospetto 14 della norma.

2.7.7 Resistenza all'usura dell'aggregato grosso

Per tale resistenza (coefficiente micro-Deval – MDE), si rinvia a quanto specificato al precedente punto 2.5.6, con riferimento al prospetto 15 della UNI EN 13043.

2.7.8 Durabilità

Per la durabilità, verrà preso in considerazione il valore di assorbimento di acqua come prova di selezione per la resistenza al gelo/disgelo. Tale valore sarà determinato con i procedimenti della EN 1097-2, punto 7, o della EN 1097-6, appendice B.

2.7.9 Resistenza al gelo/disgelo

Ove richiesto, la resistenza al gelo/disgelo, determinata secondo EN 1367-1 o EN 1367-2, dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria specificata nel prospetto 19 (F) o del prospetto 20 (MS) della norma.

2.7.10 *Sonnenbrand del basalto*

Ove siano rilevabili segni di "Sonnenbrand", la perdita di massa e la resistenza alla frammentazione dovranno essere determinate in conformità alla EN 1367-3 ed alla EN 1097-2. Per le categorie dei valori massimi di resistenza al "Sonnenbrand" (SB) si farà riferimento al prospetto 21 della norma.

2.7.11 *Requisiti per l'aggregato filler*

Per tali requisiti (geometrici, fisici, chimici, di uniformità produttiva) sarà fatto riferimento al punto 5 della norma.

2.7.12 *Designazione, marcatura ed etichettatura – Marcatura CE*

Per la designazione, la marcatura l'etichettatura sarà fatto riferimento ai punti 7, 8 e all'appendice ZA della norma in analogia alle prescrizioni riportata nel precedente punto 2.5.9. Lo stesso dicasi per i sistemi di attestazione della conformità e di cui al precedente punto 2.5.10.

Art. 3. CALCI – POZZOLANE – LEGANTI IDRAULICI - ADDITIVI

Tutti i leganti dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità o in sili. Per la misurazione, sia a peso che a volume, il legante dovrà essere perfettamente asciutto.

3.1 CALCI

3.1.1 *Generalità*

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 agglomeranti cementizi e delle calci idrauliche») e per quanto non incompatibile con la parte armonizzata delle seguenti norme europee recepite dall'UNI:

- UNI EN 459-1 - Calci da costruzione. Definizioni, specifiche e criteri di conformità.
- UNI EN 459-2 - Calci da costruzione. Metodi di prova.

La distinzione sarà fatta in *calci aeree* [vive (Q), idrate (S1), semi-idrate (S2), calciche (CI), dolomitiche (DL) idrate e semiidrate] e *calci idrauliche* [naturali (NHL), naturali con materiali aggiunti (Z) e miscelate (HL)]. Le calci aeree saranno classificate in base al loro contenuto di (CaO + MgO), mentre quelle idrauliche in base alla loro resistenza a compressione in MPa. Per i requisiti fisici sarà fatto riferimento al prospetto 5 della UNI EN 459-1.

3.1.2 *Calce viva*

La calce viva in zolle al momento dell'estinzione dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita e perciò si dovrà provvederla in rapporto al bisogno e conservarla in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità.

3.1.3 *Calce idrata in polvere*

Dovrà essere confezionata in idonei imballaggi e conservata in locali ben asciutti. Gli imballaggi dovranno portare ben visibili: l'indicazione del produttore, il peso del prodotto e la specifica se trattasi di fiore di calce o calce idrata da costruzione.

3.1.4 Marcatura ed etichettatura

Le calci da impiegarsi per la preparazione di malte per murature, intonaci esterni ed interni e per la produzione di altri prodotti dovranno essere marcate CE. Il sistema di attestazione della conformità sarà del tipo "2". Il simbolo di marcatura CE (da figurare sulla confezione o sui documenti di accompagnamento) dovrà essere accompagnato dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'ente autorizzato; nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno di marcatura; numero del certificato di conformità CE o certificato di controllo di produzione di fabbrica (se necessario); riferimento alla norma UNI EN 459-1; descrizione del prodotto e dell'impiego previsto; informazioni sulle caratteristiche pertinenti elencate nel prospetto ZA.1 della norma.

3.2 POZZOLANA

Dovrà rispondere alle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

La pozzolana sarà ricavata da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti, sarà di grana fina (passante allo staccio 3,15 UNI 2332/1 per malte in generale e 0,5 UNI 2332/1 per malte fini di intonaco e murature di paramento), asciutta ed accuratamente vagliata. Sarà impiegata esclusivamente pozzolana classificata "energica".

3.3 LEGANTI IDRAULICI

3.3.1 Generalità

I materiali in argomento dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalla Legge 26 maggio 1965, n. 595, e dai DD.MM. 3 giugno 1968 e 31 agosto 1972 aventi rispettivamente per oggetto: "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici", "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi", "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche", con le modifiche e gli aggiornamenti di cui ai DD.MM. 20 novembre 1984 e 13 settembre 1993.

Per quanto riguarda i cementi, fatto salvo quanto previsto dal D.M. 3 giugno 1968 e dal D.M. 20 novembre 1984 per i cementi alluminosi e per i cementi per sbarramenti di ritenuta, la composizione, le specificazioni ed i criteri di conformità saranno quelli previsti dalle norme UNI EN sotto riportate, alle quali fa peraltro riferimento il D.M. 14 gennaio 2008 e s.m.i. che ha emanato le nuove "Norme Tecniche per le costruzioni":

- UNI EN 197-1 - Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per i cementi comuni.
- UNI EN 197-2 - Cemento. Valutazione della conformità.

3.3.2 Denominazione dei tipi

I 27 prodotti della famiglia dei cementi comuni conformi alla UNI EN 197-1, e la loro denominazione, sono indicati nel prospetto 1 della norma. Essi sono raggruppati in cinque tipi principali di cemento così definiti: CEM I (cemento Portland); CEM II (cemento Portland composito); CEM III (cemento d'alto forno); CEM IV (cemento pozzolanico); CEM V (cemento composito).

La denominazione comprenderà: il tipo di cemento, il riferimento alla norma, la sigla del tipo, la classe di resistenza e la resistenza iniziale (N, ordinaria; R, elevata).

3.3.3 Resistenze meccaniche e tempi di presa

I cementi precedentemente elencati, saggiati su malta normale secondo le prescrizioni e le modalità indicate nella norma UNI EN 196-1, dovranno avere le caratteristiche ed i limiti minimi di resistenza meccanica parzialmente riportati nella Tabella 24.

TAB. 24 - Cementi. Resistenze meccaniche e tempi di presa

CLASSE	Resistenza alla compressione N/mm ²			Tempo di inizio presa minuti	
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata		
	2 giorni	7 giorni	28 giorni		
32,5 N	–	≥ 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75
32,5 R	≥ 10	–			
42,5 N	≥ 10	–	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60
42,5 R	≥ 20	–			
52,5 N	≥ 20	–	≥ 52,5	–	≥ 45
52,5 R	≥ 30	–			

3.3.4 *Modalità di fornitura*

La fornitura dei leganti idraulici dovrà avvenire in sacchi sigillati, ovvero in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola o ancora alla rinfusa.

Dovranno comunque essere chiaramente riportate, a mezzo stampa nei primi due casi e con documenti di accompagnamento nell'ultimo, le informazioni previste dall'Appendice ZA.4 della norma UNI EN 197-1 ed in particolare: il marchio CE; il numero di identificazione dell'organismo di certificazione; il nome o marchio identificativo del produttore; la sede legale; il nome o marchio identificativo del produttore; la sede legale; il nome o marchio identificativo della fabbrica; le ultime due cifre dell'anno di marcatura; il numero del certificato di conformità CE; la norma di riferimento e la denominazione normalizzata (esempio: CEM I 42,5 R).

L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà risultare dal *Giornale dei lavori* e dal *Registro dei getti*.

3.3.5 *Prelievo dei campioni*

Per l'accertamento dei requisiti di accettazione dei cementi, degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche in polvere, le prove saranno eseguite su materiale proveniente da un campione originario di almeno 50 kg di legante prelevato da dieci sacchi per ogni partita di mille sacchi o frazione.

Per le forniture di leganti alla rinfusa la campionatura per le prove sarà effettuata all'atto della consegna, in contraddittorio fra le parti, mediante il prelievo di un campione medio in ragione di 10 kg per ogni 50 o frazione.

3.3.6 *Conservazione*

Dovrà essere effettuata in locali asciutti, approntati a cura dell'Appaltatore, e su tavolati in legname; più idoneamente lo stoccaggio sarà effettuato in adeguati "silos".

3.3.7 *Particolari prescrizioni e impieghi*

I cementi pozzolanici dovranno prevalentemente essere impiegati per opere destinate a venire in contatto con terreni gessosi, acque di mare o solfatate in genere. I cementi d'alto forno dovranno essere impiegati nelle pavimentazioni stradali, nelle strutture a contatto con terreni gessosi ed in genere nelle opere in cui è richiesto un basso ritiro; non dovranno invece essere impiegati per conglomerati destinati a strutture a vista. Si richiamano le norme UNI 9156 (cemento resistenti ai solfati) ed UNI 9606 (cementi resistenti al dilavamento della calce).

I cementi alluminosi saranno impiegati per getti a bassa temperatura, per getti subacquei, per lavori urgenti ed in genere per opere a contatto con terreni o acque fisicamente o chimicamente aggressivi. Ne è escluso l'impiego per opere strutturali.

3.4 ADDITIVI

3.4.1 *Additivi per calcestruzzi*

Materiale aggiunto durante il procedimento di miscelazione del calcestruzzo, in quantità non inferiore al 5% in massa del contenuto di cemento del calcestruzzo, dovrà essere conforme alla parte armonizzata della norma UNI EN 934-2.

La designazione degli additivi dovrà riportare: il nome ed il tipo di additivo, il riferimento alla norma, il codice per identificare il tipo di additivo (numero del prospetto della norma che riporta i requisiti prestazionali (es. UNI 934-2:T3.1/3.2).

Sono classificati dalla norma UNI 7101 in fluidificanti, aerati, acceleranti, ritardanti, antigelo ecc...

In relazione al tipo dovranno possedere caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle norme UNI 7105-08-19, 7104-07-11-12-13, 7102-06-17 e 7103-06-09-14-20.

L'Impresa Appaltatrice, che dovrà fornirli in contenitori sigillati su cui dovranno essere indicate le quantità, la data di scadenza e le modalità d'uso, avrà l'obbligo di miscelarli alle malte in presenza della Direzione Lavori o di un suo collaboratore.

Gli additivi di riferimento sono:

SUPERFLUIDIFICANTI:	
•	RHEOBUILD della MAC
•	MAPEFLUID della MAPEI
ANTIGELO ed ACCELERANTI:	
•	POZZOLITH della MAC
•	ANTIGELOS della MAPEI

La marcatura CE dovrà essere accompagnata dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'ente autorizzato; nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore; ultime due cifre dell'anno di marcatura; numero del certificato di controllo di produzione in fabbrica; descrizione del prodotto; informazioni sulle caratteristiche pertinenti essenziali di cui al prospetto ZA.1 della norma.

3.4.2 Additivi per malte

Gli additivi per malte per opere murarie dovranno essere conformi alla parte armonizzata della norma UNI EN 934-3. Per la designazione e la marcatura CE si richiama quanto indicato superiormente per i calcestruzzi.

Art. 4. MATERIALI FERROSI – PRODOTTI DI ACCIAIO E GHISA

4.1 GENERALITÀ

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere assenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

I materiali ferrosi dovranno rispettare le vigenti norme emanate dall'UNI o recepite da norme armonizzate sotto le sigle di UNI EN o UNI EN ISO.

Gli acciai in particolare impiegati per impieghi strutturali, dovranno soddisfare i requisiti previsti dal paragrafo 11.2 delle "Norme tecniche per le costruzioni" approvate con D.M. 14 gennaio 2008 e s.m.i..

4.1.1 Designazione e classificazione – Qualificazione

Per la designazione e la classificazione si farà riferimento alle seguenti norme di unificazione:

- UNI EN 10020 - Definizione e classificazione dell'acciaio
- UNI EN 10021 - Condizioni tecniche generali di fornitura per l'acciaio ed i prodotti siderurgici.
- UNI EN 10027/1 - Sistemi di designazione degli acciai. Designazione alfanumerica. Simboli principali.
- UNI EN 10027/2 - Idem. Designazione numerica.
- UNI EN 1563 - Fonderia. Getti di ghisa a grafite sferoidale.

I prodotti di acciaio di impiego strutturale dovranno essere coperti da marcatura CE. Anche in questo caso dovranno comunque essere rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11.2 delle "Norme Tecniche" non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Quando non sia applicabile tale marcatura, ai sensi del D.P.R. n. 246/93 di recepimento della Direttiva 89/106/CE, i prodotti dovranno essere qualificati con la procedura di cui al paragrafo 11.2.1.1 delle superiori norme e dotati di "Attestato di qualificazione" di validità quinquennale, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.

4.1.2 Identificazione dei prodotti qualificati

Ogni prodotto qualificato dovrà essere dotato di marcatura indelebile, depositata presso il Servizio Tecnico di cui sopra, dalla quale risulti in modo inequivocabile il riferimento al produttore, allo stabilimento, al tipo di acciaio e alla eventuale saldabilità.

4.1.3 Prove e certificazioni

Per le prove dei materiali sarà fatto in genere riferimento alle UNI EN ISO 377 (Prelievo e preparazione dei campioni), alla UNI EN ISO 6892-1 (Prova di trazione), alla UNI 558 (Prova di compressione), alle UNI EN ISO 6506 e 6507 (Prove di durezza) e alla UNI EN ISO 7438 (Prova di piegamento).

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, dovranno riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato dal laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure lo stesso non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il S.T.C., le certificazioni emesse dal laboratorio saranno prive di valenza e il materiale non potrà essere utilizzato.

4.1.4 Documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di acciaio destinato ad impieghi strutturali dovranno essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale con riportato il riferimento al documento di trasporto. Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copie dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. Il Direttore dei lavori, prima della messa in opera, verificherà quanto sopra rifiutando le eventuali forniture non conformi.

4.2 ACCIAI PER CEMENTO ARMATO ORDINARIO

4.2.1 Generalità

Per il cemento armato in esecuzione ordinaria è esclusivamente ammesso l'impiego di acciai saldabili, del tipo ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure di cui al punto 11.3.1.2 delle "Norme tecniche", e controllati con le modalità di cui al punto 11.3.2.10.1.2 delle stesse norme.

I controlli in cantiere o nei luoghi di lavorazione sono obbligatori, essi saranno riferiti agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove di carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1.2 delle norme, in ragione di n. 3 spezzoni, marcati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri di ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli dovranno essere estesi agli altri diametri della partita. I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto da utilizzare provenga da un centro di trasformazione delle barre nel quale siano stati effettuati tutti i controlli prescritti. In questo caso la spedizione del materiale dovrà essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove secondo norma.

I limiti di accettazione, con riguardo alla resistenza ed all'allungamento, devono rientrare nei valori riportati nella tabella di cui al punto 11.3.2.10.4 delle "Norme tecniche" e qui

TAB. 27 - Barre per c.a. ordinario. Valori limite di accettazione

Caratteristiche	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	(450-25) N/mm ²
f_y massimo	572 N/mm ²	[450x(1,25-0,02) N/mm ²
Agt minimo	≥ 5,0%	per acciai laminati a caldo
Agt minimo	≥ 1,0%	per acciai trafilati a freddo
Rottura/snervamento	$1,11 ≤ f_t/f_y ≤ 1,37$	per acciai laminati a caldo
Rottura/snervamento	$f_t/f_y ≥ 1,03$	per acciai trafilati a freddo
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

TAB. 28 - Acciaio per c.a. laminato a caldo. Requisiti (parziali)

Parametri	Caratteristiche
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	≥ $f_{y,nom}$ (N/mm ²)
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	≥ $f_{t,nom}$ (N/mm ²)
$(f_t/f_y)_k$	≥ 1,13 ≤ 1,35
$(f_y/f_{y,nom})_k$	≤ 1,25
Allungamento (A_{gt}) _k	≥ 7%

TAB. 29 - Acciaio per c.a. trafilato a freddo. Requisiti (parziali)

Parametri	Caratteristiche
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	≥ $f_{y,nom}$ (N/mm ²)
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	≥ $f_{t,nom}$ (N/mm ²)
$(f_t/f_y)_k$	≥ 1,05
$(f_y/f_{y,nom})_k$	≤ 1,25
Allungamento (A_{gt}) _k	≥ 3%

riprodotta. Ove i risultati non siano conformi, si opererà come particolarmente previsto nello stesso paragrafo.

È ammesso l'uso di acciai inossidabili o zincati, purché le caratteristiche meccaniche (ed anche fisiche e tecnologiche, per gli zincati) siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali. Nel caso degli zincati, la marcatura dovrà consentire l'identificazione sia del produttore dell'elemento base che dello stabilimento di zincatura.

4.2.2 *Acciaio laminato a caldo*

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato B450C e caratterizzato da una tensione caratteristica di snervamento ($f_y\ nom$) di 450 N/mm² e di rottura ($f_t\ nom$) di 540 N/mm², dovrà rispettare i requisiti riportati nella Tab. 11.3.Ib delle "Norme tecniche", parzialmente riprodotta a fianco (Tab. 28).

4.2.3 *Acciaio laminato a freddo*

L'acciaio per cemento armato trafilato a freddo, denominato B450A e caratterizzato dai medesimi valori nominali dell'acciaio laminato a caldo, dovrà rispettare i requisiti riportati nella corrispondente Tab. 11.3.Ic delle "Norme tecniche", e qui riprodotta parzialmente (Tab. 29).

4.2.4 *Barre e rotoli*

Tutti gli acciai per cemento armato dovranno essere, come già specificato nelle generalità, del tipo "ad aderenza migliorata". Le barre, caratterizzate dal diametro della barra tonda liscia equivalente, avranno diametro compreso tra 6 e 50 mm. Per gli acciai forniti in rotoli, il diametro massimo ammesso sarà non superiore a 16 mm.

4.2.5 *Accertamento delle proprietà meccaniche*

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nelle UNI EN ISO 15630-1 e UNI EN ISO 15630-2.

4.2.6 *Reti e tralicci elettrosaldati*

Dovranno essere costruiti con barre B450C aventi diametro compreso fra 6 mm e 16 mm, formanti maglia con lato non superiore a 330 mm. I nodi delle reti dovranno resistere ad una forza di distacco, determinata secondo la UNI EN ISO 15630-2, pari al 30% della forza di snervamento della barra, da cui computarsi per quella di diametro maggiore. La marcatura dovrà rientrare nella casistica di cui al punto 11.3.2.3 delle "Norme tecniche".

4.2.7 *Tolleranze dimensionali*

La deviazione ammissibile per la massa nominale delle barre deve rientrare nei limiti previsti dalla Tab. 11.3.III delle "Norme tecniche".

4.2.8 *Centri di trasformazione*

I Centri di trasformazione possono ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista al punto 11.3.1.3 delle norme. In ogni caso i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi degli attestati di qualificazione del prodotto di origine.

I Centri di trasformazione, identificati agli effetti della normativa cui si fa riferimento quali "luoghi di lavorazione", sono tenuti ad effettuare i controlli obbligatori previsti in cantiere, secondo le indicazioni di cui al punto 11.3.2.10.3 della stessa normativa. L'esecuzione delle prove presso tali centri non esclude comunque che il Direttore dei lavori, nell'ambito della propria discrezionalità, possa effettuare in cantiere eventuali ulteriori controlli, se ritenuti opportuni.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio dovranno essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

4.3 LAMIERE DI ACCIAIO

Saranno conformi, per qualità e caratteristiche, ai requisiti ed alle prescrizioni riportati nelle seguenti norme:

- UNI EN 10025-1 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Condizioni tecniche generali di fornitura.
- UNI EN 10029 - Lamiere di acciaio laminato a caldo, di spessore 3 mm. Tolleranze dimensionali, di forma e sulla massa.

4.3.1 Lamiere bugnate o striate

Impiegate per la formazione di piani pedonabili o carrabili, dovranno rispondere, per dimensioni e tolleranze, alle prescrizioni delle norme vigenti. In tutti i casi saranno esenti da difetti visibili (scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) o da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) o di lavorazione (spigoli a taglio, assenza o difetti di limatura, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e/o la sicurezza e l'estetica. Il rivestimento superficiale sarà conforme alle indicazioni di progetto.

4.4 LAMIERE ZINCATE E MANUFATTI RELATIVI

4.4.1 Generalità

Fornite in fogli, rotoli o in profilati vari per lavorazione dopo zincatura, le lamiere zincate avranno come base acciaio non legato, di norma laminato a freddo. Qualità, requisiti e tolleranze saranno conformi, in rapporto ai tipi, alle seguenti norme di unificazione:

- UNI EN 10326 - Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali rivestiti per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.
- UNI EN 10327 - Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo per formazione a freddo. Condizioni tecniche di fornitura.

La zincatura dovrà essere effettuata per immersione a caldo nello zinco allo stato fuso (450-460 °C); questo sarà di prima fusione, almeno di titolo ZN 99,5 UNI EN 1179. Con riguardo al procedimento di zincatura questo potrà essere di tipo a bagno continuo o discontinuo (più idoneamente indicato quest'ultimo per manufatti lavorati pre-zincatura).

La finitura del rivestimento potrà venire richiesta, in rapporto all'impiego, a stellatura normale (N) o ridotta (M) l'aspetto della superficie potrà essere normale (A), migliorato (B) o di qualità superiore (C), quest'ultimo ottenuto mediante laminazione a freddo (skin-passatura). In ogni caso le lamiere sottili zincate non dovranno presentare zone prive di rivestimento, ossidazione bianca, grossi grumi di zinco, soffiature od altri difetti superficiali. Con riguardo poi al grado di protezione superficiale i prodotti zincati, se non sottoposti a verniciatura industriale, potranno venire richiesti secchi, oliati o trattati all'acido cromatico (passivazione) con esclusione, per tale ultima operazione, dei prodotti a superficie levigata.

In ogni caso le lamiere sottili zincate non dovranno presentare zone prive di rivestimento, ossidazione bianca, grossi grumi di zinco, soffiature o altri difetti superficiali.

4.4.2 Lamiere zincate con procedimento continuo a caldo

Salvo diversa prescrizione, per tutti i manufatti previsti in lamiera zincata, quali coperture, rivestimenti, serrande, serbatoi di acqua, barriere di sicurezza, funi, lamiere ondulate, ecc., dovrà essere impiegata lamiera trattata secondo il procedimento di zincatura in continuo, consentendo lo stesso, che prevede tra l'altro la preventiva normalizzazione dell'acciaio ed un'accurata preparazione delle superfici, di ottenere una perfetta aderenza dello zinco all'acciaio di base e la formazione di uno strato ferro-zinco molto sottile ed uniforme.

TAB. 31 - Lamiere zincate a caldo. Tipologia degli strati di zincatura

TIPO DI RIVESTIMENTO	Massa complessiva di zinco sulle due superfici (g/m ²)	
	Media di 3 determinazioni (minimo)	Singole determinazioni (minimo)
Z 600	600	525
Z 450	450	400
Z 350	350	300
Z 275	275	245
Z 200	200	175
Z 140	140	135
Z 100	100	90

La zincatura Z 450 sarà tassativamente prescritta per le lamiere destinate alla costruzione di serbatoi d'acqua o da impiegarsi in ambienti aggressivi. In nessun caso la fornitura potrà prevedere manufatti con grado di zincatura minore a Z 140.

4.4.3 *Manufatti tubolari per tombini*

Potranno essere del tipo a piastre multiple o ad elementi incastrati o imbullonati, secondo prescrizioni; in ogni caso saranno costituiti di lamiera zincata ondulata di tipo non inferiore a Fe E 280 GZ 600 UNI EN 10147, con contenuto in rame compreso tra $0,20 \div 0,40\%$ e spessore minimo di 1,5 mm.

I manufatti dovranno essere esenti da difetti come: bolle di fusione, parti non zincate, rigature, ecc.; per l'impiego in ambienti chimicamente aggressivi dovranno essere inoltre protetti mediante rivestimento bituminoso o asfaltico, armato con fibre minerali (spessore 1,5 mm) ovvero mediante bitume ossidato applicato con immersione a caldo ($1,5 \text{ kg/m}^2$).

Per ogni fornitura l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori una valida certificazione rilasciata dal produttore attestante l'esatta qualità del materiale, le relative caratteristiche fisico-meccaniche ed il tipo di zincatura. I pesi inoltre, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare conformi alle tabelle fornite dallo stesso produttore, con tolleranza del $\pm 5\%$.

Salvo diversa specifica, per i vari tipi di tubolari si prescrive in particolare:

- a) *Manufatti ad elementi incastrati per tombini*: avranno ampiezza d'onda di 67,7 mm, profondità di 12,7 mm e lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, multipla di 0,61 m. Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni, ondulate, curvate ai raggi prescritti; 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 dell'altro elemento. Le sezioni impiegabili saranno: la circolare, con diametro variabile da 0,30 ad 1,50 m (che potrà essere richiesta con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro) e la policentrica, anche ribassata, con luce minima di 0,40 m e luce massima di 1,75 m.
- b) *Manufatti ad elementi imbullonati per tombini*: avranno ampiezza d'onda di 67,7 mm, profondità di 12,7 mm e lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, multipla di 0,61 m. Il tipo sarà costituito da due o più piastre ondulate, curvate ai raggi prescritti ed imbullonate. Le sezioni impiegabili saranno: le circolari, con diametro variabile da 0,60 a 2,00 m, e le policentriche ribassate, con luce minima di 0,70 m e luce massima di 2,20 m.
- c) *Manufatti a piastre multiple per tombini e sottopassi*: avranno ampiezza d'onda di 152,4 mm, profondità di 50,8 mm e raggio della curva interna della gola di almeno 28,6 mm. Gli elementi dovranno essere inoltre in misura tale da fornire, montati in opera, un vano di lunghezza multipla di 0,61 m. I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a $3/4$ di pollice, essere del pari zincati, ed appartenere alla classe 8G (norme UNI 3740).

Le sezioni impiegabili saranno: le circolari, con diametro variabile da 1,50 a 6,40 m (che potranno essere richieste con una preformazione ellittica massima del 5%) le ribassate, con luce variabile da 1,80 a 6,50 m; quelle ad arco, con luce variabile da 1,80 a 9,00 m e le policentriche (per sottopassi), con luce variabile da 2,20 a 7,00 m.

4.4.4 *Manufatti per graticciate*

Saranno di norma costituiti di elementi prefabbricati in lamiera ondulata, zincata e forata, di dimensioni 2,10 x 0,31 m, spessore 1,25 mm, con ondulazione di 38 mm di ampiezza e 6,3 mm di profondità. La foratura sarà obliqua rispetto alla verticale (con angolo di 25°) e composta di fori di 9 mm di diametro.

I paletti di sostegno saranno altresì in lamiera di acciaio zincata, piegata a freddo, con sezione ad "U" di 40 x 50 mm, spessore 2 mm ed altezza di $1 \div 1,30$ m.

Art. 5. PRODOTTI DI ACCIAIO ZINCATI IN DISCONTINUO

Per i prodotti di acciaio rivestiti per immersione a caldo in discontinuo dovrà essere osservata la norma: UNI EN ISO 1461 - Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi ed articoli di acciaio. Specificazioni e metodi di prova.

Lo spessore medio del rivestimento, per campioni non centrifugati dovrà essere non inferiore ai valori riportati nella presente tabella. Per l'accettazione, le superfici degli articoli dovranno risultare esenti da noduli, rugosità, parti taglienti ed aree non rivestite. Inoltre ogni fornitura dovrà essere accompagnata da un certificato di conformità che faccia espresso riferimento alla norma superiormente riportata.

TAB. 33 - Prodotti di acciaio zincati per immersione a caldo. Spessori minimi del rivestimento medio

Articolo e suo spessore	Spessore medio del rivestimento (minimo) μm
Acciaio ≥ 6 mm	85
Acciaio ≥ 3 mm fino a 6 mm	70
Acciaio $\geq 1,5$ mm fino a 3 mm	55

TAB. 34 - Acciaio zincato. Corrispondenza tra spessore e peso del rivestimento

Spessore (micron)	5	10	20	30	40	47	50	60	64	70	76	80	85	90	97	100	139	150	208
Peso (g/m ²)	36	72	144	216	288	335	360	432	458	504	549	596	610	648	702	720	1000	1080	1500

5.1 TUBI DI ACCIAIO

5.1.1 Generalità

Per le condizioni tecniche generali di fornitura vale la norma UNI EN 1002. I tubi saranno costituiti da acciaio non legato e dovranno corrispondere alle normative generali di unificazione di seguito riportate:

- UNI EN 10216-1 - Tubi senza saldatura di acciaio per impianti a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 1. Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente.
- UNI EN 10217-1 - Idem. Tubi saldati.

I tubi dovranno risultare ragionevolmente dritti a vista e presentare sezione circolare entro le tolleranze prescritte; saranno privi di difetti superficiali (interni ed esterni) che possano pregiudicarne l'impiego: è ammessa la loro eliminazione purché lo spessore non scenda sotto il minimo prescritto. Tubi e relativi pezzi speciali dovranno inoltre avere la superficie interna ed esterna protetta con rivestimenti appropriati e specificati in Elenco. In ogni caso, qualunque sia il tipo di rivestimento, questo dovrà risultare omogeneo, continuo, ben aderente ed impermeabile.

5.2 PRODOTTI GRIGLIATI ELETTROSALDATI E/O PRESSATI

Potranno essere costituiti da pannelli per piani di calpestio e carrabili o da gradini per scale e rampe e dovranno rispondere, per requisiti, metodi di prova, campionamento e criteri di accettazione, alla normativa della serie sotto indicata:

UNI 11002 - Pannelli e gradini di grigliato elettrosaldato e/o pressato. Terminologia, tolleranze, requisiti e metodi di prova (1÷3).

5.3 GHISA E PRODOTTI DI GHISA

5.3.1 Ghisa grigia per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma di unificazione UNI EN 1561. La ghisa dovrà essere di seconda fusione, a grana fine, grigia, compatta, esente da bolle, scorie, gocce fredde ed altri difetti. Il materiale dei getti dovrà essere compatto e lavorabile alla lima ed allo scalpello in tutte le parti. I singoli pezzi dovranno uscire perfetti di fusione, a superficie liscia e dovranno essere accuratamente sbavati e liberati dalla sabbia di formazione.

5.3.2 Ghisa malleabile per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma di unificazione UNI EN 1562. I getti di ghisa malleabile dovranno potersi lavorare a freddo, avere spigoli vivi, essere esenti da soffiature e difetti in genere e presentare superficie liscia e pulita.

5.3.3 Ghisa a grafite sferoidale per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma EN 1563.

Art. 6. MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

6.1 Generalità

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette al D.M. 17 gennaio 2018 devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- *identificati* univocamente a cura del fabbricante, secondo le procedure applicabili;
- *qualificati* sotto la responsabilità del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- *accettati* dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, nonché mediante eventuali prove di accettazione.

Per ogni materiale o prodotto identificato e qualificato mediante Marcatura CE è onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere copia della documentazione di marcatura CE e della Dichiarazione di Prestazione di cui al Capo II del Regolamento UE 305/2011, nonché – qualora ritenuto necessario, ai fini della verifica di quanto sopra - copia del certificato di costanza della prestazione del prodotto o di conformità del controllo della produzione in fabbrica, di cui al Capo IV ed Allegato V del Regolamento UE 305/2011, rilasciato da idoneo organismo notificato ai sensi del Capo VII dello stesso Regolamento (UE) 305/2011.

Per i prodotti non qualificati mediante la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità della documentazione di qualificazione o del Certificato di Valutazione Tecnica. I fabbricanti possono usare come Certificati di Valutazione Tecnica i Certificati di Idoneità tecnica all'impiego, già rilasciati dal Servizio Tecnico Centrale prima dell'entrata in vigore delle presenti norme tecniche, fino al termine della loro validità.

Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori, nell'ambito dell'accettazione dei materiali prima della loro installazione, verificare che tali prodotti corrispondano a quanto indicato nella documentazione di identificazione e qualificazione, nonché accertare l'idoneità all'uso specifico del prodotto mediante verifica delle prestazioni dichiarate per il prodotto stesso nel rispetto dei requisiti stabiliti dalla normativa tecnica applicabile per l'uso specifico e dai documenti progettuali.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati ai sensi del Capo VII del Regolamento UE 305/2011;
- b) laboratori di cui all'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001 e s.m.i.;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, previo nulla osta del Servizio Tecnico Centrale.

6.2 Calcestruzzo per usi strutturali, armato e non, normale e precompresso.

6.2.1 Controllo di Accettazione

Il controllo di accettazione è eseguito dal Direttore dei Lavori su ciascuna miscela omogenea e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione come previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza della Direzione dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale.

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dalla Direzione dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dalla Direzione dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme [UNI EN 12390-3](#) tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data di prelievo. In caso di mancato rispetto di tali termini le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera.

I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori delle prestazioni misurate.

Per gli elementi prefabbricati di serie, realizzati con processo industrializzato, sono valide le specifiche indicazioni di cui al punto 11.8.3.1 del D.M. 17 gennaio 2018.

L'opera o la parte di opera realizzata con il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente risolta. Il costruttore deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dal Direttore dei Lavori e conformemente a quanto indicato nel punto § 11.2.6 del D.M. 17 gennaio 2018. Qualora i suddetti controlli confermino la non conformità del calcestruzzo, si deve procedere, sentito il progettista, ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Qualora non fosse possibile effettuare la suddetta verifica delle caratteristiche del calcestruzzo, oppure i risultati del controllo teorico e/o sperimentale non risultassero soddisfacenti, si può: conservare l'opera o parte di essa per un uso compatibile con le diminuite caratteristiche prestazionali accertate, eseguire lavori di consolidamento oppure demolire l'opera o parte di essa.

I controlli di accettazione sono obbligatori ed il collaudatore è tenuto a verificarne la validità, qualitativa e quantitativa; ove ciò non fosse rispettato, il collaudatore è tenuto a far eseguire delle prove che attestino le caratteristiche del calcestruzzo, seguendo la medesima procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti fissati dai controlli di accettazione.

Per calcestruzzo confezionato con processo industrializzato, la Direzione dei Lavori, è tenuta a verificare quanto prescritto nel punto 11.2.8. del succitato decreto ed a rifiutare le eventuali forniture provenienti da

impianti non conformi; dovrà comunque effettuare le prove di accettazione previste al punto 11.2.5 del D.M. e ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo.

Per produzioni di calcestruzzo inferiori a 1500 m³ di miscela omogenea, effettuate direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati, la stessa deve essere confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore. La Direzione dei Lavori deve avere, prima dell'inizio della produzione, documentazione relativa ai criteri ed alle prove che hanno portato alla determinazione delle prestazioni di ciascuna miscela omogenea di conglomerato, così come indicato al punto 11.2.3. del D.M. 17 gennaio 2018.

6.3 Acciaio

6.3.1 Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. attuativo della legge 1086/71 (D.M. 17 gennaio 2018) e relative circolari esplicative.

E' fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

6.3.2 Forniture e documentazione di accompagnamento

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

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

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

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

6.3.3 Le forme di controllo obbligatorie

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie (D.M. 17 gennaio 2018 paragrafo 11.3.1):

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione;
- di accettazione in cantiere.

A tale riguardo *il Lotto di produzione* si riferisce a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

6.3.4 La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati

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

Per stabilimento si intende una unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso fabbricante, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, l'apposizione di targhe o

cartellini, la sigillatura dei fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento, e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

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

Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.

Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso. In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il laboratorio incaricato è tenuto ad informare di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

6.3.5 Unità marcata scorporata: ulteriori indicazioni della Direzione dei Lavori per le prove di laboratorio

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.

In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dalla Direzione dei Lavori.

6.3.6 Conservazione della documentazione d'accompagnamento

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

6.3.7 Forniture e documentazione di accompagnamento

Le nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (D.M. 17 gennaio 2018 paragrafo 11.3.1.5) e dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma [UNI EN 10204](#), dello specifico lotto di materiale fornito.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla "Dichiarazione di prestazione" di cui al Regolamento UE 305/2011, dalla prevista marcatura CE nonché dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma [UNI EN 10204](#), dello specifico lotto di materiale fornito.

Il riferimento agli attestati comprovanti la qualificazione del prodotto deve essere riportato sul documento di trasporto.

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

Nel caso di fornitura in cantiere non proveniente da centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del fabbricante.

6.3.8 Centri di trasformazione

Il Centro di trasformazione, impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni, può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dalle norme vigenti.

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare la conformità a quanto indicato al punto 11.3.1.7 del D.M. 17 gennaio 2018 e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Gli atti di cui sopra sono consegnati al collaudatore che, tra l'altro, riporta nel Certificato di collaudo gli estremi del Centro di trasformazione che ha fornito il materiale lavorato.

6.3.9 Rintracciabilità dei prodotti

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

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

6.3.10 Documentazione di accompagnamento e verifiche della Direzione dei Lavori

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un centro di trasformazione devono essere accompagnati da idonea documentazione, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso e che consenta la completa tracciabilità del prodotto. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione", rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno di cui al D.M. 17 gennaio 2018, fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata;

c) da dichiarazione contenente i riferimenti alla documentazione fornita dal fabbricante ai sensi del punto 11.3.1.5 del D.M. 17 gennaio 2018 in relazione ai prodotti utilizzati nell'ambito della specifica fornitura. Copia della documentazione fornita dal fabbricante e citata nella dichiarazione del centro di trasformazione, è consegnata al Direttore dei Lavori se richiesta.

6.4 Acciaio per usi strutturali

6.4.1 Prescrizioni per gli acciai per usi strutturali

L'acciaio, costituito da una lega ferro-carbonio, si distingue in funzione della percentuale di carbonio presente in peso; in particolare si suddividono in: acciai dolci (C=0,15%-0,25%), acciai semiduri, duri e durissimi (C>0,75%).

Gli acciai per usi strutturali, denominati anche *acciai da costruzione* o *acciai da carpenteria* hanno un tenore di carbonio indicativamente compreso tra 0,1% e 0,3%. Il carbonio infatti, pur elevando la resistenza, riduce sensibilmente la duttilità e la saldabilità del materiale; per tale motivo gli acciai da costruzione devono essere caratterizzati da un basso tenore di carbonio.

I componenti dell'acciaio, comprensivi del ferro e del carbonio, non dovranno comunque superare i valori limite percentuali specificati nella normativa europea [UNI EN 10025-5](#) (per i laminati).

A tal proposito gli acciai vengono suddivisi in "legati" e "non legati", a seconda se l'acciaio considerato contiene tenori della composizione chimica che rientrano o meno nei limiti della [UNI EN 10020](#) per i singoli elementi costituenti.

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno in tutti i casi utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie [UNI EN 10025](#) (per i laminati), [UNI EN 10210](#) (per i tubi senza saldatura) e [UNI EN 10219-1](#) (per i tubi saldati), e già recanti la Marcatura CE secondo norma [UNI EN 1090-1](#).

Solo per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE si rimanda a quanto specificato al punto B del punto 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018 e si applica la procedura di cui ai punti 11.3.1.2 e 11.3.4.11.1 del citato decreto.

Per le palancole metalliche e per i nastri zincati di spessore ≤ 4 mm si farà riferimento rispettivamente alle [UNI EN 10248-1](#) ed [UNI EN 10346](#).

Per l'identificazione e qualificazione di elementi strutturali in acciaio realizzati in serie nelle officine di produzione di carpenteria metallica e nelle officine di produzione di elementi strutturali, si applica quanto specificato al punto 11.1, caso A) del decreto, in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 1090-1.

Per la dichiarazione delle prestazioni ed etichettatura si applicano i metodi previsti dalla norme europee armonizzate, ed in particolare:

- Dichiarazione delle caratteristiche geometriche e delle proprietà del materiale.
- Dichiarazione delle prestazioni dei componenti, da valutarsi applicando le vigenti Appendici Nazionali agli Eurocodici;
- Dichiarazione basata su una determinata specifica di progetto, per la quale si applicano le presenti norme tecniche.

In ogni caso ai fini dell'accettazione e dell'impiego, tutti i componenti o sistemi strutturali devono rispondere ai requisiti della norma tecnica del D.M. 17 gennaio 2018; in particolare i materiali base devono essere qualificati all'origine ai sensi del punto 11.1 di detta norma.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme [UNI EN ISO 377](#), [UNI EN ISO 6892-1](#) e [UNI EN ISO 148-1](#).

Per le tipologie dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore dovrà essere certificato secondo la norma [UNI EN ISO 3834](#) (parte 2 e 4).

In sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee [UNI EN 10025](#), [UNI EN 10210](#) ed [UNI EN 10219-1](#), si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} riportati nelle tabelle seguenti.

6.4.2 Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento	
	$t \leq 40$ mm	40 mm $< t \leq 80$ mm

	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	580
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

6.4.3 Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		

S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		
S 460 NH/NHL	460	550		

Art. 7. METALLI DIVERSI

7.1 GENERALITÀ

Tutti i materiali da impiegare nelle costruzioni, e le relative leghe, dovranno essere della migliore qualità, ottimamente lavorati e scevri di ogni impurità o difetto che ne vizino la forma o ne alterino la resistenza e la durata.

7.2 STAGNO E SUE LEGHE

Dovranno essere conformi alla normativa UNI EN 610 (Lingotti) e UNI 10368 (Leghe per saldature e rivestimenti).

7.3 ZINCO E SUE LEGHE

Dovranno essere conformi alla normativa UNI EN 1179. Le lamiere, i nastri, i fili ed i tubi dovranno avere superfici lisce, regolari, privi di scaglie, rigature, vaiolature, corrosioni, striature. Gli elementi per coperture in lamiera di zinco non autoportante dovranno rispondere alla norma UNI EN 501.

7.4 RAME E SUE LEGHE - PRODOTTI

7.4.1 Lamiere

Come per i tubi, saranno di rame Cu-DHP, con caratteristiche meccaniche definite dalla UNI EN 13599. Potranno essere di tipo incrudito o ricotto, secondo prescrizione, ed avranno spessore non inferiore a 6 mm. La superficie sarà di norma lucida da laminazione ed assolutamente priva di difetti constatabili a vista.

Art. 8. LEGNAMI

8.1 GENERALITÀ

8.1.1 Nomenclatura e misurazione

Per la nomenclatura delle specie legnose, sia di produzione nazionale che d'importazione, si farà riferimento alle norme UNI 2853 e 2854; per la nomenclatura dei difetti, la classifica e la misurazione alle UNI ISO 1029, UNI EN 1310, UNI EN 844 (3-9) ed UNI EN 975-1.

8.1.2 Requisiti in generale

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30 ottobre 1912; saranno provvisti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più diritte affinché le fibre non riescano tagliate dalla segatura e non si ritirino nelle connessioni. I legnami rotondi dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie recidendone i nodi a seconda di essa; la differenza fra i diametri delle estremità

non dovrà oltrepassare i 15/1000 della loro lunghezza, né il quarto del maggiore dei due diametri. Nei legnami grossamente squadri od a spigolo smussato l'alburno dovrà essere in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadri a sega con le diverse facce esattamente spianate e senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno, né smussi di sorta, neppure minimi.

8.2 LEGNAMI DA CARPENTERIA DEFINITIVA

Dovranno presentare carico di rottura a compressione normalmente alle fibre non inferiore a 30 MPa e carico di rottura a trazione parallelamente alle fibre non inferiore a 70 MPa.

Art. 9. MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI

9.1 GENERALITÀ

I materiali per pavimentazione ed in particolare piastrelle di argilla, mattonelle e marmette di cemento, mattonelle greificate, lastre e quadrelle di marmo, mattonelle d'asfalto, oltre a possedere le caratteristiche riportate negli articoli relativi alle corrispondenti categorie di materiale, dovranno rispondere anche alle norme di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2234.

Le prove da eseguire per accertare la bontà dei materiali da pavimentazione, in lastre o piastrelle, saranno almeno quelle di resistenza alla rottura per urto e per flessione, all'usura per attrito radente o per getto di sabbia, la prova di gelività e, per i materiali cementati a caldo, anche la prova d'impronta.

9.2 MATTONELLE, MARMETTE E PIETRINI DI CEMENTO

9.2.1 Norme generali

Le mattonelle, le marmette ed i pietrini di cemento dovranno essere conformi, per dimensioni e caratteristiche, alle norme UNI vigenti. Dovranno altresì risultare di ottima fabbricazione, di idonea compressione meccanica e di stagionatura non inferiore a tre mesi. Saranno ben calibrati, a bordi sani e piani e non dovranno presentare carie, né peli, né segni di distacco tra sottofondo e strato superiore. La colorazione del cemento dovrà essere fatta con colori adatti, amalgamati ed uniformi.

Le piastre, dovranno essere fornite pre-trattate con un trattamento idro-olio repellente e dovranno garantire una differenza di tono tale da non snaturare la qualità e l'omogeneità. Dovranno essere resistenti al gelo secondo la normativa EN1339 e dovranno essere antiscivolo in base sempre alla medesima normativa. Devono inoltre garantire la carrabilità

9.2.2 Mattonelle di cemento

Di spessore complessivo pari a 37/40 mm avranno uno strato superficiale di assoluto cemento colorato (sabbatura impregnata) di spessore costante non inferiore a 5 mm. Formato 50x50 cm o come da indicazione della Direzione Lavori.

9.2.3 Pietrini di cemento

Potranno avere forma quadrata (25 x 25) e rettangolare (20 x 10 e 30 x 15). Nel formato minore (20 x 10) avranno spessore complessivo non inferiore a 15 mm costituito da due strati dei quali il superiore, di assoluto cemento puro, colorato o meno, di spessore non inferiore a 5 mm; negli altri due formati avranno spessore complessivo non inferiore a 15 mm per usi pedonali ed a 18 mm per impieghi carrabili. La superficie superiore dei pietrini potrà essere richiesta liscia, bocciardata, bugnata (25 o 100 bugne), scanalata o ad impronte varie. Tolleranza sulle dimensioni dei lati: + 0,5÷1 mm.

Art. 10. PRODOTTI VERNICIANTI – PITTURE – VERNICI – SMALTI

10.1 GENERALITÀ

Tutti i prodotti in argomento dovranno essere forniti in cantiere in recipienti originali sigillati, di marca qualificata, recanti il nome della Ditta produttrice, il tipo e la qualità del prodotto, le modalità di conservazione e di uso, e l'eventuale data di scadenza. I recipienti, da aprire solo al momento dell'impiego in presenza di un assistente della Direzione, non dovranno presentare materiali con pigmenti irreversibilmente sedimentati, galleggianti non disperdibili, peli, addensamenti, gelatinizzazioni o degradazioni di qualunque genere.

Salvo diversa prescrizione, tutti i prodotti dovranno risultare pronti all'uso, non essendo consentita alcuna diluizione con solventi o diluenti, tranne che nei casi previsti dalle Ditte produttrici e con i prodotti e nei rapporti dalle stesse indicati. Risulta di conseguenza assolutamente vietato preparare pitture e vernici in cantiere, salvo le deroghe di cui alle norme di esecuzione.

Per quanto riguarda proprietà e metodi di prova dei materiali si farà riferimento alle norme di classifica UNI I.C.S. 87 (pitture, vernici, smalti) ed alle norme UNICHIM. In ogni caso saranno presi in considerazione solo prodotti di ottima qualità, di idonee e costanti caratteristiche per i quali potrà peraltro venire richiesto che siano corredati del "Marchio di Qualità Controllata" rilasciato dall'Istituto Italiano del Colore (I.I.C.).

10.2 PRODOTTI PER TINTEGGIATURA – IDROPITTURE

Caratterizzate dal fatto di avere l'acqua come elemento solvente e/o diluente, le pitture in argomento verranno suddivise, per le norme del presente Capitolato, in due classi, di cui la prima comprenderà le pitture con legante disciolto in acqua (pitture con legante a base di colla, cemento, ecc.) e la seconda le pitture con legante disperso in emulsione (lattice) fra cui, le più comuni, quelle di copolimeri butadiene-stirene, di acetato di polivinile e di resine acriliche.

Per le pitture di che trattasi, o più in particolare per le idropitture, oltre alle prove contemplate nelle UNI potranno venire richieste delle prove aggiuntive di qualificazione, da eseguire con le modalità o nei tipi diversamente prescritti dalla Direzione Lavori.

10.3 PITTURE

Ai fini della presente normativa verranno definiti come tali tutti i prodotti verniciati non classificabili tra le idropitture di cui al precedente punto 8.2 né tra le vernici trasparenti e gli smalti.

Di norma saranno costituite da un legante da un *solvente* (ed eventuale diluente per regolarne la consistenza) e da un *pigmento* (corpo opacizzante e colorante); il complesso legante + solvente, costituente la fase continua liquida della pittura, verrà definito, con termine già in precedenza adoperato, *veicolo*. Con riguardo alla normativa si farà riferimento, oltre che alle UNI, anche alle UNICHIM di argomento 53/57 (Prodotti vernicianti - Metodi generali di prova).

10.3.1 Pitture oleosintetiche

Composte da olio e resine sintetiche (alchidiche, gliceroftaliche), con appropriate proporzioni di pigmenti, veicoli e sostanze coloranti, le pitture in argomento presenteranno massa volumica di $1 \div 1,50 \text{ kg/dm}^3$, adesività 0%, durezza 24 Sward Rocker, essiccazione fuori polvere (f.p.) di $4 \div 6$ ore, residuo secco min. del 55%, brillantezza non inferiore a 80 Gloss.

Le pitture saranno fornite con vasta gamma di colori in confezioni sigillate di marca qualificata.

10.3.2 Pitture antiruggine e anticorrosive

Saranno rapportate al tipo di materiale da proteggere, al grado di protezione, alle modalità d'impiego, al tipo di finitura nonché alle condizioni ambientali nelle quali dovranno esplicare la loro azione protettiva. Si richiamano le norme:

- UNI EN ISO 12944-1 - Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Introduzione generale
- UNI EN ISO 12944-2 - Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Classificazione degli ambienti.

- UNI EN ISO 12944-4 - Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Tipi di superfici e loro preparazione.
- UNI EN ISO 12944-5 - Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Sistemi di verniciatura protettiva.
- UNI EN ISO 12944-6 - Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Prove di laboratorio.
- UNI EN ISO 12944-6 - Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura

In ogni caso, e con riguardo alle pitture antiruggine di più comune impiego, si prescrive:

- Antiruggine a olio al minio di piombo*: Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.1. del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova, i seguenti risultati: densità 2,80 ÷ 3,40, finezza di macinazione 20 ÷ 40 micron, essiccazione f.p. max. 6 ore, essiccazione max. 72 ore.
- Antiruggine oleosintetica al minio di piombo*: Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.2. del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova, i seguenti risultati: densità 2,10 ÷ 2,40, finezza di macinazione 30 ÷ 40 micron, essiccazione all'aria max. 16 ore.
- Antiruggine al cromato di piombo*: Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.3. del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova, i seguenti risultati: densità 1,50 ÷ 1,80, finezza di macinazione 20 ÷ 40 micron, essiccazione all'aria max. 16 ore.
- Anticorrosiva al cromato di zinco*: Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.4. del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova i seguenti risultati: densità 1,35 ÷ 1,48, finezza di macinazione 30 ÷ 40 micron, essiccazione all'aria max. 16 ore.

- Anticorrosive al catrame e speciali*: Dovranno possedere caratteristiche medie di composizione e fisico-meccaniche rientranti nei limiti di cui alla Tabella 41. Dovranno inoltre presentare resistenza alle corrosioni chimiche correlate alle condizioni di impiego e comunque non inferiore alle specifiche particolari richieste.

Le prove termiche, nonché quelle di durezza, di imbutitura e di impermeabilità, verranno eseguite su rivestimento di 100 micron applicato a

lamierini di acciaio dolcissimo conformemente alle norme UNI; quelle di corrosione, su rivestimento di 400 micron; quelle di urto, su rivestimento di 200 micron applicato su provino di calcestruzzo. Al termine delle prove, i rivestimenti non dovranno presentare spaccature, sfogliature, vescicature, distacchi o alterazioni di sorta. L'eventuale alterazione di colore del rivestimento non sarà comunque considerata motivo di inidoneità.

TAB. 41 - Pitture anticorrosive al catrame e speciali. Limiti percentuali di composizione e resistenza alle sollecitazioni fisico-meccaniche

COMPONENTI --- Caratteristiche fisico-meccaniche	PITTURE ANTICORROSIVE								
	Catramose	Catramose Epossidiche	Epossidiche	Catramose Fenoliche	Fenoliche	Poliestere	Poliuretaniche	Viniliche	Epossiviniliche
Pece di catrame	40/60	15/30	--	15/20	--	--	--	--	--
Resina	--	15/30	25/40	20/30	30/40	40/50	30/45	15/30	25/30
Solvente (max.)	40	30	15	15	10	20	30	65	20
Carica e pigmento (max.)	30	40	60	50	60	40	40	20	55
Limiti sulla composizione delle Ceneri: silicati min. 30% carbonati max. 20%, solfati max. 20%									
Resistenza alla temperatura in immersione (°C)	+ 45	+60	+90	+60	+90	+90	+100	+60	+60
Salto termico a caldo (°C)	70	90	120	90	120	120	130	90	90
Durezza min. Sward-Rocher Imbutitura	4 4	15 4	20 4	15 2	25 2	30 2	20 3	10 3	10 3

10.4 VERNICI

Saranno perfettamente trasparenti e derivate da resine o gomme naturali di piante esotiche (flattig grasse e fini) o da resine sintetiche, escludendosi in ogni caso l'impiego di gomme prodotte da distillazione. Dovranno formare una pellicola dura ed elastica, di brillantezza cristallina e resistere all'azione degli olii lubrificanti e della benzina. In termini quantitativi presenteranno adesività 0%, durezza 24 Sward Rocker, essiccazione f.p. 4 ÷ 6 ore, resistenza all'imbutitura per deformazioni fino ad 8 mm.

Le vernici sintetiche e quelle speciali (acriliche, cloroviniliche, epossidiche, catalizzate poliesteri, poliuretaniche, al clorocaucciù, ecc.) saranno approvvigionate nelle loro confezioni sigillate e

corrisponderanno perfettamente alle caratteristiche d'impiego e di qualità richieste. Caratteristiche comuni saranno comunque l'ottima adesività, l'uniforme applicabilità, l'assoluta assenza di grumi, la rapidità d'essiccazione, la resistenza all'abrasione ed alle macchie nonché l'inalterabilità all'acqua ed agli agenti atmosferici in generale.

Vernici per segnaletica orizzontale: le vernici saranno rifrangenti e del tipo con perline di vetro premiscelate e debbono essere costituite da pigmento di biossido di titanio per la vernice bianca e giallo cromo, per la gialla. Il liquido portante deve essere del tipo olio-resinoso, con parte resinosa sintetica. I solventi e gli essiccanti debbono essere derivati da prodotti rettificati della distillazione del petrolio. Le perline di vetro contenute nella vernice debbono essere incolori ed avere un diametro compreso tra 0,006 mm e 0,20 mm e la loro quantità in peso contenuta nella vernice deve essere circa del 22%; subito dopo la stesa, a vernice ancora fresca, si dovrà precedere ad una post-spruzzatura di perline per un ulteriore 22%. Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,5 e 1,7 m²/kg. La vernice deve essere tale da aderire tenacemente a tutti i tipi di pavimentazione, deve avere buona resistenza all'usura, sia del traffico che degli agenti atmosferici, e deve presentare una visibilità ed una rifrangenza costanti fino alla completa consumazione.

10.5 SMALTI

Nel tipo grasso avranno come leganti le resine naturali e come pigmenti diossido di titanio, cariche inerti ed ossido di zinco. Nel tipo sintetico avranno come componenti principali le resine sintetiche (nelle loro svariate formulazioni: alchidiche, maleiche, fenoliche, epossidiche, poliesteri, poliuretaniche, siliconiche, ecc.) ed il bianco titanio rutilo e, come componenti secondari pigmenti aggiuntivi (cariche) ed additivi vari (dilatanti, antipelle, anti-impolmonimento, anticoloranti, ecc.).

Gli smalti sintetici, prodotti di norma nei tipi per interno e per esterno, presentano adesività 0%, durezza 26 Sward Rocker, finezza di macinazione inferiore a 12 micron, massa volumica 1,10 ± 20% kg/dm³, resistenza all'imbutitura per deformazione fino ad 8 mm. Gli smalti presenteranno altresì ottimo potere coprente, perfetto stendimento, brillantezza adeguata (per i lucidi non inferiore a 90 Gloss, per i satinati non superiore a 50 Gloss), nonché resistenza agli urti, alle macchie, all'azione dell'acqua, della luce, degli agenti atmosferici e decoloranti in genere.

Anche gli smalti, come le vernici, saranno approvvigionati in confezioni sigillate, con colori di vasta campionatura. Per i metodi di prova si rimanda alle precedenti elencazioni.

Art. 11. PRODOTTI DI CEMENTO E AGGREGATI GRANULARI

11.1 GENERALITÀ

I prodotti di cemento dovranno essere confezionati con conglomerato vibrocompresso o centrifugato ad alto dosaggio di cemento (del tipo prescritto), con inerti di granulometria adeguata ai manufatti e di qualità rispondente ai vigenti requisiti generali di accettabilità. Dovranno avere spessore proporzionato alle condizioni di impiego, superfici lisce e regolari, dimensioni ben calibrate, assoluta mancanza di difetti e/o danni.

Per i tubi di cemento armato in pressione la qualità dei materiali dovrà essere particolarmente rapportata alle condizioni di posa: verranno pertanto usati cementi resistenti ai solfati ove il contenuto totale di solfati solubili dovesse superare nel terreno i 3000 mg/kg di terreno o i 600 mg/kg di acqua di sottosuolo e comunque per terreni impregnati di acqua di mare. In ogni caso il contenuto massimo ammissibile di cloruri nel calcestruzzo dovrà essere, in percentuale del peso di cemento: 0,4% per i tubi di calcestruzzo armato e 0,2% per i tubi di calcestruzzo precompresso. La resistenza minima a 28 giorni, in entrambi i casi, dovrà essere di 35 MPa (N/mm²). Vale la norma UNI EN 639 - Prescrizioni comuni per tubi in pressione di calcestruzzo, inclusi giunti e pezzi speciali.

11.2 MANUFATTI DIVERSI

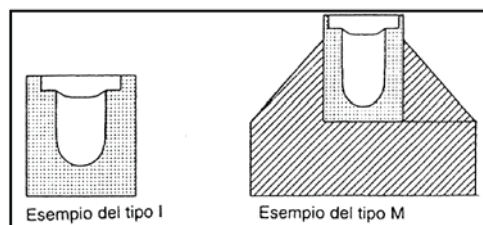
11.2.1 Canalette di drenaggio

Potranno essere di tipo "I" (non richiedenti ulteriore supporto) o di tipo "M" (richiedenti un supporto aggiuntivo di norma un massetto rinfiacato). Dovranno comunque essere marcate CE e rispondere alle prescrizioni della seguente normativa:

UNI EN 1433 - Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni. Classificazione, requisiti di progettazione e di prova. Marcatura e valutazione di conformità. Le canalette di drenaggio saranno classificate, in conformità al loro uso previsto, in: A15, B125, C250, D400, E600 e F900; tale classifica sarà posta in correlazione alla situazione di posa in opera secondo uno dei 6 gruppi di posa previsti al punto 5 della norma.

Il calcestruzzo dovrà essere conforme al punto 6.3.3 della norma e dovrà avere resistenza a compressione non inferiore a 45 N/mm². La marcatura dovrà riportare il riferimento alla norma, il marchio di identificazione, la classe, il tipo di prodotto (I o M), la data di produzione, il grado di resistenza agli agenti atmosferici.

FIG. 11 - Canalette di drenaggio in calcestruzzo. Tipi.



11.2.2 Lastre per mantellate

Salvo diversa prescrizione, avranno dimensioni di 25 x 50 x 5 cm e saranno realizzate con conglomerato cementizio vibro-compresso di resistenza Rck non inferiore a 25 N/mm². Le lastre presenteranno superficie in vista liscia e piana, spigoli vivi, fianchi conformati a giunto aperto e conveniente stagionatura.

11.2.3 Elementi a griglia per mantellate

Salvo diversa prescrizione, avranno dimensioni di circa 0,25 m² e saranno realizzate con conglomerato cementizio vibro-compresso, di resistenza non inferiore a 30 N/mm², opportunamente armato con tondini di acciaio del diametro minimo di 3 mm. Ogni elemento avrà uno spessore di 9 ÷ 10 cm e massa compresa tra 30 ÷ 35 kg; presenterà inoltre cavità a tutto spessore, di superficie pari circa il 40% dell'intera superficie, e naselli ad incastro a coda di rondine sporgenti dal perimetro.

Potranno essere richiesti pezzi speciali provvisti di incastro a snodo articolato su pezzi in calcestruzzo armato (da utilizzarsi in quelle particolari posizioni in cui fossero previsti sforzi di trazione, specie in corrispondenze di cambiamenti di pendenza del rivestimento) ed inoltre pezzi speciali per la protezione delle superfici coniche.

Art. 12. LEGANTI IDROCARBURATI E AFFINI – MATERIALI PER IMPERMEABILIZZAZIONI

12.1 BITUMI

12.1.1 Bitumi per usi stradali

I normali bitumi per usi stradali derivati dal petrolio, destinati ad essere impiegati a caldo, rispettare le prescrizioni di cui alla seguente norma:

TAB. 44 a - Bitumi per usi stradali. Caratteristiche parziali per i bitumi di maggior uso (da App. NA della norma)

"Caratteristica"	Unità	Metodo di prova	Designazione delle classi			
			35/50	50/70	70/100	160/220
Valore della penetrazione	x 0,1 mm	EN 1426	35-50	50-70	70-100	160-220
Punto di rammollimento	°C	EN 1427	50-58	46-54	43-51	35-43
Punto di rottura Fraass, valore massimo	°C	EN 12593	-5	-8	-10	-15
Punto di infiammabilità, valore minimo	°C	EN 22592	240	230	230	220
Solubilità, valore minimo	%	EN 12592	99	99	99	99
Resistenza all'indurimento		EN 12607-1	0,5	0,5	0,8	1

UNI EN 12591 - Bitumi e leganti bituminosi. Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali.

La designazione dei bitumi sarà effettuata sulla base delle classi di penetrazione a 25 °C riportate nel prospetto 1 della norma delle quali, in Tab. 44 a, si riportano quelle di maggior uso in Italia.

Per gli usi stradali il campo di applicazione sarà definito dal 20/30 per l'asfalto colato, dal 35/50 e dal 50/70, per i conglomerati chiusi, dal 70/100 per i trattamenti a penetrazione ed i pietrischetti bitumati e dal 160/220 per i trattamenti a semipenetrazione.

Potranno venire impiegati anche bitumi modificati o bitumi sfusi rispondenti alle norme UNI EN 14023 e UNI EN 13924.

I leganti bituminosi possono essere di tipo:

- normale (base);
- modificato.

I bitumi modificati possono essere:

- modificati in raffineria;
- in apposito impianto di trattamento del bitume,

mediante idonea aggiunta di polimeri (elastomerici e/o plastomerici) secondo le indicazioni fornite dal progettista per le particolari condizioni di impiego (tipo e frequenza delle sollecitazioni, temperature ambiente ecc.).

Nota Bene: non si dovranno confondere i conglomerati realizzati con bitumi modificati con i conglomerati bituminosi additivati con plastomeri al momento del confezionamento.

In generale, i bitumi di tipo normale per impieghi stradali, dovranno:

- essere praticamente solubili (al 99%) in solfuro di carbonio;
- avere buone proprietà leganti rispetto al materiale litico, aderendo ad esso e presentando una sufficiente consistenza;
- contenere non più del 2,5% di paraffina.

In ogni caso non potranno essere impiegati bitumi prodotti in "impianti di visbreaking" (rottura di viscosità).

Agli effetti della determinazione delle loro caratteristiche, dovranno effettuarsi apposite indagini di controllo; pertanto i campioni devono essere prelevati in modo che individuino, per quanto possibile, le caratteristiche della partita.

Ogni campione di bitume da analizzare deve riferirsi a partite non maggiori di 20 tonn. Ogni campione di emulsione da analizzare deve riferirsi a partite non maggiori di 50 fusti o equivalente. Su tutti i campioni di bitume verranno eseguite le sole prove di penetrazione, punto di rammollimento e FRAASS. Analogamente su tutti i campioni di emulsione verranno eseguite le sole prove relative a contenuto di acqua, viscosità e PH. Le altre prove contemplate nelle relative specifiche saranno effettuate in fase di qualificazione dei prodotti e susseguentemente solo dietro richiesta e a discrezione della Direzione Lavori.

12.1.2 Bitumi da spalmatura

I bitumi saranno forniti in uno dei tipi indicati nella Tabella 44 b. L'indice di penetrazione sarà determinato con il metodo riportato nelle norme UNI.

TAB. 44 b - Bitumi da spalmatura. Tipi e caratteristiche

CARATTERISTICA	Unità di misura	TIPO						
		1	2	3	4	5	6	7
Punto di rammollimento P.A.	°C	50 a 60	60 a 70	80 a 90	95 a 105	95 a 105	105 a 115	110 a 120
Penetrazione a 25 °C	10 ⁻¹ mm	40 a 50	25 a 35	20 a 30	35 a 45	10 a 20	25 a 35	10 a 20
Indice di penetrazione		min. -0,5	min. 0,5	min. 2,5	min. 5,5	min. 3	min. 5,5	min. 4,5
Punto di rottura Fraass	°C	max. -6	max. -12	max. -10	max. -18	max. -18	max. -13	max. -5
Solubilità in solventi organici	%	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5

12.1.3 Bitumi liquidi

Bitumi di fluidità nettamente maggiore dei precedenti (per la presenza in essi di olii provenienti dal petrolio o dal catrame di carbon fossile e destinati ad evaporare, almeno in parte, dopo l'applicazione) dovranno soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi" di cui al Fasc. n. 7 CNR diffuso con circolare ministeriale 30 settembre 1957, n. 2759.

12.1.4 Emulsioni bituminose

Dispersioni di bitumi di petrolio in acqua ottenute con l'impiego di emulsivi (oleato di sodio ed altri saponi di acidi grassi, resinati, colle animali o vegetali) ed eventuali stabilizzanti (idrati di carbonio, colle, sostanze alluminose) per aumentare la stabilità nel tempo e al gelo, dovranno avere capacità di legare il materiale lapideo al contatto del quale si rompono e rispondere alle "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" di cui al Fasc. n. 3/1958 CNR diffuso con Circolare del Ministero dei LL.PP. 2 aprile 1959, n. 842.

Le norme non si applicano alle emulsioni a reazione acida ed a quelle preparate con bitumi liquidi. La classificazione è fatta con riferimento al contenuto di bitume puro e alla velocità di rottura delle stesse secondo la Tabella 45.

TAB. 45 – Emulsioni bituminose. Classificazione

COMPOSIZIONE E CARATTERISTICHE	EMULSIONI						
	a rapida rottura			a media velocità di rottura		a lenta rottura	
	Tipo ER 50	Tipo ER 55	Tipo ER 60	Tipo EM 55	Tipo EM 60	Tipo EL 55	Tipo EL 60
1) Composizione: — contenuto in peso di bitume puro, minimo.....%	50	55	60	55	60	55	60
— contenuto in peso di emulsivo e di stabilizzante massimo.....%	1	1	1	1	2	2,5	2,5
2) Caratteristiche fisiche — indice di rottura.....%	maggiore di 0,9			compreso tra 0,9 e 0,5		minore di 0,5	

In linea generale le emulsioni a rapida rottura dovranno essere impiegate nei trattamenti superficiali a penetrazione, quelle a media velocità di rottura negli impasti con sensibili percentuali di materiale fino, quelle a lenta velocità negli impasti con alta percentuale di materiale fino.

Nel caso di impiego di rocce "acide" idrofile, dovranno usarsi emulsioni acide, adottando nella preparazione dell'emulsione emulsivi "cationici" quali le ammine ad alto peso molecolare, come la oleilamina, la stearylamina e derivati analoghi. Tali emulsioni dovranno essere adoperate, in sostituzione delle normali basiche, nei trattamenti da eseguire a stagione inoltrata con tempo freddo e umido.

All'atto dell'impiego la Direzione dovrà accertare che nei fusti di emulsione, per cause diverse, non sia avvenuta una separazione dei componenti che non sia riemulsionabile per agitazione; in tal caso e se dopo sbattimento si presentassero ancora dei grumi, l'emulsione dovrà essere scartata.

Art. 13. GUARNIZIONI – IDROFUGHI – IDROPELLENTI

13.1 GUARNIZIONI

13.1.1 Generalità

Materiali di tenuta al pari dei sigillanti, ma allo stato solido preformato (e anche prevulcanizzato o prepolimerizzato), potranno essere costituiti da prodotti elastomerici o da materie plastiche.

Con riguardo alla struttura fisica e alle caratteristiche meccaniche le guarnizioni si distingueranno poi in *compatte* (normali o strutturali, quest'ultime dotate anche di portanza meccanica) ed *espansive* (a celle aperte o chiuse). Caratteristiche comuni dovranno essere comunque l'ottima elasticità, la morbidezza, la perfetta calibratura, la resistenza agli agenti atmosferici e in generale all'invecchiamento. Resta stabilito comunque che, ove non diversamente prescritto, le guarnizioni saranno fornite nel tipo elastomerico. Vale la norma UNI EN 681-1 - Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Gomma vulcanizzata.

13.1.2 *Guarnizioni elastomeriche*

Avranno le prestazioni prescritte in Elenco o dichiarate dal produttore ed accettate dalla Direzione dei lavori. Per le prove si farà riferimento alle norme UNI, UNI EN o UNI EN ISO o, in subordine, alle norme ASTM o a quelle diverse di cui alla certificazioni di riferimento.

13.1.3 *Guarnizioni in cloruro di polivinile (PVC)*

Realizzate con cloruro di polivinile ad alto peso molecolare ($K > 70$), avranno resistenza a trazione compresa tra $14 \div 20$ MPa, allungamento a rottura compreso tra $200 \div 350\%$ e durezza Shore A compresa tra $76 \div 80$ punti.

Le guarnizioni presenteranno vasta gamma di colori e inoltre ottima resistenza all'invecchiamento, agli acidi e basi concentrate, alle soluzioni saline e agli agenti ossidanti. Le temperature d'impiego saranno comprese tra $-25/ + 50$ °C; le caratteristiche meccaniche corrisponderanno alle norme stabilite per le guarnizioni (ASTM C-542 od UNI).

13.1.4 *Guarnizioni in poliuretano espanso*

Saranno di norma costituite da espansi a celle aperte (densità $60 \div 80$ kg/m³) impregnati di una speciale miscela bituminosa (in rapporto di $80 \div 90$ kg/m³). La schiuma sarà autoestinguenta e inoltre resistente agli acidi, alle basi, agli agenti atmosferici e alla temperatura (fino a 100 °C).

In applicazione, le proprietà di tenuta saranno determinate dai seguenti gradi di compressione:

- al 50% dello spessore originario, per la tenuta all'aria e alla polvere;
- al 25% dello spessore originario, per la tenuta agli agenti atmosferici;
- al 15% dello spessore originario, per la tenuta al vapore e all'acqua (idrost.).

13.2 IDROFUGHI

Qualunque sia la composizione chimica (fluati, soluzioni saponose, ecc.) dovranno conferire alle malte o ai calcestruzzi cui verranno addizionati efficace e duratura impermeabilità senza peraltro alterare le qualità fisico meccaniche delle stesse né aggredire gli eventuali ferri di armatura. Dovranno altresì lasciare inalterati i colori nonché, per intonaci cementizi a contatto con acque potabili, non alterare in alcun modo i requisiti di potabilità.

Gli idrofughi saranno approvvigionati in confezioni sigillate riportanti, oltre al tipo di materiale, il nome della ditta produttrice e le modalità di impiego. Le caratteristiche del prodotto dovranno essere adeguatamente certificate.

13.3 IDROREPELLENTI

Costituiti in linea generale da resine siliconiche in soluzione acquosa o in solvente, dovranno essere compatibili con i materiali sui quali verranno applicati, dei quali non dovranno in alcun modo alterare le proprietà, né l'aspetto o il colore. Tali prodotti saranno perciò perfettamente trasparenti, inalterabili agli agenti meteorologici, alle atmosfere aggressive, agli sbalzi di temperatura e dovranno conservare la porosità e la traspirabilità delle strutture. Prove di idrorepellenza, effettuate su campioni di materiale trattato e sottoposti per non meno di 5 ore a getti di acqua continuati, dovranno dare percentuali di assorbimento assolutamente nulle.

Gli idrorepellenti dovranno essere approvvigionati come al precedente punto 11.2. Le qualità richieste dovranno essere idoneamente certificate e garantite per un periodo di durata non inferiore a 5 anni.

Art. 14. PRODOTTI DI MATERIE PLASTICHE

14.1 GENERALITÀ

Per la definizione, la classificazione e le prescrizioni sulle materie plastiche in generale, si farà riferimento alla normativa UNI (Materie plastiche, Prove sulle materie plastiche, Prodotti semifiniti e finiti di materie plastiche).

14.2 TUBI E RACCORDI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC)

14.2.1 Generalità

Saranno fabbricati con mescolanze a base di policloruro di vinile esenti da plastificanti (PVC-U) e dovranno rispondere alle prescrizioni ed ai requisiti della seguente normativa UNI EN ed UNI:

- UNI EN 1329-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa temperatura) all'interno di fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema.
- UNI EN 1401-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema.
- UNI EN 1452-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione di acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Generalità
- UNI EN 1452-2 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Tubi.
- UNI EN 1453-1 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi ed il sistema.
- UNI EN 1456-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi in pressione interrati e fuori terra. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i componenti della tubazione e per il sistema.
- UNI EN 13476-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazione a parete strutturata in policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte I. Requisiti generali e caratteristiche prestazionali.
- UNI EN 13476-2 - Idem Parte 2. Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A.
- UNI EN 13476-3 - Idem Parte 2. Specifiche e raccordi con superficie interna liscia ed esterna profilata e il sistema, tipo B.

14.2.2 Tubi e raccordi per scarichi

Definiti, secondo UNI EN 1329-1, dai codici "B" (codice per l'area di applicazione per componenti destinati all'uso sopra terra all'interno degli edifici od in esterno, fissati alle pareti.) e "D" (codice riferito ad un'area sotto ed entro 1 m dall'edificio dove i tubi sono interrati e collegati al sistema di scarico interrato delle acque (per componenti destinati ad applicazioni in entrambe le aree B e D il relativo codice è BD)) in rapporto all'area di applicazione, avranno come materiale di base il PVC-U, con tenore di almeno l'80% in massa per i tubi e l'85% per i raccordi stampati per iniezione. Tubi e raccordi dovranno essere colorati a spessore, di regola di colore grigio.

I tubi avranno diametro nominale DN e spessore di parete minimo come da tabella che segue, con tolleranze come da Prospetti 1 e 3 della norma citata. Per le ulteriori dimensioni (bicchieri, raccordi e relative tipologie) si farà riferimento al punto 6 della stessa norma.

Tubi di policloruro di vinile per scarichi all'interno di fabbricati. Diametri esterni nominali e spessori minimi

Diametro esterno nominale (mm)	32	40	50	63	75	80	82	90	100	110	125	140	160	180	200	250	315
Spessori di parete. Area B (mm)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,2	3,2	3,2	3,2	3,6	3,9	4,9	6,2
Spessori di parete. Area BD	-	-	-	-	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,2	3,2	3,5	4,0	4,4	4,9	6,2	7,7

(mm)																			
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

I tubi dovranno essere marcati a distanza minima di 1 m e riportare: il riferimento alla norma; il marchio di fabbrica; il diametro nominale; lo spessore di parete minimo; il materiale; il codice di area di applicazione; la rigidità anulare (per area BD); la rintracciabilità e l'eventuale simbolo per impiego a bassa temperatura (Il simbolo per impiego a bassa temperatura è costituito dalla figura di un cristallo di ghiaccio). La marcatura minima per i raccordi sarà conforme al prospetto 25 della UNI EN 1329-1.

14.2.3 Tubi e raccordi per fognature e scarichi interrati

Definiti dai codici "U" ⁽³⁾ ed "UD" ⁽⁴⁾ in rapporto all'area di applicazione, saranno formati con PVC-U come al punto precedente ed avranno colore a spessore di norma marrone-arancio (RAL 8023) o grigio (RAL 7037) ⁽⁵⁾.

I tubi avranno diametro esterno nominale preferenziale e spessore di parete minimo (in funzione della rigidità nominale anulare SN e caratterizzato dal rapporto dimensionale normalizzato SDR) come da tabella che segue. Per le ulteriori dimensioni e tipologie di prodotti (bicchieri, raccordi, ecc.) si farà riferimento al punto 6 della UNI EN 1401-1.

Tubi di policloruro di vinile per scarichi interrati. Diametri esterni nominali e spessori minimi

Diametro esterno nominale (mm)	110	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
Spessori minimi per tubi SN2/SDR 51	-	-	3,2	3,9	4,9	6,2	7,9	9,8	12,3	15,7	19,6
" " SN4/SDR 41	3,2	3,2	4,0	4,9	6,2	7,7	9,8	12,3	15,4	19,6	24,5
" " SN8/SDR 34	3,2	3,7	4,7	5,9	7,3	9,2	11,7	14,6	18,4	-	-

14.2.4 Tubi, raccordi e valvole per fognature e scarichi in pressione

Potranno essere impiegati interrati, fuori terra, sfocianti in mare, posati in acque interne o canali, sospesi sotto ponte, ecc. ed avranno caratteristiche analoghe ai tubi della UNI EN 1452-2, salvo che i diametri saranno limitati, in basso, a quello di 25 mm e le pressioni nominali saranno comprese tra PN 6 e PN 12,5. Per le valvole, si rimanda alla UNI EN 1456-1.

14.2.5 Tubi e raccordi per adduzione d'acqua

Saranno fabbricati con una composizione di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) ed additivi in misura e qualità tali da non costituire pericolo tossico, organolettico o microbiologico (tali caratteristiche estendendosi a tutti i componenti del sistema) e da non influenzare le proprietà fisico-meccaniche dei prodotti e quelle di incollaggio.

I tubi avranno parete opaca e saranno colorati a spessore nei colori grigio, blu o crema. Avranno diametro esterno nominale di 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200... 1000 mm e spessori come da prospetto 2 della UNI EN 1452-2 in rapporto alla serie, alla pressione nominale ed ai coefficienti di impiego ($C = 2,5$ o $C = 2,0$) ⁽⁶⁾: S20 (SDR 41) PN6; S 12,5 (SDR 26) PN8; S 10 (SDR 21) PN10; S 8 (SDR 17) PN12,5; S 6,3 (SDR 13,6) PN16; S 5 (SDR 11) PN20.

La marcatura sarà conforme al prospetto 10 della norma e dovrà contenere, oltre alle informazioni di rito, il diametro esterno nominale, lo spessore di parete e la pressione nominale PN. Per i tubi destinati alla distribuzione di acqua, si dovrà avere una marcatura supplementare con la parola "ACQUA".

Art. 15. APPARECCHI IDRAULICI

15.1 GENERALITÀ

Tutti gli apparecchi ed i pezzi speciali da impiegare nell'esecuzione delle condotte e delle cabine di manovra dovranno uniformarsi ai tipi specificati in progetto e corrispondere esattamente alle prescrizioni delle relative norme di unificazione nonché ai modelli approvati dalla Direzione Lavori e depositati in campionatura.

³(U) Codice U: codice per area di applicazione interrata all'esterno della struttura dell'edificio.

⁴(UD) Codice UD: codice per area di applicazione interrata sia all'interno che all'esterno dell'edificio.

⁵(R) Secondo il registro dei colori RAL 840-HR.

⁶(C) Il coefficiente di impiego è un coefficiente di sicurezza ed ha il valore di 2,5 per diametri esterni fino a 90 mm ed il valore di 2,0 per diametri esterni maggiori.

I pezzi di fusione dovranno presentare superfici esterne perfettamente modellate, se del caso sbavate e ripassate allo scalpello o alla lima. I piani di combaciamento di tutte le flange dovranno essere ricavati mediante lavorazione al tornio e presentare inoltre una o più rigature circolari concentriche per aumentare la tenuta con guarnizione. Del pari dovranno essere ottenute con lavorazione a macchina tutte le superfici soggette a sfregamenti nonché i fori dei coperchi e delle flange di collegamento.

Tutti i pezzi in ghisa dei quali non sarà prescritta la verniciatura, dopo l'eventuale collaudo in officina dovranno essere catramati o bitumati internamente ed esternamente. Le superfici esterne grezze in bronzo, rame, ottone, se non diversamente prescritto, saranno semplicemente ripulite mediante sabbatura. Sulla superficie esterna di ogni apparecchio dovrà inoltre risultare, di fusione o con scritta indelebile, la denominazione della ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale e le frecce indicanti la direzione della corrente.

L'Amministrazione appaltante si riserva la facoltà di sottoporre a prove o verifiche gli apparecchi forniti dall'appaltatore, intendendosi a totale carico dello stesso, come peraltro specificato nelle condizioni generali di fornitura, tutte le spese occorrenti per il prelievamento ed invio, agli Istituti di prova, dei campioni che la Direzione intendesse sottoporre a verifica.

15.2 VALVOLE PER LA FORNITURA D'ACQUA

15.2.1 Generalità e materiali

Le valvole per la fornitura d'acqua dovranno essere realizzate e fornite nel rispetto delle prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

- UNI EN 1074-1 - Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove di verifica. Requisiti generali.

e delle parti specifiche da 2 a 6 che trattano: valvole di intercettazione; valvole di ritegno; sfiati di aria; valvole di regolazione; idranti.

Su una fiancata del corpo delle valvole dovranno essere ricavati di fusione, o impressi in modo leggibile e indelebile, il marchio di fabbrica, il diametro nominale, la pressione nominale e la sigla indicante il materiale del corpo. Sul bordo delle flange dovrà essere indicata la dima di foratura (es. Dima PN10). I DN dovranno essere selezionati tra quelli indicati nella EN 805, con il limite superiore uguale al DN 2000. Per le valvole minori di DN 50 sono obbligatorie solamente le tre seguenti marcature: PN, marchio di fabbrica, riferimento alla norma di prodotto.

La verniciatura dovrà invece essere effettuata su tutte le saracinesche di ghisa che non verranno, per apposita disposizione, bitumate e su quelle di acciaio, nonché sulle scatole dei comandi.

15.2.2 Pressioni

Le valvole destinate a sistemi idrici rientrano nella designazione PN e dovranno essere progettate in modo che le loro pressioni caratteristiche PFA (pressione di esercizio ammissibile), PMA (pressione massima ammissibile) e PEA (pressione di prova ammissibile) siano conformi alla Tab. 54 per la corrispondente PN.

TAB. 54 - Rapporti tra le pressioni caratteristiche e quella nominale

PN	PFA bar	PMA bar	PEA bar
6	6	8	12
10	10	12	17
16	16	20	25
25	25	30	35

15.2.3 Temperature

Le valvole dovranno sopportare temperature di esercizio da 0 °C (escluso il gelo) a 40 °C e temperature di stoccaggio da -20 °C a 70 °C.

15.2.4 Tipi di estremità e intercambiabilità

Le valvole dovranno rispettare i requisiti normalizzati dei relativi sistemi di tubazioni. Per l'intercambiabilità delle valvole frangiate, il loro scartamento dovrà essere in accordo con la EN 558-1 e le loro flange con le norme EN citate al punto 4.6 della UNI EN 1074-1.

15.2.5 *Velocità massima dell'acqua*

In condizioni di portata costante, le valvole dovranno poter sopportare una velocità di flusso di 2,5 m/s per PFA di 6 bar, di 3 m/s per PFA di 10 bar, di 4 m/s per PFA di 16 bar e di 5 m/s per PFA di 25 bar.

15.2.6 *Tenuta*

Le valvole dovranno garantire la tenuta ad una pressione d'acqua interna uguale al maggiore dei due valori: PEA ovvero 1,5 ¥ PFA. Inoltre una tenuta all'entrata di aria, acqua ed ogni corpo estraneo.

15.2.7 *Prove*

Tutte le saracinesche dovranno essere sottoposte alle prove di pressione del corpo e di tenuta delle sedi. Le prove saranno effettuate con le modalità riportate nelle rispettive norme ed avranno durata non inferiore a 10 minuti e comunque sufficiente per constatare la perfetta tenuta del corpo e delle sedi.

15.2.8 *Attestato di conformità*

L'Appaltatore è tenuto a fornire alla Stazione appaltante un attestato di conformità, rilasciato dal fabbricante, con il quale verrà certificato che le saracinesche fornite sono conformi alla norma UNI richiamata ed a quant'altro è stato oggetto di specifica richiesta.

15.3 VALVOLE PER CONDOTTE GAS

Dovranno rispondere, in rapporto ai campi di impiego, alle prescrizioni della seguente norma:

- UNI EN 14141 - Valvole per il trasporto di gas naturale in condotte. Requisiti prestazioni e prove.
- UNI EN ISO 14723 - Industria del petrolio e del gas naturale. Sistemi di condotte di trasporto. Valvole per condotte sottomarine.

Art. 16. MATERIALI DIVERSI E SPECIALI

16.1 ACCESSORI PER CAMERETTE E POZZETTI STRADALI

16.1.1 *Dispositivi di chiusura per camerette d'ispezione*

Potranno essere del tipo quadrato, rettangolare o circolare, secondo prescrizione, con coperchi chiusini o tamponi di forma rotonda o quadrata in rapporto ai vari tipi di manufatti, ma comunque con fori di accesso (se accessibili) di luce netta mai inferiore a 600 mm del tipo in ghisa sferoidale con controtelaio quadrato delle dimensioni minime di cm 80x80 o circolare \varnothing 85 cm. e coperchio circolare \varnothing 60 cm. Il peso complessivo, per chiusini accessibili, non dovrà essere inferiore a 95 Kg.

Esso sarà saldamente e permanentemente assicurato all'ultimo elemento prefabbricato del pozzetto d'ispezione a mezzo di soletta di collegamento prefabbricata, o di apposito anello sempre di tipo prefabbricato.

Nel caso di appoggio diretto del telaio sull'elemento di testa del pozzetto, si dovrà eseguire un getto di cls cementizio a rigiro, debitamente armato con tondino di ferro, affinché il telaio non abbia a subire spostamenti neanche in conseguenza a sensibili azioni orizzontali sullo stesso, soprattutto di natura dinamica.

In ogni caso dovranno essere rispettate le seguenti norme di unificazione:

- UNI EN 124 - Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo di qualità.

I coperchi potranno essere dotati di fori di aerazione di sezione totale non inferiore a: 5% della superficie del cerchio (DN quota di passaggio) per i chiusini aventi quota non superiore a 600 mm; 140 cm² chiusini con quota superiore. Sotto tali coperchi, inoltre, potrà essere richiesta l'installazione di opportuni cestelli in lamiera di acciaio zincata, per la raccolta dei corpi solidi.

Le superfici di contatto dei chiusini, dalla Classe A 15 alla classe F 900 dovranno garantire la dovuta stabilità e silenziosità di esercizio, in particolar modo per le classi D 400, E 600 e F 900. Queste condizioni potranno essere ottenute con tutti i mezzi appropriati, quali: lavorazione meccanica, inserimento di guarnizioni elastiche, appoggio su tre punti, ecc. purché approvati dalla Direzione Lavori.

Ogni chiusino dovrà riportare, di fusione, il nome e/o la sigla del fabbricante e la classe, funzione quest'ultima del carico di prova in rapporto alle condizioni di esercizio di cui alla Tabella 55.

TAB. 55 - Chiusini per camerette d'ispezione. Classi (Norma UNI EN 124)

CLASSE	CONDIZIONI DI INSTALLAZIONE*	CARICHI DI PROVA KN
A 15	Zone ad esclusivo uso pedonale - Zone ciclabili e/o verde	1,5
B 125	Zone pedonali - Marciapiedi (eccezionalmente soggetti a carichi veicolari).....	12,5
C 250	Zone di banchina - Canalette e cunette	25,0
D 400	Vie di circolazione (Autostrade, strade statali e provinciali)	40,0

* In casi eccezionali (es. aeroporti) i chiusini potranno essere richiesti con portate di 60 t (classe E 600) o 90 t (classe F 900)

16.1.2 Griglie e chiusini per pozzetti stradali (caditoie)

Le caditoie dovranno essere in ghisa sferoidale con feritoie, per la copertura di pozzetti, a norma UNI-ISO 1083 o 185, conforme alla classe di portata C250 o D400 della norma UNI EN124, con marchio abilitante in evidenza e con certificato di qualità ISO 9001/9002, montate con incastro su telaio.

La caditoia articolata dovrà essere in ghisa sferoidale EN GJS 500-7 secondo ISO 1083 / EN1563 per dispositivi di coronamento dei pozzetti di raccolta installati nella zona dei canali di scolo lungo il bordo dei marciapiedi che, misurata partendo dal bordo, si estenda per 0,5 m al massimo nella carreggiata e per 0,2 m al massimo sul marciapiede (e gruppi inferiori). La caditoia sarà rivestita con pittura nera idrosolubile e sarà certificata marchio NF-VOIRIE in conformità del dispositivo al regolamento NF-110 e i valori delle caratteristiche dichiarate. La caditoia avrà caratteristiche:

- Autobloccante anti- vandalismo: la o le barre elastiche bloccano la griglia nel proprio telaio per semplice pressione.
- Coperchio con superficie a rilievi antisdrucchiolo, dal lato marciapiede, articolato con blocco anti chiusura accidentale ed estraibile in posizione aperta a 90° e che in posizione chiusa si integri con la superficie del bordo marciapiede formando la "bocca di lupo". Dotato di barre elastiche per il bloccaggio in appositi alloggi sul telaio. Possibile l'apertura selettiva della griglia o del coperchio e bloccaggio per barra elastica.
- Griglia articolata con blocco anti chiusura accidentale ed estraibile in posizione aperta a 90°, inclinata verso il marciapiede e munita di barre periferiche a profilo speciale orientate a 45° per favorire il deflusso delle acque verso "la bocca di lupo", di barre selettive per evitare l'ingresso di corpi solidi nel pozzetto e di barre elastiche per il bloccaggio in appositi alloggi sul telaio. Superficie di scarico minima di 700 cm².
- Telaio monoblocco, a profilo sagomato per seguire il bordo del marciapiede e la adiacente sede stradale, con dimensioni di ingombro 610x620 mm, ed altezza di 205 mm (lato marciapiede) e di 90 mm (lato strada) e luce netta 370x370 mm
- Pressione di appoggio del telaio: p 7.5 N/mm².
- Massa(e): coperchio 12 Kg, griglia 14.5 kg.
- Aspetto superficiale: coperchio a rilievi anti-sdrucchiolo di tipo "4L" omologato. La barre tridirezionali permettono di aumentare la capacità di captazione delle acque di scorrimento mentre il loro profilo è progettato per consentire il transito sicuro dei mezzi a due ruote.
- Tipo griglia: superficie di scarico 30% : 700 cm².
- Tipo telaio: altezza 205 mm, telaio predisposto per accoppiamento
- Tutti i componenti del dispositivo dovranno riportare le seguenti marcature realizzate per fusione, posizionate in modo da rimanere possibilmente visibili dopo l'installazione:
- Norma di riferimento (UNI-EN 124 o EN 124);
- Classe di appartenenza (C 250);
- Nome o logo del produttore;
- Luogo di fabbricazione (può essere un codice registrato presso l'organismo di certificazione qualità prodotto);
- Marchio qualità prodotto rilasciato da organismo di certificazione indipendente.

- Il prodotto dovrà essere corredato delle seguenti documentazioni tecniche:
- Certificato ISO 9001 dello stabilimento di produzione con indicazione univoca del luogo di fabbricazione;
- Certificato ISO 14001 dello stabilimento di produzione (Sistema di gestione ambientale);
- Rapporto delle prove meccaniche (carico di prova e freccia residua) eseguite sul dispositivo conformemente al capitolo 8 della EN 124;
- Analisi chimica e prove meccaniche eseguite sulla ghisa sferoidale conformemente alla ISO 1083 o EN 1563 per la gradazione 500-7/GJS 500-7;
- Certificazione qualità prodotto (Marchio di qualità) di terza parte attestante la completa conformità del prodotto alla norma di riferimento (EN 124:1994) e per tutti i dispositivi appartenenti alle classi D400 - E600 - F900, il superamento di specifiche prove dinamiche (su strada) a garanzia della compatibilità delle sedi di appoggio, della stabilità dei coperchi o delle griglie e della non emissione di rumore quando sottoposti alle sollecitazioni del traffico.
- Tutti i documenti dovranno essere cronologicamente compatibili con la produzione dei materiali oggetto.

16.1.3 *Gradini per pozzetti di ispezione*

Potranno essere, secondo prescrizione, in ghisa, in acciaio galvanizzato o zincato, o ancora in acciaio inossidabile. Potranno inoltre avere forma di bacchette (tipo DIN 19555) o di staffe (tipo corto: DIN 1211B; medio: DIN 1211A; lungo: DIN 1212).

Nel primo caso il diametro dovrà essere non inferiore a 20 mm; nel secondo caso lo stesso limite sarà rispettato dalla sezione di incastro dei bracci a mensola. In tutti i casi i gradini dovranno essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N.

16.2 MATERIALI PER GIUNZIONI

16.2.1 *Elastomeri per anelli di tenuta*

Le speciali gomme con cui verranno formati gli anelli di tenuta potranno essere del tipo naturale (mescole di caucciù) o sintetico (neoprene, ecc.); dovranno comunque possedere particolari caratteristiche di elasticità (rapportate alle caratteristiche geometriche e meccaniche dei tubi) per attestare le quali il fabbricante dovrà presentare apposita certificazione da cui si rilevi il rispetto della normativa UNI EN 681-1 e comunque i seguenti dati:

- la classe di durezza (come definita al punto 3 della EN 681-1) espressa in gradi internazionali IRH (International Rubber Hardness) e determinata secondo UNI 7318;
- la resistenza a trazione (che comunque non dovrà risultare inferiore a 9 MPa);
- l'allungamento a rottura, in %, il cui valore minimo, determinato secondo ISO 37, non dovrà risultare inferiore ai valori riportati nel prospetto 2 della UNI EN 681/1;
- la deformazione massima residua a compressione, i cui valori non dovranno superare quelli riportati nello stesso prospetto;
- i risultati della prova di invecchiamento e di rilassamento, con riferimento ai valori e ai metodi di prova riportati in prospetto 2 della UNI EN citata.

La Direzione Lavori potrà richiedere comunque un'ulteriore documentazione dalla quale risulti il comportamento degli anelli nelle prove di resistenza alla corrosione chimica, resistenza all'attacco microbico e resistenza alla penetrazione delle radici.

Le mescolanze di gomma naturale saranno di prima qualità, omogenee ed esenti da rigenerato o polveri di gomma vulcanizzata di recupero. Per l'impiego su tubazioni destinate a convogliare acqua potabile tali mescolanze non dovranno contenere elementi metallici (antimonio, mercurio, manganese, piombo e rame) od altre sostanze che possano alterare le proprietà organolettiche.

Le guarnizioni con diametro interno fino a 1100 mm dovranno essere ottenute per stampaggio e dovranno presentare omogeneità di materiale, assenza di bolle d'aria, vescichette, forellini e tagli; la loro superficie dovrà essere liscia e perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di natura estranea.

Ogni guarnizione (o unità di imballaggio di elementi di tenuta) dovrà essere marcata in modo chiaro e durevole con le seguenti indicazioni: dimensione nominale, identificazione del fabbricante, tipo di applicazione e classe di durezza, marchio di certificazione dell'organismo di controllo, trimestre ed anno di fabbricazione, eventuali caratteristiche particolari ed infine l'indicazione abbreviata della gomma.

Per le guarnizioni relative alle condotte di gas, si farà riferimento alla seguente norma di unificazione:

- UNI EN 682 - Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali elastomerici utilizzati in tubi e raccordi per il trasporto di gas e idrocarburi fluidi.

Gli elementi di tenuta in elastomero per tubi e raccordi per il trasporto di gas ed idrocarburi fluidi saranno classificati in base alla loro durezza secondo le categorie riportate in Tab. 56 ed avranno i requisiti riportati al punto 4 della norma, particolarmente compendiate nei prospetti 2 e 3 della stessa.

TAB. 56 - Guarnizioni in elastomero per gas e idrocarburi liquidi. Categorie di durezza

Categoria di durezza	50	60	70	80	90
Campo di durezza, IRHD	46-55	56-65	66-75	76-85	86-95

Ogni elemento di tenuta, o unità imballaggio di elementi di tenuta dovrà essere marcato in maniera indelebile con le seguenti indicazioni: dimensione nominale; marchio di fabbrica; riferimento alla norma e tipo e categoria di durezza; tipo di elastomero (in sigla); caratteristiche particolari. Per la marcatura CE e l'etichettatura, sarà fatto riferimento all'Appendice ZA.3.

16.2.2 *Corda catramata*

Dovrà essere di canapa (commercialmente chiamata "tozzo"), del diametro di 15 ÷ 20 mm, formata da quattro o cinque capi leggermente ritorti; sarà ben ventilata e stagionata nonché fortemente ed uniformemente imbevuta di catrame vegetale. Non dovrà assolutamente presentare inclusione di juta o di altra fibra vegetale meno resistente della canapa né dovrà essere imbevuta con bitume derivato dalla distillazione del gas illuminante.

16.2.3 *Mastici bituminosi per giunzioni plastiche a caldo*

Ottenuti mescolando ad una base di bitume, pece di catrame di carbon fossile od altre simili sostanze plastiche, dei riempitivi insolubili in acqua e non rigonfiabili, tali prodotti dovranno essere resistenti alle radici, avere un punto di rammollimento di almeno 70 °C, presentarsi tenaci, resistenti e non fragili alla temperatura di 0 °C, avere un punto di fusibilità inferiore a 180 °C (al fine di evitare l'evaporazione degli additivi tossici per le radici) e presentare infine una buona adesività alla temperatura di fusione.

Le sostanze impiegate per la produzione dei mastici bituminosi non dovranno inoltre avere effetti tossici sugli operai o sulle acque freatiche, né dovranno essere additivate con fenoli volatili.

16.2.4 *Mastici per giunzioni plastiche a freddo*

Ottenuti con sostanze a base di bitume o pece di catrame di carbon fossile, i prodotti presenteranno una consistenza plastico-dura, tale però da consentire la lavorazione con i normali mezzi di cantiere ad una temperatura propria di +10 °C (mastici plastici o mastici spatolabili). Gli eventuali additivi emollienti non dovranno essere volatili, e ciò onde evitare l'eccessivo indurimento della massa sigillante.

16.3 MATERIALI PER RIVESTIMENTI PROTETTIVI

16.3.1 *Bitume e miscela bituminosa*

Dovranno avere le caratteristiche riportate nella Tabella 58.

TAB. 58 - Materiali per rivestimenti bitumati. Caratteristiche

CARATTERISTICHE	Unità di misura	MATERIALI		
		Vernice bituminosa	Bitume ossidato matrice per miscela	Miscela bituminosa
Punto di rammollimento (P.A.)	°C	100 ÷ 110	100 ÷ 110	100 ÷ 120
Penetrazione a 25 °C.	dmm	< 25	< 25	< 20
Punto di rottura Fraass	°C	< -8	< -8	< -6

16.4 APPARECCHI DI APPOGGIO

16.4.1 Apparecchi metallici

Tanto gli apparecchi di tipo mobile, quanto quelli di tipo fisso, dovranno essere realizzati nel rispetto delle prescrizioni contenute al punto 11.6 delle "Norme tecniche per le costruzioni" emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

Le norme dovranno osservarsi anche nel caso in cui gli elementi metallici fossero costituiti da acciai di tipo speciale (al cromo, al nichel-cromo), ovvero da acciai trattati superficialmente con procedimenti chimici o elettrochimici, oppure da placcature o da combinazioni di acciai di diverse qualità. In ogni caso sarà prescritta la presentazione, da parte dell'Appaltatore, di apposito certificato, rilasciato da un Laboratorio ufficiale, comprovante le caratteristiche di resistenza dei metalli.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione, il progetto esecutivo degli apparecchi di appoggio. Tale progetto, che dovrà corrispondere alle norme ed ai tipi stabiliti dalla Direzione Lavori, o diversamente indicati, e alle disposizioni e norme vigenti in materia, dovrà contenere:

- la capacità portante degli apparecchi, il coefficiente di attrito e la durabilità;
- il calcolo delle escursioni e delle rotazioni previste per gli apparecchi nelle singole fasi di funzionamento (con esposizione separata dei contributi dovuti ai carichi permanenti e accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscosse e al ritiro del calcestruzzo) tenuto conto di un congruo franco di sicurezza;
- l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità e il parallelismo dei piani di posa degli apparecchi;
- l'indicazione della prerogolazione da effettuare sugli apparecchi al momento del montaggio, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo (se presente) al momento della posa;
- l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento alle norme UNI;
- l'indicazione delle reazioni che gli apparecchi dovranno sopportare, la verifica statica dei singoli componenti e la determinazione delle pressioni di contatto;
- l'indicazione delle modalità di collegamento degli apparecchi ai pulvini e alle strutture degli impalcati e degli eventuali accorgimenti da adottare per il montaggio provvisorio.

Nel caso in cui fosse previsto l'impiego di lamine di resine fluoro-carboniche (tipo Teflon) aventi potere autolubrificante, esse di regola dovranno coprire almeno il 75% della superficie di appoggio e dovranno essere incollate sull'elemento metallico di supporto a mezzo di adesivi speciali strutturali atti ad assicurare l'inamovibilità delle lamine nelle condizioni di maggiore sollecitazione. Il materiale potrà essere costituito di resina pura ovvero di resina caricata con vari agenti (fibre di vetro, grafite, ecc.) atti ad aumentarne la resistenza e il potere autolubrificante. Lo spessore delle lamine varierà da 6 mm (se incassate) a 15 mm, salvo diversa prescrizione.

Nel caso di impiego di piastre in ottone, tale materiale dovrà risultare rispondente alle norme UNI in vigore.

16.4.2 Apparecchi di gomma e misti

Potranno essere di *tipo semplice*, costituiti da un solo strato di gomma (in generale di tipo policloroprenico, neoprene, ecc.) o di *tipo armato*, costituiti da strati alterni di gomma e di lamiera di acciaio tra di loro efficacemente incollati.

La gomma avrà durezza Shore A di 60 ± 5 punti (valore medio), carico di rottura a trazione non inferiore a 13 N/mm² ed allungamento a rottura non inferiore al 50%. L'acciaio di armatura dovrà avere tensione di snervamento minima di 235 N/mm², tensione di rottura tra $412 \div 520$ N/mm² ed allungamento a rottura minimo del 23%.

Dovrà farsi comunque riferimento alle norme della serie UNI EN 1337 richiamate nelle generalità e, per quanto non in contrasto con le stesse, alla norma CNR UNI 10018 (oggi ritirata) dal titolo "Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli appoggi di gomma nelle costruzioni".

16.5 SEGNALI STRADALI

Tutti i segnali dovranno essere rigorosamente conformi ai tipi, alle dimensioni nonché alle misure prescritte dal Regolamento di Esecuzione del nuovo Codice della Strada (approvato con D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495, e successive modifiche e integrazioni).

I segnali saranno costruiti in ogni loro parte in lamiera di acciaio di spessore non inferiore a 10/10 di mm ovvero in lamiera di alluminio semicrudo puro di spessore non inferiore a 25/10 o 30/10 di mm, secondo prescrizione e saranno rinforzati sul perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola; sul retro saranno dotati di attacchi speciali per l'ancoraggio dei sostegni.

I segnali, sia di acciaio che di alluminio, dovranno essere idoneamente trattati contro la corrosione e verniciati; in particolare il retro e la scatola dei cartelli saranno rifiniti in colore grigio neutro opaco.

I segnali dovranno riportare, sul retro, il nome del fabbricante, quello dell'Ente proprietario della strada e l'anno di fabbricazione. Il complesso di tali iscrizioni non dovrà occupare una superficie maggiore di 200 cm², secondo quanto disposto dall'art. 77 del Regolamento. Per i segnali di prescrizione, ad accettazione di quelli utilizzati nei cantieri stradali, dovranno inoltre essere riportati gli estremi dell'ordinanza di prescrizione.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare, per la relativa accettazione preliminare, i campioni rappresentativi della fornitura ed inoltre, a garanzia della conformità dei campioni stessi alle norme prescritte, dichiarazioni impegnative e certificati ufficiali di analisi da cui risultino:

- le caratteristiche tecniche dei prodotti impiegati nella fornitura;
- i tipi e i cicli di lavorazione eseguiti presso il fabbricante con l'indicazione delle attrezzature impiegate;
- le prove tecnologiche e le analisi fotometriche effettuate.

La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di prelevare in qualsiasi momento, senza preavviso, campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli agli accertamenti che riterrà opportuno eseguire presso riconosciuti Istituti specializzati. Il tutto a carico dell'Appaltatore che sarà pertanto tenuto, ove non fosse il diretto produttore, a comunicare tempestivamente il nome del fabbricante.

16.5.1 Pellicole retroriflettenti

Generalità

Le pellicole retroriflettenti, da impiegare nella realizzazione della segnaletica stradale, dovranno essere flessibili, piane e lisce, resistenti alla trazione ed all'abrasione nonché ai solventi, ai carburanti e lubrificanti, agli agenti atmosferici, alle atmosfere aggressive ed ai raggi ultravioletti. Le superfici inoltre dovranno essere stampabili con apposite paste serigrafiche trasparenti (e coprenti) e lavabili con detersivi anche forti senza subire decolorazione alcuna, o fessurazione o corrugamento. Per le proprietà di riflessione dovranno infine essere conformi alle prescrizioni di cui al D.M. 31 marzo 1995 che approva il "Disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali".

In termini qualitativi le pellicole retroriflettenti saranno ritenute accettabili se avranno superato positivamente le prove di adesività, di flessibilità, di resistenza all'invecchiamento accelerato, alla nebbia salina, all'impatto, al calore, ecc. di cui al Cap. 4 dell'Allegato al decreto.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere sottili, a superficie perfettamente liscia e dovranno recare sul retro un adesivo protetto da un cartoncino (o da foglio di polietilene) facilmente e completamente asportabile così da non richiedere sforzi di spellamento o impiego di umidificanti o solventi. L'adesivo potrà essere del

tipo a caldo (pellicole di tipo A, termoadesive) o del tipo a freddo (pellicole di tipo B, autoadesive); in entrambi i casi, ad applicazione avvenuta, lo stesso adesivo dovrà presentare alta resistenza alla trazione (superiore alla resistenza della pellicola), nonché all'acqua, alle muffe, alle soluzioni saline, a quelle detergenti ed agli agenti atmosferici in generale.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore, o per esso la Ditta fornitrice, dovrà presentare apposita certificazione, rilasciata da laboratori od istituti riconosciuti, dalla quale risultino superate favorevolmente le prove in precedenza specificate, o altre eventualmente richieste, e risultino altresì comprovati i valori del coefficiente specifico di intensità luminosa di cui ai punti che seguono.

Pellicole a normale risposta luminosa (classe 1)

Dovranno presentare, per l'accettazione, valori minimi del coefficiente di intensità luminosa retroriflessa (espresso in candele per lux di luce bianca incidente – sistema CIE illuminante A, temperatura di colore T_c 2856 K) per ogni metro quadro di pellicola, come alla Tab. 60.

TAB. 60 - Pellicole retroriflettenti di classe 1. Valori minimi del coefficiente specifico di intensità luminosa retroriflessa

ANGOLI		Valori minimi del coefficiente areico di intensità luminosa (cd • lux ⁻¹ • m ²)						
Angolo di divergenza alfa	Angolo di illuminazione β ₁ (β ₂ = 0)	Bianco	Giallo	Rosso	Verde	Blu	Marrone	Arancio
12'	5°	70,0	50,0	14,5	9,0	4,0	1,0	25,0
	30°	30,0	22,0	6,0	3,5	1,7	0,3	10,0
	40°	10,0	7,0	2,0	1,5	0,5	0,1	2,2
20'	5°	50,0	35,0	10,0	7,0	2,0	0,6	20,0
	30°	24,0	16,0	4,0	3,0	1,0	0,2	8,0
	40°	9,0	6,0	1,8	1,2	0,1	0,1	2,2
2°	5°	5,0	3,0	1,0	0,5	0,1	0,1	1,2
	30°	2,5	1,5	0,5	0,3	0,1	0,1	0,5
	40°	1,5	1,0	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1

Pellicole ad alta risposta luminosa (classe 2)

Dovranno presentare, per l'accettazione, valori minimi del coefficiente di intensità luminosa retroriflessa (espresso come al punto precedente) per ogni metro quadro di pellicola riflettente ad elevato coefficiente specifico di intensità luminosa, come alla seguente Tab. 61.

TAB. 61 - Pellicole retroriflettenti di classe 2. Valori minimi del coefficiente specifico di intensità luminosa retroriflessa

ANGOLI		Valori minimi del coefficiente areico di intensità luminosa (cd • lux ⁻¹ • m ²)						
Angolo di divergenza alfa	Angolo di illuminazione β ₁ (β ₂ = 0)	Bianco	Giallo	Rosso	Verde	Blu	Marrone	Arancio
12'	5°	250,0	170,0	45,0	45,0	20,0	12,0	100,0
	30°	150,0	100,0	25,0	25,0	11,0	8,5	60,0
	40°	110,0	70,0	15,0	12,0	8,0	5,0	29,0
20'	5°	180,0	120,0	25,0	21,0	14,0	8,0	65,0
	30°	100,0	70,0	14,0	12,0	8,0	5,0	40,0
	40°	95,0	60,0	13,0	11,0	7,0	3,0	20,0
2°	5°	5,0	3,0	1,0	0,5	0,2	0,2	1,5
	30°	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1	0,1	1,0
	40°	1,5	1,0	0,3	0,2	0,1	0,1	1,0

Vernici rifrangenti

Le vernici rifrangenti per segnaletica orizzontale dovranno essere del tipo con perline di vetro premiscelate ed avere pigmento costitutivo di biossido di titanio per il colore bianco e giallo cromo per quello giallo. Le perline di vetro contenute nella vernice dovranno essere incolori e dovranno avere un diametro compreso tra 66 ÷ 200 micron; la quantità in massa dovrà essere non inferiore al 33%.

Le vernici rifrangenti dovranno possedere le proprietà adesive nei riguardi di tutti i tipi di pavimentazione; dovranno altresì possedere ottima resistenza all'usura del traffico, alle soluzioni saline ed agenti atmosferici in generale. In particolare le proprietà rifrangenti non dovranno subire decadimenti fino al completo consumo.

Le qualità delle vernici dovranno comunque essere comprovate con referenze e certificazioni di laboratorio. Si richiama la norma:

- UNI EN 1436 - Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada.

Art. 17. ARREDO URBANO

17.1.1 Dissuasori spartitraffico

Colonnine spartitraffico realizzate in acciaio zincato di dimensioni 108x130,8x1000h mm complete di coperchio a rondella, tornitura per alloggiamento, rifrangente rosso a caldo e verniciatura a polvere poliestere per esterno, del tipo FIMA Art. 112A5, o equivalenti per caratteristiche tecniche e design, rimovibili. Ancorato al suolo con apposita piastra di fissaggio e rimovibili.

17.1.2 Cestini portarifiuti

I cestini porta rifiuti dovranno essere dotati di coperchio protettivo in lamiera zincata. Telaio costruito in lamiera da almeno 3 mm di spessore zincata a caldo, di forma cilindrica. Stelo laterale e coperchio proteggi sacco in lamiera zincata e successiva mano di vernice a base di resina poliuretanica, di colore nero o altro colore aceto della D.L., apribile dall'alto. Anello reggi sacco interno amovibile con coperchio superiore proteggi sacco in lamiera zincata e successiva mano di vernice a base di resina poliuretanica, di colore nero.

17.2 PALI PER ILLUMINAZIONE STRADALE

I pali per l'illuminazione stradale dovranno essere conformi ai disegni allegati al progetto e realizzati con i materiali indicati. I corpi illuminanti dovranno assicurare la conformità alle vigenti norme in materia e garantire una adeguata illuminazione delle aree.

Art. 18. CALCESTRUZZO ARCHITETTONICO

Fornitura e posa in opera di una pavimentazione architettonica eseguita mediante l'impiego di un calcestruzzo ad elevata durabilità.

Al calcestruzzo, con resistenza minima di 30 N/mm², (Classe 25/30 secondo UNI EN 206.1), confezionato con aggregati locali arrotondati o a spacco di cava TIPO GIALLO MORI (o con aggregati di diversa tipologia e provenienza) e cemento Portland Tipo I o composito Tipo II/A-LL 32,5 R o 42,5 R (di colore grigio O bianco), pigmentato o meno con ossidi ferrosi sintetici con colore a scelta della D.L., verranno addizionati sia un premiscelato multifunzionale in polvere, appositamente studiato per la realizzazione di pavimentazioni di questa tipologia composto da una peculiare ed equilibrata miscela di filler reattivi a base di microsilicati, micro-fibre in polipropilene multifilamento, agenti aeranti, fluidificanti e stabilizzanti, che fibre in polipropilene di lunghezza pari a mm18.

Le addizioni di cui sopra sono finalizzate al conseguimento dei necessari incrementi di coesione, del conglomerato fresco, della stabilità agli agenti atmosferici ed aggressivi, della resistenza ai cicli di gelo/disgelo, della resistenza all'abrasione, alla fessurazione ed agli urti, per consentire l'eliminazione della usuale rete elettrosaldata, ove non contemplata progettualmente.

MIX DESIGN INDICATIVO PER IL CONFEZIONAMENTO DI 1 MC DI CALCESTRUZZO SPECIFICO PER L'ESECUZIONE DI PAVIMENTAZIONI ARCHITETTONICHE IN GHIAIETTO LAVATO:

- Cemento Tipo II/A-LL 32,5 R (grigio o bianco): 350 – 450 kg
- Aggregati puliti e selezionati (arrotondati o a spacco di cava) diam. 6-12 mm (circa): circa 1.500 kg
- Sabbia pulita e selezionata diam. 0-3 mm (circa): circa 100 kg
- PRERIT COMPOUND (additivo multifunzionale): 25 kg
- PROTECH OXICROM (ossido di ferro sintetico nel colore prescelto): 15 – 25 kg
- READYMESH PM 180 (fibre in polipropilene multifilamento da 18 mm): 0,5 – 1 kg
- Acqua (quanto basta): Circa 250 lt
- **TOTALE MISCELA: Circa 2.300 kg**

La pavimentazione, dello spessore complessivo di cm 5 cm di pavimentazione in ghiaietto lavato su area pedonale e cm 10 su attraversamento pedonale su viabilità o di spessore diverso indicato dalla D.L. in funzione della destinazione finale dell'opera, dovrà essere messa in opera previa realizzazione di un sottofondo in calcestruzzo o di un terreno perfettamente compattato e, in ogni caso, opportunamente calcolato in funzione della destinazione finale dell'opera (lavorazioni da computarsi a parte), con successivo posizionamento dei giunti di dilatazione e/o di eventuali inserti costituenti il motivo architettonico secondo le prescrizioni della D.L. (da computarsi a parte), e opportuna protezione di cordoli, zoccolature e ogni altro elemento architettonico che potrebbe subire imbrattamenti durante la posa in opera e la lavorazione della pavimentazione, da realizzarsi mediante l'applicazione di idonei rivestimenti o specifiche nastrature.

La posa in opera avverrà nei campi precedentemente predisposti secondo le seguenti fasi:

- Al termine delle operazioni di stesura, staggiatura e lisciatura a mano dell'impasto, evitando ogni tipo di vibrazione o sollecitazione che potrebbe indurre l'affondamento degli aggregati, verrà applicata a spruzzo con adeguata pompa a bassa pressione (manuale o elettrica) uno strato uniforme variabile dai 100 ai 250 gr/m² (in base alla qualità del calcestruzzo impiegato e alle condizioni meteorologiche presenti al momento della stesura), di un ritardante/disattivante di presa superficiale, a base di polisaccaridi chelanti costituiti da molecole di aldeidi e gruppi ossidrilici, certificatamente esente da effetti nocivi per gli utilizzatori e per l'ambiente, con la funzione di ritardare convenientemente l'indurimento della matrice cementizia superficiale del calcestruzzo e di agire, nel contempo, come protettivo antievaporante.
- Entro 24 ore, in funzione delle condizioni di umidità, temperatura, quantità e classe di cemento impiegato (con temperatura esterna compresa tra 18 e 23 gradi il tempo ideale per il lavaggio è di circa 6-8 ore), le superfici di calcestruzzo stagiate e trattate sulla superficie con ritardante di presa dovranno essere lavate con idropulitrice ad acqua fredda a pressione, per porre in vista gli aggregati.
- La superficie della pavimentazione, una volta asciutta, verrà trattata mediante irrorazione di circa 100 gr/m² di opportuno consolidante, idrorepellente, antipolvere, a base di silicati di litio, in funzione dell'atmosfera di esposizione e servizio, comunque caratterizzati da un elevato effetto di protezione e curing, in grado di incrementare significativamente la resistenza all'abrasione, ai cicli gelo disgelo ed ai sali disgelanti, ove presenti, nonché la durabilità complessiva delle opere, senza determinare criticità alcuna in termini di possibili delaminazioni.
- In base alle dimensioni dell'area pavimentata e alla sua conformazione geometrica dovranno essere realizzati opportuni giunti di dilatazione e frazionamento da sigillare adeguatamente. Il corretto dimensionamento della sezione di sigillatura dovrà prevedere una larghezza pari a 7-12 mm e una profondità pari ad 1/4 – 1/5 dello spessore della pavimentazione. Al fine di impedire lo scivolamento sul fondo del giunto del sigillante e dimensionare correttamente la sua profondità, dovrà essere posato in opera nella sede del giunto un adeguato cordone comprimibile antiaderente in polietilene espanso a cellule chiuse, avente il diametro superiore di almeno il 20% rispetto alla larghezza del giunto. Per delimitare perfettamente la sigillatura, i giunti verranno nastrati parte l'altra con nastro di carta adesiva. La sigillatura dei giunti dovrà essere realizzata mediante estrusione con apposita pistola di opportuno sigillante monocomponente a base di resine poliuretatiche aromatiche igroindurenti resistente nei confronti di acqua, olio e idrocarburi, benzine avio, previo accurata pulizia e asportazione della polvere dalla sede del giunto mediante getto di aria compressa. Lo spianamento per la rimozione delle parti in eccesso e la lisciatura immediata del sigillante nel giunto, verrà effettuata con una spatola metallica leggermente inumidita con acqua e sapone. A completamento delle operazioni verrà rimosso il nastro di carta adesiva.

NOTA BENE:

- Il confezionamento, la posa in opera del calcestruzzo corticale progettato con caratteristiche di mix-design, tipo di cemento e colore, pigmentazione, natura e colorazione degli aggregati, dovranno essere accettati dalla D.L. previa realizzazione di campionature.
- Tutti i componenti del cls (aggregati, cementi, additivi, ecc.) dovranno rispettare le norme vigenti ed essere forniti da azienda certificata ai sensi della ISO 9001:2008, il tutto affinché l'opera finita sia realizzata a perfetta regola d'arte.

PARTE II^ - MODO DI ESECUZIONE DELLE CATEGORIE DI LAVORO MOVIMENTI DI MATERIE – OPERE D'ARTE – LAVORI DIVERSI

Art. 19. RILIEVI – CAPISALDI – TRACCIAMENTI

19.1 RILIEVI

Prima di dare inizio a lavori che interessino in qualunque modo movimenti di materie, l'Appaltatore dovrà verificare la rispondenza dei piani quotati, dei profili e delle sezioni allegati al Contratto o successivamente consegnati, segnalando eventuali discordanze, per iscritto, nel termine di 15 giorni dalla consegna. In difetto, i dati plano-altimetrici riportati in detti allegati si intenderanno definitivamente accettati, a qualunque titolo.

Nel caso che gli allegati di cui sopra non risultassero completi di tutti gli elementi necessari, o nel caso che non risultassero inseriti in Contratto o successivamente consegnati, l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere, in sede di consegna o al massimo entro 15 giorni dalla stessa, l'esecuzione dei rilievi in contraddittorio e la redazione dei grafici relativi.

In difetto, nessuna pretesa o giustificazione potrà essere accampata dall'Appaltatore per eventuali ritardi sul programma o sull'ultimazione dei lavori.

19.2 CAPISALDI

Tutte le quote dovranno essere riferite a capisaldi di facile individuazione e di sicura inamovibilità. L'elenco dei capisaldi sarà annotato nel verbale di consegna o in apposito successivo verbale.

Spetterà all'Appaltatore l'onere della conservazione degli stessi fino al collaudo. Qualora i capisaldi non esistessero già in sito, l'Appaltatore dovrà realizzarli secondo lo schema riportato nella figura a fianco e disporli opportunamente. I capisaldi dovranno avere ben visibili e indelebili i dati delle coordinate ortogonali e la quota altimetrica.

19.3 TRACCIAMENTI

Subito dopo la consegna dei lavori, allo scopo di determinare con la maggiore esattezza possibile il programma delle opere da eseguire, l'Appaltatore dovrà verificare e se del caso integrare, a sua cura e spese, tutti i rilievi effettuati per la predisposizione del progetto esecutivo.

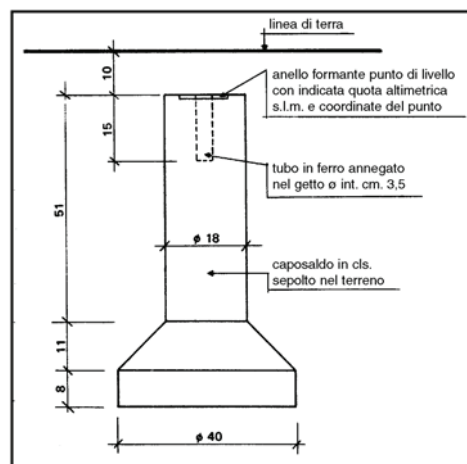
Sarà onere dell'Impresa provvedere alla realizzazione e conservazione di capisaldi di facile individuazione e del tracciamento e picchettazione delle aree interessate dalle opere da eseguire.

Prima di porre mano a lavori di sterro o riporto, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire il picchettamento completo del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, all'inclinazione delle scarpate e alla formazione delle cunette.

A suo tempo dovrà pure realizzare, nei tratti indicati dalla Direzione Lavori, apposite strutture provvisorie atte a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.

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

FIG. 12 - Tipo di caposaldo



E' altresì inteso che l'Appaltatore, prima di procedere con i lavori di scavo in genere o manomissione del corpo stradale, dovrà provvedere ad eseguire l'indispensabile coordinamento con gli enti gestori di servizi ubicati nel sottosuolo, in modo da individuarne esattamente la posizione in relazione ai lavori.

Art. 20. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

20.1 DEMOLIZIONI IN GENERE

Prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle varie strutture da demolire.

In relazione al risultato di tale verifica devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si verifichino crolli intempestivi.

I lavori di demolizione devono procedere con cautela e con ordine dall'alto verso il basso e devono essere condotti in maniera da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento di quelle eventuali adiacenti, e in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali tutti devono ancora potersi impiegare utilmente, sotto pena di rivalsa di danni a favore della Stazione Appaltante, ricorrendo, ove occorra, al loro preventivo puntellamento.

La successione dei lavori, quando si tratti di importanti ed estese demolizioni, deve risultare da apposito programma il quale deve essere firmato dall'Imprenditore e dal dipendente Direttore dei lavori, ove esista, e deve essere tenuto a disposizione degli Ispettori di lavoro.

È vietato gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso convogliandoli in appositi canali o scivoli.

Durante i lavori di demolizione si deve provvedere a ridurre il sollevamento della polvere, irrorando con acqua le murature ed i materiali di risulta.

La demolizione di opere in altezza (non previste nel progetto) deve se necessaria, essere condotta servendosi di ponti di servizio indipendenti dall'opera in demolizione.

Gli obblighi di cui sopra non sussistono quando si tratta di elementi di altezza inferiore ai cinque metri; in tali casi e per altezze da due a cinque metri si deve fare uso di cinture di sicurezza.

Inoltre, salvo l'osservanza delle leggi e dei regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5 metri può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta.

La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati.

Devono inoltre essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro quali: trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere e allontanamento degli operai dalla zona interessata.

Si può procedere allo scalzamento dell'opera da abbattere per facilitarne la caduta soltanto quando essa sia stata adeguatamente puntellata; la successiva rimozione dei puntelli deve essere eseguita a distanza a mezzo di funi.

Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 metri, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi.

Deve essere evitato in ogni caso che per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi possano derivare danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti pericolosi ai lavoratori addetti.

Nella zona sottostante la demolizione deve essere vietata la sosta ed il transito, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.

L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento ed il trasporto del materiale accumulato deve essere consentito soltanto dopo che sia stato sospeso lo scarico dall'alto.

Nel preventivare l'opera di demolizione e nel descrivere le disposizioni di smontaggio e demolizione delle parti d'opera, l'Appaltatore dovrà sottoscrivere di aver preso visione dello stato di fatto delle opere da eseguire e della natura dei manufatti.

20.1.1 Disposizioni antinfortunistiche

Dovranno essere osservate, in fase esecutiva, le norme riportate nel D.Lgs. n.81/2008 e s.m.i..

20.1.2 Accorgimenti e protezioni

Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte tutte le eventuali erogazioni, nonché gli attacchi e gli sbocchi di qualunque genere; dovranno altresì essere vuotati tubi e serbatoi.

La zona dei lavori sarà opportunamente delimitata, i passaggi saranno ben individuati e idoneamente protetti; analoghe protezioni saranno adottate per tutte le zone (interne ed esterne al cantiere) che possano comunque essere interessate da caduta di materiali.

Per l'attacco con taglio ossidrico o elettrico di parti rivestite con pitture al piombo, saranno adottate opportune cautele contro i pericoli di avvelenamento da vapori di piombo a norma dell'art. 8 della Legge 19 luglio 1961, n. 706.

20.1.3 Limiti di demolizione

Le demolizioni, i disfacimenti, le rimozioni dovranno essere limitate alle parti e dimensioni prescritte. Ove per errore o per mancanza di cautele, puntellamenti, ecc., tali interventi venissero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al ripristino delle stesse, ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni.

20.2 SCARIFICA PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Appaltatore 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'Appaltatore.

20.3 FRESATURA DI STRATI DI CONGLOMERATO BITUMINOSO

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuato 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 etc., a discrezione della Direzione Lavori ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla stessa Direzione.

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 è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Appaltatore si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla Direzione Lavori.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetti o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è 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 parete 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.

20.4 SMALTIMENTO

Circa lo smaltimento dei rifiuti si rimanda alle “*Norme in materia ambientale*” definite anche “Codice dell’Ambiente” emanate con D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 (modificato ed integrato con D.Lgs. n. 284/2006) ed inoltre, ai sensi dell’art. 264 dello stesso “Codice”, fino all’entrata in vigore dei corrispondenti attuativi previsti dalla Parte IV del D.Lgs. n. 152/2006.

20.5 DIRITTI DELL’AMMINISTRAZIONE

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa usando cautele per non danneggiarli sia nello scalcinamento, sia nel trasporto, sia nel loro arresto e per evitare la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all’Impresa di impiegarli in tutto o in parte nei lavori appaltati.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre essere trasportati dall’Impresa fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

Art. 21. SCAVI IN GENERE – SCAVI IN SOTTERRANEO – LAVORI DI CONTENIMENTO – SCAVI SPECIALI

21.1 GENERALITÀ

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la configurazione del terreno di impianto, per il raggiungimento del terreno di posa delle fondazioni o delle tubazioni, nonché per la formazione di cunette, passaggi e rampe, cassonetti e simili, opere d’arte in genere, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che potrà dare la Direzione Lavori in sede esecutiva.

Le sezioni degli scavi e dei rilevati dovranno essere rese dall’Appaltatore ai giusti piani prescritti, con scarpate regolari e spianate, cigli ben tracciati e profilati, fossi esattamente sagomati. L’Appaltatore dovrà inoltre procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti (provvedendo, qualora necessario, alle opportune puntellature, sbadacchiature o armature) restando lo stesso, oltre che responsabile di eventuali danni a persone ed opere, anche obbligato alla rimozione delle materie franate.

Per l’effettuazione sia degli scavi che dei rilevati, l’Appaltatore sarà tenuto a curare, a proprie spese, l’estirpamento di piante, cespugli, arbusti e relative radici, e questo tanto sui terreni da scavare, quanto su quelli designati all’impianto dei rilevati; per gli scavi inoltre dovrà immediatamente provvedere ad aprire le cunette ed i fossi occorrenti e comunque evitare che le acque superficiali si riversino nei cavi.

L’Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con mezzi adeguati, meccanici e di mano d’opera, in modo da dare gli stessi possibilmente completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato; esso sarà comunque libero di adoperare tutti quei sistemi, materiali, mezzi d’opera ed impianti che riterrà di sua convenienza, purché dalla Direzione riconosciuti rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per il regolare andamento e la buona riuscita dei lavori.

In ogni caso dovrà tener conto delle indicazioni e prescrizioni dello studio geologico e geotecnico di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e s.m.i. “*Norme Tecniche per le Costruzioni*”, delle prescrizioni di cui alla pianificazione di sicurezza e, per lo smaltimento, delle disposizioni di cui ai decreti precedentemente riportati sull’argomento.

21.1.1 Allontanamento e deposito delle materie di scavo

Le materie provenienti dagli scavi che non fossero utilizzabili, o che a giudizio della Direzione non fossero ritenute idonee per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, alle pubbliche discariche o su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, previa le dovute autorizzazioni, evitando in questo caso che le materie depositate possano arrecare danni ai lavori o alle proprietà, provocare frane o ancora ostacolare il libero deflusso delle acque o di mezzi e persone.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempo differito per riempimenti o rinterrati, esse saranno depositate in aree indicate dalla D.L., ed in ogni caso in luogo tale che non possano riuscire di danno o provocare intralci al traffico.

La Direzione Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

21.1.2 Determinazione sulle terre

Per le determinazioni relative alla natura delle terre, al loro grado di costipamento ed umidità, l'Appaltatore dovrà provvedere a tutte le prove richieste dalla Direzione Lavori presso i laboratori ufficiali (od altri riconosciuti) ed in sito. Le terre verranno caratterizzate secondo la norma UNI EN ISO 14688-1 (*Indagini e prove geotecniche. Identificazione e classificazione dei terreni. Identificazione e descrizione*) e classificate sulla base della parte 2^a della stessa norma.

21.2 SCAVI DI FONDAZIONE

21.2.1 Generalità

Per scavi di fondazione in generale si intenderanno quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui al precedente punto, chiusi tra pareti verticali o meno, riproducenti il perimetro delle fondazioni; nella pluralità di casi, quindi, si tratterà di scavi incassati ed a sezione ristretta. Saranno comunque considerati come scavi di fondazione quelli eseguiti per dar luogo alle fogne, alle condotte, ai fossi e alle cunette (per la parte ricadente sotto il piano di cassonetto o, più in generale, di splateamento).

21.2.2 Modo di esecuzione

Qualunque fosse la natura e la qualità del terreno interessato, gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che la Direzione Lavori riterrà più opportuna, intendendosi quella di progetto unicamente indicativa, senza che per questo l'Appaltatore possa muovere eccezioni o far richiesta di particolari compensi.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerli con convenienti armature e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno a persone e cose provocato da franamenti e simili. Il piano di fondazione sarà reso perfettamente orizzontale, e ove il terreno dovesse risultare in pendenza, sarà sagomato a gradoni con piani in leggera contropendenza.

Gli scavi potranno anche venire eseguiti con pareti a scarpa, o a sezione più larga, ove l'Appaltatore lo ritenesse di sua convenienza. In questo caso però non verrà compensato il maggiore scavo, oltre quello strettamente necessario all'esecuzione dell'opera e l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera ed al ripristino, con gli stessi oneri, delle maggiori quantità di pavimentazione divelte, ove lo scavo dovesse interessare strade pavimentate.

Gli scavi delle trincee per dar luogo alle condotte ed ai canali di fogna dovranno, all'occorrenza, garantire sia il traffico tangenziale degli autoveicoli, sia quello di attraversamento, nei punti stabiliti dalla Direzione e per qualsiasi carico viaggiante.

21.2.3 Attraversamenti

Qualora nella esecuzione degli scavi si incontrassero tubazioni o cunicoli di fogna, tubazioni di acqua o di gas, cavi elettrici, telefonici, ecc., o altri ostacoli imprevedibili, per cui si rendesse indispensabile qualche variante al tracciato ed alle livellette di posa, l'Appaltatore ha l'obbligo di darne avviso alla Direzione Lavori che darà le disposizioni del caso.

Particolare cura dovrà comunque porre l'Appaltatore affinché non vengano danneggiate dette opere sottosuolo e di conseguenza egli dovrà, a sua cura e spese, provvedere con sostegni, puntelli e quant'altro necessario, perché le stesse restino nella loro primitiva posizione. Resta comunque stabilito che l'Appaltatore sarà responsabile di ogni e qualsiasi danno che potesse venire dai lavori a dette opere e che sarà di conseguenza obbligato a provvedere alle immediate riparazioni, sollevando l'Amministrazione Appaltante da ogni onere.

21.2.4 Scavi in presenza di acqua

L'Appaltatore dovrà provvedere ad evitare il riversamento nei cavi di acque provenienti dall'esterno, restando a suo carico l'allontanamento o la deviazione delle stesse o, in subordine, la spesa per i necessari aggettamenti.

Qualora gli scavi venissero eseguiti in terreni permeabili sotto la quota di falda, e quindi in presenza di acqua, ma il livello della stessa naturalmente sorgente nei cavi non dovesse superare i 20 cm, l'Appaltatore sarà tenuto a suo carico a provvedere all'esaurimento di essa, con i mezzi più opportuni e con le dovute cautele per gli eventuali effetti dipendenti e collaterali.

Gli scavi di fondazione che dovessero essere eseguiti oltre la profondità di cm 20 dal livello sopra stabilito, nel caso risultasse impossibile l'apertura di canali fugatori, ma fermo restando l'obbligo dell'Appaltatore per l'esaurimento dell'acqua, saranno considerati come scavi subacquei e, in assenza della voce di Elenco, saranno compensati con apposito sovrapprezzo.

21.2.5 Ture provvisorie

Nella esecuzione degli scavi di fondazione verranno disposte, se ordinato dalla Direzione Lavori, delle ture provvisorie, a contorno e difesa degli scavi stessi ed a completa tenuta d'acqua. Le ture potranno essere realizzate con pali di abete e doppia parete di tavoloni di abete o di pino riempita di argilla o con palancolate tipo "Larssen" di profilo, peso e lunghezza stabiliti, o con altro idoneo sistema approvato dalla stessa Direzione. Resta inteso comunque che le ture saranno contabilizzate e compensate solo ed in quanto espressamente ordinate.

21.2.6 Divieti e oneri

Sarà tassativamente vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire e rimuovere le opere già eseguite, di porre mano alle murature o altro, prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani di fondazione. Del pari sarà vietata la posa delle tubazioni prima che la stessa Direzione abbia verificato le caratteristiche del terreno di posa ed abbia dato esplicita autorizzazione.

Il rinterro dei cavi, per il volume non impegnato dalle strutture o dalle canalizzazioni, dovrà sempre intendersi compreso nel prezzo degli stessi scavi, salvo diversa ed esplicita specifica.

21.3 INTERVENTI DI CONTENIMENTO DEGLI SCAVI

Saranno attuati, ove prescritto, allo scopo di consolidare i terreni in corrispondenza di fronti, pareti o superfici di scavo o armare le stesse superfici allo scopo di evitare franamenti prima della posa in opera delle strutture di contenimento definitive.

21.3.1 Bullonatura

Struttura idonea a rendere solidali gli strati superficiali a debole stabilità con gli strati più profondi di maggiore resistenza, potrà essere del tipo ad *aderenza continua* o del tipo ad *ancoraggio o puntuale*, realizzandosi la prima con bulloni in acciaio o vetroresina, la seconda con bulloni solo in acciaio.

La bullonatura ad aderenza continua sarà realizzata a mezzo di bullone cementato per tutta la sua lunghezza e richiederà le seguenti operazioni:

- esecuzione della perforazione di diametro necessario per la posa dei bulloni, allontanamento del materiale di risulta e lavaggio del foro;
- infilaggio dei bulloni prescritti dal progetto mediante attrezzatura idonea, già predisposti con tubi di iniezione e di sfiato, e messa in opera del tampone di tenuta;
- cementazione di ogni bullone mediante iniezioni di boiaccia di cemento opportunamente additivata.

Quando i bulloni fossero posti in opera con inclinazione verso l'alto con angolo maggiore di 30°, saranno muniti di testa di ancoraggio ad espansione sull'estremità a fondo foro.

La bullonatura ad ancoraggio puntuale sarà realizzata a mezzo di barra o tirante munita di una fondazione di ancoraggio ad una estremità e di una testa con piastra di contrasto all'altra; richiederà le seguenti operazioni:

- esecuzione della perforazione di diametro necessario per la posa dei bulloni, allontanamento del materiale di risulta e lavaggio del foro;
- infilaggio dei bulloni prescritti mediante attrezzatura idonea (l'ancoraggio potrà essere realizzato con resina in cartucce o con testina ad espansione);
- messa in tensione del bullone mediante dado di bloccaggio, piastra di ripartizione e testa di ancoraggio, con eventuale pressione di pretensione (secondo quanto indicato nel progetto o prescritto dalla Direzione Lavori).

I bulloni in acciaio saranno ad alto limite elastico con le seguenti caratteristiche: carico di snervamento (0,2%) non inferiore a 0,5 kN/mm²; carico di rottura non inferiore a 0,7 kN/mm²; allungamento a rottura maggiore dell'8%. Di norma avranno diametro di 24 mm e presenteranno risalti in superficie per migliorare l'aderenza.

I bulloni in vetroresina avranno le seguenti caratteristiche minime: contenuto in peso della fibra di vetro 45%; peso specifico 1,7 g/cm³; resistenza a trazione 0,2 kN/mm²; modulo di elasticità 15750 N/mm²; resistenza al taglio 80 N/mm².

Art. 22. RILEVATI E RINTERRI – PIANI DI POSA

22.1 GENERALITÀ

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alla quota prescritta dalla Direzione Lavori, si impiegheranno in genere e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili e adatti, a giudizio della Direzione.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti mediante l'apertura di opportune e idonee cave di prestito, nelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza e sempre dietro esplicita autorizzazione della Direzione Lavori. Non saranno autorizzate comunque aperture di cave di prestito fintanto che non siano state esaurite, nei vari tratti di rilevato, tutte le disponibilità di materiali utili provenienti dagli scavi. L'Appaltatore pertanto non potrà pretendere sovrapprezzi (né prezzi diversi da quelli stabiliti in Elenco per la formazione di rilevati con materie provenienti da scavi), qualora, pur nella disponibilità degli stessi, esso ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, o per diverso impiego del materiale di scavo, di ricorrere anche nei suddetti tratti a cave di prestito non previste.

In ogni caso l'apertura di cave è subordinata all'impegno per l'Appaltatore di corrispondere le relative indennità alle ditte proprietarie, di provvedere a proprie spese al deflusso delle eventuali acque di raccolta, di sistemare le relative scarpate, di evitare danni e servitù alle proprietà circostanti (in osservanza anche di quanto è prescritto dall'art. 202 del T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n. 1265, e dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale di cui al R.D. 13 febbraio 1933, n. 215) ed in generale al rispetto delle vigenti disposizioni di legge in materia di polizia mineraria, forestale e stradale. Le cave di prestito scavate

lateralmente alla strada, pur con il rispetto delle distanze prescritte, dovranno avere una profondità tale da non pregiudicare la stabilità di alcuna parte dell'opera, o danneggiare opere pubbliche o private.

Il terreno costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati che formeranno il corpo stradale, od opere consimili, indipendentemente da quanto specificato al successivo punto per i rilevati compattati, dovrà essere accuratamente preparato ed espurgato da piante, radici o da qualsiasi altra materia eterogenea e, ove necessario, scoticato per 10 cm. Inoltre la base di detti rilevati, se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale con pendenza superiore al 15%, dovrà essere preparata a gradoni alti non meno di 30 cm, con il fondo in contropendenza.

La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere previamente espurgata e quindi disposta in opera a strati di altezza conveniente e comunque non superiore a 50 cm. Dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore d'acqua conveniente, evitando di formare rilevati con terreni la cui densità sia troppo rapidamente variabile col tenore in acqua ed avendo cura di assicurare, durante la costruzione, lo scolo delle acque. Il materiale dei rilevati potrà pertanto essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche fossero tali, a giudizio della Direzione, da non pregiudicare la buona riuscita dei lavori.

Negli oneri relativi alla formazione dei rilevati è incluso, oltre quello relativo alla profilatura delle scarpate, delle banchine, dei cigli ed alla costruzione degli arginelli, se previsti, anche quello relativo alla formazione del cassonetto che comunque, nei tratti in rilevato, verrà escluso dalla contabilità degli scavi.

Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali ricche di humus, provenienti o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi o da cave di prestito, per gli spessori previsti in progetto od ordinati dalla Direzione Lavori, ma mai inferiori al minimo di 20 cm.

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 per il riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori dalla sede stradale, a debita distanza dai cigli e sistemate convenientemente, restando a carico dell'Appaltatore ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito (ove previste e/o autorizzate).

Per tutte le determinazioni, i controlli e le verifiche previste nel presente articolo, all'Appaltatore potrà essere richiesto di approntare un laboratorio di cantiere, con tutte le necessarie attrezzature di prelievo e di prova, le relative spese, sia d'impianto che di gestione, saranno poste a carico dell'Amministrazione. In ogni caso la Direzione dei lavori avrà la facoltà di fare, a cura dell'Appaltatore ed a carico della stessa Amministrazione, presso un Laboratorio autorizzato, tutte le indagini atte a stabilire la caratterizzazione dei terreni ai fini delle loro possibilità e modalità d'impiego. Il controllo dei risultati raggiunti dopo la messa in opera, per le prove in sito, sarà effettuato a cura dell'Appaltatore ed a carico dell'Amministrazione, salvo il caso che tali controlli non siano attinenti ad operazioni di collaudo.

22.2 RILEVATI COSTIPATI MECCANICAMENTE

Ferme restando le prescrizioni di cui al punto precedente, per i rilevati da sottoporre a costipamento meccanico si richiederà una serie di operazioni atte sia ad accertare e migliorare le caratteristiche meccaniche dei terreni di impianto, sia a trattare opportunamente le stesse materie di formazione.

22.2.1 Formazione dei piani di posa

I piani di posa di detti rilevati avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondi i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione Lavori in relazione alle pendenze dei siti di impianto. I piani saranno di norma stabiliti alla quota di 20 cm al di sotto del piano di campagna, salvo la richiesta di un maggiore approfondimento: raggiunta la quota prescritta, si procederà ai seguenti controlli:

- determinazione del peso specifico apparente del secco (densità del secco) del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio con prova di costipamento AASHO modificata;
- determinazione dell'umidità in sito nel caso di presenza di terre tipo ex A₁ - A₂ - A₃ - A₄ - A₅ (terre ghiaiose, sabbiose, limose);

- determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

Eseguite le determinazioni sopra specificate si passerà quindi alle seguenti operazioni:

- a) Se il piano di posa del rilevato è costituito da *terre ghiaiose o sabbiose* (ex gruppi A₁ - A₂ - A₃) la relativa preparazione consisterà nella compattazione dello strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a 30 cm, in modo da raggiungere una densità del secco pari almeno al 90% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, governando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere quello ottimale (prima di eseguire il compattamento).
- b) Se il piano di posa è costituito invece da *terre limose o argillose* (ex gruppi A₄ - A₅ - A₆ - A₇) potrà richiedersi dalla Direzione Lavori la stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro terreno idoneo, per una altezza che dovrà essere indicata caso per caso e costipando fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 90% del massimo ottenuto con la prova AASHO modificata, ovvero potrà richiedersi l'approfondimento degli scavi e la sostituzione dei materiali in loco con i materiali per la formazione dei rilevati (ex gruppi A₁ - A₂ - A₃) e per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico. Tale ultima determinazione dovrà in ogni caso avvenire in presenza di *terreni torbosi* (gruppo A₈). Per rilevati di altezza inferiore a 50 cm, se il piano di posa è costituito da *terre argillose* (ex gruppi A₆ - A₇) si procederà come in precedenza interponendo però uno strato di sabbia di schermo, di spessore non inferiore a 10 cm, onde evitare rifluimenti.

Nel caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati, per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla formazione di gradoni di altezza non inferiore a 50 cm previa rimozione della cotica erbosa (che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate in quanto ordinato). Il materiale risultante dallo scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato, se idoneo, o portato a rifiuto se inutilizzabile.

In ogni caso la Direzione Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressione "Me", determinato con piastra da 16 o 30 cm di diametro. Tale valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso tra 0,05 e 0,15 N/mm², non dovrà essere inferiore a 15 N/mm².

22.2.2 Formazione dei rilevati

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

Nella formazione dei rilevati saranno innanzi tutto impiegate le materie provenienti dagli scavi ed appartenenti ad uno dei gruppi A₁ - A₂ - A₃ della ex classifica CNR-UNI. L'ultimo strato del rilevato, sottostante il piano di cassonetto, dovrà essere costituito, per uno spessore non inferiore a 30 cm costipato (e salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori), da terre dei gruppi ex A₁ - A_{2.4} - A_{2.5} - A₃ provenienti dagli scavi o da apposite cave di prestito.

Per il materiale proveniente da scavi ed appartenente ai gruppi ex A₄ - A₅ - A₆ - A₇ si esaminerà di volta in volta l'opportunità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione e per tratti completi di rilevato.

Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere posto in opera a strati successivi, di spessore uniforme (non eccedente i 30 cm), con la pendenza necessaria per lo smaltimento delle acque meteoriche (nel limite del 3% massimo). Ogni strato dovrà essere compattato fino ad ottenere in sito una densità del secco non inferiore al 90% di quella massima determinata in laboratorio con la prova AASHO modificata. Negli ultimi due strati verso la superficie, e comunque per uno spessore complessivo non inferiore a 50 cm, con la compattazione si dovrà raggiungere una densità del secco non inferiore al 95% della densità massima determinata come sopra; inoltre per l'ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un *modulo di compressione Me*, misurato in condizioni di umidità prossimi a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non inferiore a 40 N/mm².

Ogni strato sarà compattato alla densità sopra specificata, procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido oppure al suo inaffiamento se troppo secco, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro diminuito del 5%. L'Appaltatore dovrà curare la scelta dei mezzi di costipamento nella forma più idonea per il raggiungimento delle densità prescritte, servendosi di norma:

- a) per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi ex A₁ - A₂ - A₃ (terre ghiaio-sabbiose) mezzi a carico dinamico-sinusoidale o a carico abbinato statico-dinamico-sinusoidale;
- b) per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi ex A₄ - A₅ - A₆ - A₇ (terre limo-argillose): mezzi a rulli e punte e carrelli pigiatori gommati, eccezionalmente vibratorii.

Qualora nel materiale di formazione del rilevato fossero incluse pietre, queste dovranno risultare ben distribuite nell'insieme di ciascuno strato e avere dimensioni non superiori a 10 cm se incluse in quello superficiale (per uno spessore di 2,00 m sotto il piano di posa della fondazione stradale). Resta dunque inteso che la percentuale di pezzatura grossolana compresa tra 7,1 e 30 cm non dovrà superare il 30% del materiale costituente il rilevato e che tale pezzatura dovrà essere assortita; non sarà assolutamente ammesso materiale con pezzatura superiore a 30 cm.

Il materiale non dovrà essere posto in opera in periodo di gelo o su terreno gelato. Non si potrà comunque sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque fosse la causa, senza che lo stesso abbia ricevuto una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque pluviali e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

Ove ritenuto necessario od opportuno, al fine di incrementare la stabilità del corpo stradale, la Direzione Lavori potrà ordinare la fornitura e posa in opera di teli "geotessili", da stendersi in strisce contigue sovrapposte nei bordi per almeno 40 cm; in tali casi la resistenza a trazione dei teli non dovrà essere inferiore a 15 kN/m.

22.3 RILEVATI E RINTERRI ADDOSSATI A MURATURE – RINTERRI DI CAVI

Per i rilevati ed i rinterri da addossare alle murature, per il riempimento dei cavi per le condotte in genere e per le fognature, si impiegheranno di norma le materie provenienti dagli scavi purché di natura ghiaiosa, sabbiosa o sabbioso-limosa. Resta assolutamente vietato l'impiego di materie argillose ed in genere di tutte quelle che, con assorbimento di acqua, rammolliscono e gonfiano generando spinte e deformazioni.

I riempimenti dovranno essere eseguiti a strati orizzontali di limitato spessore, umidificati ove necessario, e ben costipati onde evitare eventuali cedimenti o sfiancamenti nelle murature. In ogni caso sarà vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati ed ai rinterri, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre e questo affinché, all'epoca del collaudo, gli stessi abbiano esattamente le dimensioni di progetto. Tutte le riparazioni e ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza del presente punto, ed anche dei punti che precedono, saranno a completo carico dell'Appaltatore.

Le tubazioni dovranno essere alloggiare su un letto di sabbia di spessore minimo 20 cm con rinfianco in calcestruzzo per l'immorsamento della tubazione. Nei tratti con transito di mezzi pesanti si dovrà prevedere bauletto protettivo contro lo schiacciamento della tubazione qualora questa presenti un ricoprimento inferiore a 70 cm.

Le dorsali idriche, qualora fossero attraversate da dorsali fognarie, dovranno essere dotate di controtubo; il piano di posa delle tubazioni idriche dovrà essere generalmente più elevato delle reti di scarico.

Nel rinterro di linee elettriche, condutture del gas, telefoniche, ecc, dovrà essere posto a 50 cm dalla tubazione idonea fettuccia di segnalazione.

22.4 PIANI DI POSA IN TRINCEA

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

- a) Se il piano di posa è costituito da *terre ghiaiose e sabbiose* (ex gruppi A₁ - A₂ - A₃) la relativa preparazione consisterà nella compattazione dello strato sottostante il piano di posa stesso, per uno spessore di 30 cm al di sotto del piano di cassonetto, in modo da raggiungere una densità del secco pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, governando il grado di umidità della terra fino a raggiungere quello ottimale (prima di eseguire il compattamento).
- b) Se il piano di posa è costituito invece da *terre limose o argillose* (ex gruppi A₄ - A₅ - A₆ - A₇) potrà richiedersi dalla Direzione Lavori la stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro terreno idoneo, per una altezza che dovrà essere indicata caso per caso, e costipando fino ad ottenere una densità del secco non inferiore al 95% del massimo ottenuto con la prova AASHO modificata, ovvero potrà richiedersi l'approfondimento degli scavi e la sostituzione dei materiali in loco con i materiali per la formazione dei rilevati (ex gruppi A₁ - A₂ - A₃) e per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico. Tale ultima determinazione dovrà in ogni caso avvenire in presenza di *terreni torbosi* (ex gruppo A₈).

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà comunque controllato dalla Direzione Lavori mediante la misurazione del *modulo di compressione Me* il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore a 40 N/mm².

Art. 23. MALTE – QUALITÀ E COMPOSIZIONE

23.1 GENERALITÀ

La manipolazione delle malte dovrà essere eseguita, se possibile, con macchine impastatrici oppure sopra un'area pavimentata; le malte dovranno risultare come una pasta omogenea, di tinta uniforme. I vari componenti, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati a peso o a volume. La calce spenta in pasta dovrà essere accuratamente rimescolata in modo che la sua misurazione, a mezzo di cassa parallelepipedica, riesca semplice e di sicura esattezza.

Gli impasti dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria per l'impiego immediato e, per quanto possibile, in prossimità del lavoro. I residui di impasto che non avessero per qualsiasi ragione immediato impiego, dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune che dovranno essere utilizzati il giorno stesso della loro manipolazione. I componenti delle malte cementizie e idrauliche saranno mescolati a secco.

La Direzione si riserva la facoltà di poter variare le proporzioni dei vari componenti delle malte, in rapporto ai quantitativi stabiliti alla tabella che segue; in questo caso saranno addebitate o accreditate all'Appaltatore unicamente le differenze di peso o di volume dei materiali per i quali sarà stato variato il dosaggio, con i relativi prezzi di Elenco.

La Direzione Lavori potrà altresì ordinare, se necessario, che le malte siano passate allo staccio; tale operazione sarà comunque effettuata per le malte da impiegare nelle murature in mattoni o in pietra da taglio, per lo strato di finitura degli intonaci e per le malte fini e le colle.

UNI EN 998-1 - Specifica per malte per opere murarie. Malte per intonaci interni ed esterni.

UNI EN 998-2 - Idem. Malte per murature.

UNI EN 1015 - Metodi di prova per malte per opere murarie (2-7-9-10-11-12-18-19-21).

UNI EN 943-3 - Additivi per calcestruzzi, malte e malte per iniezione. Additivi per malte per opere murarie.

P.3 – Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.

23.2 COMPOSIZIONE DELLE MALTE

23.2.1 Malte comuni, idrauliche, cementizie, pozzolaniche – Malte bastarde

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte in argomento dovranno corrispondere, salvo diversa specifica, alle proporzioni riportate in Tab. 63.

Le malte da muratura dovranno garantire prestazioni adeguate al loro impiego, in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche, e dovranno essere dotate di attestato di conformità all'annesso ZA della norma europea UNI EN 998-2 (Marcatura CE). Dette prestazioni meccaniche sono definite mediante la resistenza media a compressione delle malte, secondo la Tab. 62 superiormente riportata. Non è ammesso l'impiego di malte con resistenza media inferiore a 1 N/mm².

TAB. 62 - Classe di malte (d = dichiarata dal produttore e > 20 N/mm²)

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	Md
Resistenza a compressione N/mm ²	2,5	5	10	15	20	d

TAB. 63 - Composizione delle malte comuni, pozzolaniche e bastarde (riferite a 1 m³ di inerte)

Tipo di MALTA	QUALITÀ E IMPIEGHI (*materiali vagliati)	Riferimento	Calce spenta in pasta	Calce idraulica in polvere	Pozzolana	Cemento 325	Polvere di marmo	Sabbia
		N.	(m ³)	(kg)	(m ³)	(kg)	(m ³)	(m ³)
Malta comune	Magra per murature	1	0,33					1,00
	Grassa per murature	2	0,40					1,00
	Per opere di rifinitura	3	0,50					1,00*
	Per intonaci	4	0,66					1,00*
Malta idraulica	Magra per murature	5		300				1,00
	Grassa per murature	6		400				1,00
	Per opere di rifinitura	7		450				1,00*
	Per intonaci	8		550				1,00*
Malta cementizia	Magra per murature	9				300		1,00
	Grassa per murature	10				400		1,00
	Per opere di rifinitura	11				500		1,00*
	Per intonaci	12				600		1,00*
Malta pozzolanica	Grossa	13	0,20		1,00			
	Mezzana	14	0,24		1,00			
	Fina	15	0,33		1,00			
	Colla di malta fina	16	0,48		1,00			
Malta bastarda cementizia	Media comune	17	0,30			100		1,00
	Energica comune	18	0,30			150		1,00
	Media idraulica	19		300		100		1,00
	Energica idraulica	20		200		200		1,00
Malta per stucchi	Normale	21	0,50				1,00	
	Colla di stucco	22	1,00				1,00	

Art. 24. CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI

24.1 GENERALITÀ

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione dei calcestruzzi e dei conglomerati (cementizi o speciali) ed i rapporti di miscela dovranno corrispondere alle prescrizioni del presente Capitolato, alle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione Lavori.

24.2 CALCESTRUZZI DI MALTA

24.2.1 Calcestruzzo ordinario

Sarà composto da 0,45 m³ di malta idraulica o bastarda e da 0,90 m³ di ghiaia o pietrisco. Il calcestruzzo sarà confezionato preparando separatamente i due componenti e procedendo successivamente al mescolamento previo lavaggio o bagnatura degli inerti.

24.3 CONGLOMERATI CEMENTIZI (CALCESTRUZZI) NORMALI E PESANTI

24.3.1 Generalità

I conglomerati da adoperarsi per opere di qualsiasi genere, sia in fondazione che in elevazione, dovranno essere confezionati secondo le prescrizioni di progetto e le disposizioni impartite dal Direttore dei Lavori. In particolare i conglomerati destinati a opere strutturali dovranno essere confezionati secondo le norme tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018 e s.m.i. che richiama anche la norma UNI EN 13670-1. In linea generale comunque, per i conglomerati cementizi, dovrà essere rispettata la seguente normativa di base:

- UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- UNI 11104 - Idem. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.

L'impiego dei conglomerati, a norma delle citate norme tecniche, sarà in ogni caso preceduto da uno studio preliminare, con relative prove di qualificazione, sia sui materiali da impiegare che sulla composizione degli impasti, e ciò allo scopo di determinare, con sufficiente anticipo e mediante certificazione di laboratorio, la migliore formulazione atta a garantire i requisiti richiesti dal contratto. Questo anche con riferimento alla durabilità per la quale si richiamano le norme UNI 11417 - Durabilità delle opere di calcestruzzo e degli elementi prefabbricati in calcestruzzo.

24.3.2 Leganti

Per i conglomerati oggetto delle presenti norme dovranno impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici definiti come cementi dalle disposizioni vigenti in materia. Si richiamano peraltro, specificatamente, le disposizioni di cui alle "Norme Tecniche" nonché quelle riportate al punto 3.3. del presente Capitolato.

24.3.3 Inerti Granulometria e miscele

Oltre a quanto stabilito al punto 11.1.9.2 delle superiori norme tecniche, gli inerti dovranno corrispondere ai requisiti riportati al punto 2.3. del presente Capitolato. Le caratteristiche e la granulometria dovranno essere preventivamente studiate, in rapporto alla dimensione massima prescritta per gli inerti, e sottoposte all'approvazione della Direzione dei lavori.

Le miscele degli inerti, fini e grossi, in percentuale adeguata, dovranno dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, pompabilità) che in quello indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, fluage, ecc.). La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo compatibilmente con gli altri requisiti richiesti (Fuller, Bolomey, ecc.).

La dimensione massima dei grani dell'inerte dovrà essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto tenendo conto della lavorabilità, dell'armatura metallica e relativo copriferro, della carpenteria, delle modalità di getto e dei mezzi d'opera. In particolare:

- non dovrà superare 1/4 della dimensione minima delle strutture;
- nei conglomerati armati dovrà essere minore della distanza tra le barre d'armatura meno 5 mm (a meno che non si adotti il raggruppamento delle armature);

FIG. 15 - Fuso granulometrico per dimensione massima degli inerti di 15 mm (D 15)

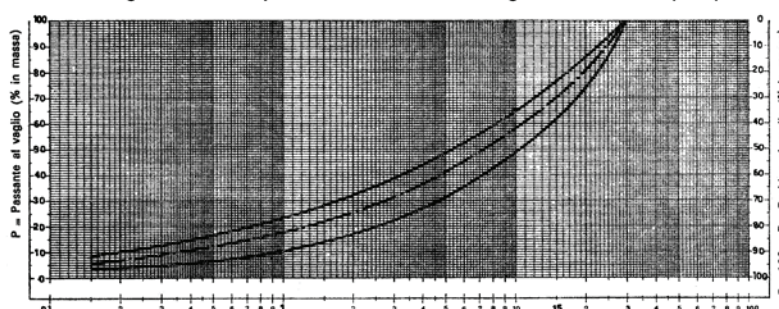
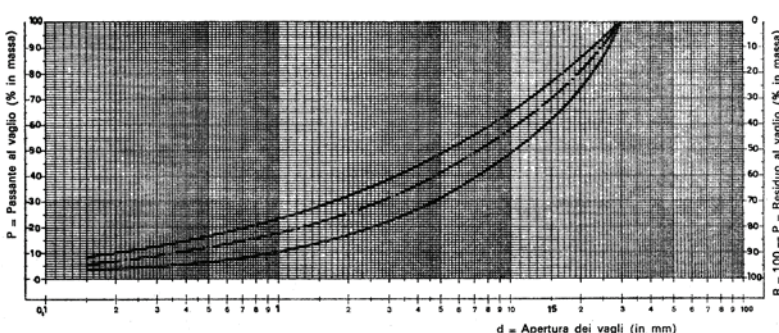


FIG. 16 - Fuso granulometrico per dimensione massima degli inerti di 30 mm (D 30)



- non dovrà superare 1,3 volte lo spessore del copri ferro.

L'idoneità dell'inerte sarà verificata su prelievi rappresentativi della fornitura. Con riferimento alla normativa UNI 8520, saranno accertati: il tenore di impurità organiche (UNI EN 1744-1); il materiale passante allo staccio 0,075, che dovrà essere non superiore allo 0,3% in massa per l'aggregato fine (5% per materiale di frantoio) e allo 0,5% per l'aggregato grosso (1% per materiale di frantoio); il coefficiente di forma, che non dovrà essere inferiore a 0,15.

Con lo stesso riferimento normativo, gli inerti dovranno essere di categoria A UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza caratteristica non inferiore a 30 MPa (30 N/mm²); potranno essere di categoria B UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza fino a 30 MPa e di categoria C UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza non superiore a 15 MPa. L'aggregato in frazione unica potrà essere utilizzato solo nel calcestruzzo di classe di resistenza \leq C 12/15.

Qualora gli inerti fossero suscettibili di attacco da parte degli alcali (Na₂O e K₂O), essi verranno sostituiti. In alternativa saranno seguite le prescrizioni di cui alla UNI 8520/22.

24.3.4 *Acqua*

L'acqua da adoperarsi per gli impasti dovrà avere le caratteristiche riportate al punto 2.1. del presente Capitolato.

24.3.5 *Cloruri*

Il contenuto di ioni cloro (Cl) nel calcestruzzo non dovrà superare il valore dell'1% in massa del cemento per calcestruzzo normale, dello 0,4% per calcestruzzo armato e dello 0,2% per calcestruzzo armato precompresso (classi rispettive: Cl 1,0; Cl 0,4; Cl 0,2)

24.3.6 *Additivi*

Gli additivi eventualmente impiegati devono essere conformi alle norme e prescrizioni riportate al punto 3.4 del presente Capitolato. La quantità degli stessi non dovrà superare la misura di 50 g/kg di cemento né dovrà essere minore di 2 g/kg di cemento nella miscela (salvo preventiva dispersione nell'acqua di impasto). La quantità di additivo liquido che superi la misura di 3 l/m³ di calcestruzzo dovrà essere considerata nel calcolo del rapporto acqua/cemento (a/c). Dovranno in ogni caso tenersi in considerazione le istruzioni di impiego fornite dal produttore.

Nel cemento armato normale o precompresso, e comunque nei conglomerati inglobanti inserti metallici, è fatto divieto di impiegare cloruro di calcio o additivi a base di cloruri.

24.3.7 *Aggiunte*

Allo scopo di ottenere particolari proprietà del calcestruzzo, potranno venir prese in considerazione od ordinate aggiunte di materiale inorganico che potrà essere di tipo inerte (tipo I) o di tipo pozzolanico o ad attività idraulica latente (tipo II). Tra le aggiunte di tipo I saranno considerati idonei i filler conformi alla UNI EN 12620 ed i pigmenti conformi alla UNI EN 12878; tra quelle di tipo II, le ceneri volanti conformi alla UNI EN 450 ed i fumi di silice conformi alla UNI EN 13263. Per l'utilizzo delle aggiunte si richiamano comunque i punti 5.2.5 della UNI EN 206-1 e 4.2 della UNI 11104.

24.3.8 *Composizione del conglomerato*

La composizione del conglomerato cementizio, in funzione delle proprietà richieste al prodotto sia in fase di getto che a indurimento avvenuto, sarà determinata attraverso opportuno "mix-design" che potrà essere di tipo semplice o complesso a seconda della quantità dei requisiti da conferire alla miscela.

24.3.9 *Impasto del conglomerato*

L'impasto del conglomerato dovrà essere effettuato con impianti di betonaggio forniti di dispositivi di dosaggio e contatori tali da garantire un accurato controllo della quantità dei componenti. Questi (cemento, inerti, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere misurati a peso; per l'acqua, gli additivi e le

aggiunte sarà ammessa anche la misurazione a volume. I dispositivi di misura dovranno essere collaudati periodicamente, secondo le richieste della Direzione Lavori che, se necessario, potrà servirsi dell'Ufficio abilitato alla relativa certificazione.

Il quantitativo di acqua di impasto dovrà essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti. Tale quantitativo determinerà la consistenza del conglomerato (v. Tab. 80) che al momento del getto dovrà essere di norma di classe S3 o F3 (classe di spandimento). In ogni caso il rapporto acqua-cemento (*a/c*) non dovrà superare il valore di 0,75 per i conglomerati di classe di resistenza più bassa (C 8/10) ed il valore di $0,35 \div 0,40$ per quelli di classe più alta (da oltre C 50/60), fermo restando che in questi ultimi casi dovrà comunque essere garantita la lavorabilità anche con l'impiego di opportuni additivi.

24.3.10 Conglomerati a prestazione garantita

Saranno caratterizzati da *requisiti di base* e da eventuali *requisiti aggiuntivi*, con notazioni di cui al punto 6.2.3 della UNI EN 206-1. Per i requisiti di base l'Appaltatore dovrà garantire: la conformità alla norma citata; la classe di resistenza a compressione, la classe di esposizione; la dimensione massima nominale dell'aggregato; la classe di contenuto in cloruri. Inoltre per il calcestruzzo leggero e per quello pesante, rispettivamente: la classe di massima volumica ed il valore di riferimento.

TAB. 65 - Classi di resistenza a compressione per calcestruzzo normale e pesante (UNI EN 206-1 – UNI 11104) (238)

CLASSE DI RESISTENZA CARATTERISTICA A COMPRESSIONE													
molto bassa		bassa			media					molto bassa			
C 8/10	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 28/35	C 32/40	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60	C 55/67	C 60/75	C 70/85
NOTA: Nella superiore classificazione il primo numero indica la resistenza caratteristica cilindrica minima <i>f_{ck, cyl}</i> (MPa) e il secondo la resistenza caratteristica cubica minima <i>f_{ck, cube}</i> (MPa)													

Per i requisiti aggiuntivi potranno essere richiesti (e l'Appaltatore dovrà garantirli): tipi o classi speciali di cemento; tipi o classi speciali di aggregato; caratteristiche di resistenza al gelo-disgelo (es. il contenuto d'aria); temperatura dell'impasto fresco alla consegna; modo di sviluppo della consistenza (v. prosp. 12 della UNI EN 206-1); sviluppo del calore in idratazione; presa ritardata; resistenza alla penetrazione dell'acqua, all'abrasione e alla trazione indiretta ed altri requisiti.

24.3.11 Conglomerati a composizione

Anche tali conglomerati saranno caratterizzati da *requisiti di base* e da eventuali *requisiti aggiuntivi*. Per i requisiti di base l'Appaltatore dovrà garantire: la conformità alla UNI EN 206-1; il dosaggio di cemento; il tipo e la classe di resistenza del cemento; il rapporto acqua/cemento o la consistenza espressa come classe; il tipo, le categorie ed il contenuto massimo di cloruri nell'aggregato (nel caso del calcestruzzo leggero oppure pesante, anche la massa volumica massima o rispettivamente minima dell'aggregato); la dimensione massima nominale dell'aggregato; il tipo e la quantità di additivo o di aggiunte, se impiegati, e la relativa provenienza. Per i requisiti aggiuntivi si rimanda al punto precedente.

24.3.12 Conglomerato a composizione normalizzata

Da utilizzarsi unicamente per conglomerati con classi di resistenza a compressione di progetto \leq C 16/20, dovrà rispondere alla specifica di cui al punto 6.4 della UNI EN 206-1.

24.3.13 Requisiti di durabilità

Qualora per particolari condizioni climatiche ed ambientali o per condizioni di esercizio particolarmente gravose in rapporto ai tipi di esposizione classificati in Tab. 66 si rendesse necessario garantire anche la durabilità del conglomerato, questo dovrà soddisfare, oltre ai requisiti riportati in Tab. 69, anche i seguenti ⁽²⁴⁰⁾:

²⁽²⁴⁰⁾ Attesa l'onerosità di determinati controlli, anche in termini di tempo, nella pratica ordinaria e salvo opere di particolare importanza, il controllo della durabilità potrà essere più semplicemente basato sulla misura della resistenza a

- La resistenza ai cicli di gelo/disgelo, determinata secondo UNI 7087, dovrà essere tale che dopo 300 cicli le caratteristiche del conglomerato soddisfino i seguenti requisiti: variazione del modulo di elasticità dinamico, in riduzione, minore del 20%; espansione lineare minore dello 0,2%; perdita di massa minore del 2%.
- Il coefficiente di permeabilità “k” non dovrà essere superiore a 10–9 cm/s prima delle prove di gelività ed a 10–8 cm/s dopo dette prove.
- Il fattore di durabilità, come definito dalla UNI 7087, dovrà essere elevato.

TAB. 66 - Classi di esposizione riferite alle condizioni dell'ambiente. Esempi informativi

CLASSE	AMBIENTE	ESEMPI INFORMATIVI
Assenza di rischio di corrosione o attacco		
X0	Ambiente molto asciutto	Calcestruz. non armato: tutte le esposizioni tranne gelo o attacco chimico. Interno di edifici asciutti
Corrosione indotta da carbonatazione		
XC1 XC2 XC3 XC4	Asciutto o sempre bagnato Bagnato. Di rado asciutto Umidità moderata Ciclicam. asciutto o bagnato.	Interno di edifici con umidità molto bassa. Calcestruzzo armato con superfici all'interno o immerse. Strutture di contenim. liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato immerso in acqua o terreno normale. Calcestruzzo armato in esterni, con superfici esterne riparate da pioggia o in interni. Calcestruzzo armato in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto e umido. Calc. a vista.
Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare		
XD1 XD2 XD3	Umidità moderata Bagnato, di rado asciutto Ciclicamente asciutto o bagnato	Calcestruzzo armato in ponti e viadotti esposti a spruzzi di acqua contenenti cloruri. Calcestruzzo armato per strutture immerse in acqua contenente cloruri (piscine). Elementi strutturali soggetti ad agenti disgelanti anche da spruzzi. Parti di ponti. Parcheggi auto.
Corrosione indotta da acqua di mare		
XS1 XS2 XS3	Esposto a salsedine di mare Permanentemente sommerso Esposto a spruzzi o a marea	Calcestruzzo armato in strutture sulle coste o in prossimità. Strutture marine completamente immerse in acqua. Elementi strutturali esposti alla battigia, agli spruzzi di acqua marina ed alle onde.
Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti		
XF1 XF2 XF3 XF4	Moderata saturazione d'acqua idem con agente disgelante Elevata saturaz. d'acqua Idem con agente disgelante	In assenza di agente disgelante: superfici di calc., verticali e non, esposte a pioggia, acqua e gelo. Elementi come parti di ponte esposti agli agenti disgelanti. In assenza di agente disgelante: superfici orizzontali di edifici bagnabili e soggette a gelo. Pavimentazioni di strade esposte a bagnato, al gelo e all'azione degli agenti disgelanti.
Attacco chimico		
XA1, XA2, XA3	Industriale	Strutture in posti debolmente, moderatamente o fortemente aggressivi: acque reflue, terreni, fumi, ecc.

In ambienti particolarmente aggressivi, in presenza di salsedine marina, atmosfere industriali, ecc. sarà altresì posta particolare cura perché oltre alle indicazioni esposte nella Tab. 69 vengano osservate anche le seguenti prescrizioni:

- L'acqua degli impasti dovrà essere assolutamente limpida, dolce ed esente da solfati e cloruri anche in piccola percentuale.
- Gli inerti dovranno essere opportunamente lavati con acqua dolce ed avere granulometria continua.
- In ambiente umido o marino soggetto a gelo il volume minimo di aria inglobata sarà del 3÷4% per aggregati con diametro massimo di 32 mm, del 4÷5% per aggregati con Dmax di 16 mm e del 5÷6% per aggregati con Dmax di 8 mm.
- In ambiente marino o chimicamente aggressivo, soggetto a gelo, dovrà impiegarsi cemento resistente ai solfati (riferimenti e prove UNI 9156 e 10595) qualora il contenuto degli ioni solfato sia maggiore di 500 mg/l (per impiego con acqua nel terreno) e di 3000 mg/kg (per impiego nel terreno secco). Per i metodi di prova si farà riferimento alla ISO 4316 per il pH, alla ISO 7150-1 per gli ioni ammonio, alla ISO 7980 per gli ioni magnesio e alla EN 196-2 per gli ioni solfato.

compressione. Il criterio trae la sua *ratio* dalla correlazione tra impermeabilità – rapporto a/c – e resistenza meccanica (v. in particolare la Tab. 69).

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_1 \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$	$R_m \geq R_{ck} + 1,48s$
(N° prelievi 3)	(N° prelievi ≥ 5)

TAB. 67 - Agenti aggressivi. Gradi di attacco (v. Prosp. 2 UNI EN 206-1)

TAB. 68 - Tipi di attacco e gradi di rischio

AGENTE	GRADI DI ATTACCO			Umidità relativa (%)	Sezione di calcestruzzo	Corrosione dell'acciaio	Cicli di gelo/disgelo	Attacco
	debole	moderato	forte					
Acqua nel terreno	6,5-10	5-10	5-10	molto bassa	0	0	0	0
pH	6,5-10	5-10	5-10	molto bassa	0	0	0	0
ioni ammoniaca (mg CO ₂ /l)	6,5-10	5-10	5-10	molto bassa	0	0	0	0
ioni ammoniaca (mg NH ₄ ⁺ /l)	6,5-10	5-10	5-10	molto bassa	0	0	0	0
ioni magnesio (mg Mg ²⁺ /l)	6,5-10	5-10	5-10	molto bassa	0	0	0	0
ioni solfato (mg SO ₄ ²⁻ /l)	2000-3000	3000-12000	> 12000	molto bassa	0	0	0	0
ioni solfato all'aria	2000-3000	3000-12000	> 12000	molto bassa	0	0	0	0
Terreno secco	XA1	XA2	XA3	molto bassa	0	0	0	0

● = calcestruzzo carbonatato ■ = calcestruzzo con cloruri

24.3.14 Prelievo dei campioni – Controllo di accettazione
 Per le opere soggette alla disciplina del D.M. 14 gennaio 2008 e s.m.d. di Direzione Lavori farà prelevare nel luogo di impiego, dagli impasti destinati alla esecuzione delle varie strutture, la quantità di conglomerato necessario per la confezione di n. 2 provini (prelievo) conformemente alla prescrizione riportata nello stesso decreto e con le modalità indicate dalla UNI EN 12390-1 e le domande di prova, da indirizzarsi ad un laboratorio ufficiale ex art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, saranno sottoscritte dallo stesso Direttore Lavori.
 Per costruzioni ed opere con getti non superiori a 1500 m³ ogni controllo di accettazione (tipo A) sarà rappresentato da n. 3 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto sarà effettuato almeno un prelievo (con deroga per le costruzioni con meno di 100 m³, fermo restando l'obbligo di almeno tre prelievi).
 Per costruzioni ed opere con getti superiori a 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B), eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di conglomerato. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea sarà effettuato almeno un prelievo e complessivamente almeno n. 15 prelievi sui 1500 m³.
 L'ordine dei prelievi sarà quello risultante dalla data di confezione dei provini, corrispondenti alla rigorosa successione dei relativi getti. Per ogni prelievo sarà redatto apposito verbale riportante le seguenti indicazioni: località e denominazione del cantiere, numero e sigla del prelievo, composizione del calcestruzzo, data e ora del prelevamento, provenienza del prelevamento, posizione in opera del calcestruzzo.

24.3.15 Preparazione e stagionatura dei provini
 Per la preparazione e stagionatura dei provini, per le prove di resistenza, vale quanto indicato dalla norma UNI EN 12390-2.

REQUISITI	Classi di esposizione													Ambiente aggressivo per attacco chimico					
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura			Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione			Corrosione delle armature indotta da cloruri			Attacco da cicli di gelo/disgelo			XA1	XA2	XA3				
	XC1	XC2	XC3	XC4	XC5	XC6	XC7	XC8	XC9	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto acqua/cemento	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,50	0,45
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30	C28/35	C35/40	C35/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	C24/30	C32/40	C35/45	C24/30	25/30	28/35	28/35	28/35	32/40	35/45
Minimo contenuto in aria (%)	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360	360	360	320	340	360

24.3.16 Prove e controlli vari
 Il conglomerato fresco sarà frequentemente controllato come consistenza, resa volumetrica, contenuto d'aria e, se richiesto, come composizione e rapporto acqua/cemento.
 La prova di consistenza si identificherà normalmente nella misura dell'abbassamento al cono di Abrams. Tale prova, da eseguirsi su conglomerati con inerti di categoria D 32,5 secondo UNI EN 12520, sarà considerata significativa per abbassamenti compresi tra 2 e 20 cm; per conglomerati ad elevata lavorabilità (es. con additivi superfluidificanti) sarà preferibile la determinazione mediante la misura dello spandimento alla tavola a scosse, secondo UNI EN 12350-5. È ammesso anche l'impiego dell'apparecchio Vébé secondo UNI EN 12350-3.

La prova di omogeneità sarà prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato venga effettuato tramite autobetoniera. Le prove del dosaggio del cemento e dell'acqua e di resa volumetrica dell'impasto verranno eseguite con le modalità di cui alla UNI EN 12350-6. La prova del contenuto d'aria sarà richiesta ove venga impiegato un additivo aerante; nel caso sarà eseguita con le modalità di cui alla UNI EN 12350-7. La prova di resistenza a compressione, infine, sarà effettuata con le modalità di cui alla UNI EN 12390-3.

24.3.17 Trasporto del conglomerato

Se confezionato fuori opera il trasporto del conglomerato a piè d'opera dovrà essere effettuato con mezzi idonei atti ad evitare la separazione dei singoli elementi costituenti l'impasto. Il tempo intercorso tra l'inizio delle operazioni d'impasto ed il termine dello scarico in opera non dovrà comunque causare un aumento di consistenza superiore di 5 cm alla prova del cono.

TAB. 70 - Consistenza del conglomerato rapportata agli abbassamenti del cono di Abrams

Classe di consistenza del conglomerato	Abbassamento del cono (SLUMP)	Denominazione corrente
S 1	10 ÷ 40 mm	Umida
S 2	50 ÷ 90 "	Plastica
S 3	100 ÷ 150 "	Semifluida
S 4	160 ÷ 200 "	Fluida
S 5	≥ 210 "	Superfluida

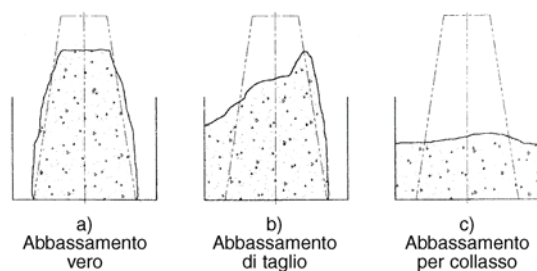
Sarà assolutamente vietato aggiungere acqua agli impasti dopo lo scarico della betoniera; eventuali correzioni, se ammesse, della lavorabilità dovranno quindi essere effettuate prima dello scarico e con l'ulteriore mescolamento in betoniera non inferiore a 30 giri.

TABB. 71 e 72 - Classi di consistenza: Indici di compattabilità e spandimento (UNI EN 12350-4-5)

Classe	Indice di compattabilità
C0	$\geq 1,46$
C1	da 1,45 a 1,26
C2	da 1,25 a 1,11
C3	da 1,10 a 1,04

Classe	Indice di compattabilità
F1	≤ 340 (mm)
F2	da 350 a 410 "
F3	da 420 a 480 "
F4	da 490 a 550 "
F5	da 560 a 620 "
F6	≥ 630 "

FIG. 17 - Forme di abbassamento del cono (UNI EN 12350-2)



24.4 CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO

Dovrà corrispondere alle prescrizioni di Elenco ed in ogni caso ai requisiti, prescrizioni e notazioni di cui alle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104 precedentemente riportate per alcuni contenuti caratterizzanti. Il sistema di gestione della qualità del prodotto dovrà essere certificato da un organismo terzo.

L'Appaltatore resta l'unico responsabile nei confronti della Stazione Appaltante per l'impiego del conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera dal luogo di produzione.

Resta comunque stabilito che i prelievi per le prove di accettazione dovranno essere eseguiti nei cantieri di utilizzazione, all'atto del getto.

Art. 25. MURATURA DI GETTO IN CONGLOMERATO – CONGLOMERATO A VISTA

25.1 MURATURA DI GETTO

Il conglomerato da impiegarsi per qualsiasi lavoro di fondazione o di elevazione sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali, dell'altezza di $20 \div 30$ cm su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato e, se prescritto, anche vibrato, per modo che non restino vuoti tanto nella massa, quanto nello spazio di contenimento.

Quando il conglomerato dovesse essere collocato in opera entro cavi molto incassati o a pozzo, dovrà venire versato nello scavo mediante secchi a ribaltamento o altra idonea attrezzatura. Per impieghi sott'acqua, si dovranno usare tramogge, casse apribili o altri mezzi, accettati dalla Direzione Lavori, onde evitare il dilavamento del conglomerato nel passaggio attraverso l'acqua.

Il calcestruzzo sarà posto in opera ed assestato con ogni cura in modo che le superfici dei getti, dopo la sformatura, risultino perfettamente piane, senza gibbosità, incavi, sbavature o irregolarità di sorta, tali comunque da non richiedere intonaci, spianamenti, abbozzi o rinzaffi. Le casseforme saranno pertanto preferibilmente metalliche o, se di legno, di ottima fattura.

Le riprese del getto saranno effettuate previo lavaggio della superficie del getto precedente con impiego di malta liquida dosata a 600 kg di cemento. Durante la stagionatura si avrà cura di evitare rapidi prosciugamenti nonché di proteggere i getti da sollecitazioni e sbalzi di temperatura.

L'Appaltatore avrà l'obbligo e l'onere di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto in tempo utile dalla Direzione Lavori circa fori, tracce, cavità, incassature, ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc. per sedi di tubazioni, cavi, per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, barriere, nonché per fornelli da mina, ancoraggi diversi, impianti e quant'altro necessario. In difetto, lo stesso dovrà affrontare a proprie spese tutti i tagli, le demolizioni, ecc. ordinati, ed i relativi ripristini, restando in ogni caso responsabile degli eventuali danni che da tale negligenza potessero derivare.

25.2 CONGLOMERATO A VISTA

25.2.1 Generalità

Le finiture in conglomerato a vista possono essere raggruppate in due grandi categorie:

- a) *Dirette*, ottenute togliendo semplicemente la cassaforma dalla superficie del calcestruzzo.
- b) *Indirette*, ottenute come prima, ma con successive ulteriori lavorazioni.

In entrambi i casi le finiture potranno essere piane, profilate o a rilievo. Con riguardo al grado di qualità, le finiture di calcestruzzo saranno poi suddivise nelle seguenti classi:

- A. *Alta qualità*, ove le superfici presenteranno assoluta uniformità di colore e di grana, senza ulteriore necessità di rappezzi ed aggiustamenti.
- B. *Media qualità*, ove le superfici richiederanno la stessa uniformità di aspetto, ma permetteranno aggiustamenti successivi.
- C. *Bassa qualità*, ove non sarà richiesta uniformità di aspetto e saranno possibili aggiustamenti successivi.

Salvo diversa disposizione, le superfici a vista dovranno essere almeno di "media qualità" e presentarsi compatte, prive di nidi di ghiaia o di sabbia, pori, fessure, screpolature, irruvidimenti, stacchi di pellicola cementizia nonché esenti da danni dovuti a gelo, surriscaldamento, perdite di acqua, alghe, funghi, macchie da olio o da ruggine e corrosioni.

25.2.2 Contenuto in cemento

I contenuti massimi e minimi in cemento, per impasti che diano luogo a conglomerato di ottimo aspetto, dovranno essere compresi nei limiti stabiliti dalla seguente tabella:

25.2.3 Rapporto acqua-cemento

Dovrà essere non superiore a 0,55 per normali condizioni ambientali e dovrà scendere fino a 0,45 per ambienti particolarmente esposti ad atmosfere marine, industriali o corrosive in genere nonché a gelo.

TAB. 78 - Conglomerati cementizi a faccia vista. Contenuti ottimali in cemento (Blake)

Categoria di inerti (mm)	Contenuto in cemento kg/m ³	Rapporto approssimato inerti / cemento	Consistenza
D 40	420 ÷ 330	4/1 ÷ 6/1	S2 ÷ S3
D 20	480 ÷ 370	3,5/1 ÷ 5/1	S2
D 10	540 ÷ 420	3/1 ÷ 4/1	S1

25.2.4 Cemento e aggregati

Il cemento adoperato per gli impasti dovrà essere ottenuto, per assicurare uniformità di colore da un'unica lavorazione o meglio, se possibile dalla produzione di un unico giorno. Per finiture colorate dovranno essere usati cementi colorati, essendo vietato aggiungere pigmenti nell'impasto.

Gli aggregati dovranno essere privi di qualsiasi impurità, specie di pirite e, se prescritto, lavati; dovranno avere inoltre colore uniforme per tutta la durata del getto e pertanto dovranno essere approvvigionati sempre alla stessa fonte.

La granulometria potrà essere continua o discontinua in rapporto agli effetti da ottenere. Sarà indicata pertanto dalla Direzione Lavori e sarà sperimentata su pannelli preliminari di prova eseguiti a cura e spese dell'Appaltatore nel numero e nelle dimensioni prescritte.

25.2.5 *Disarmanti*

Saranno costituiti da oli puri con aggiunta di attivanti superficiali (surfactant) per ridurre la tensione superficiale o da emulsioni cremose di acqua in olio con aggiunta di attivanti. Il disarmante dovrà essere steso con uniformità a mezzo di rulli, spazzole o preferibilmente a spruzzo mediante idonea pistola. Ad applicazione avvenuta la superficie della casseforma dovrà essere protetta dagli agenti atmosferici, dalla polvere e da qualsiasi altra forma di inquinamento.

25.2.6 *Getto – Maturazione – Disarmo*

Il criterio della massima uniformità dovrà sempre essere posto a costante riferimento per tutte le operazioni in argomento. Il getto dovrà essere effettuato a ritmo costante superiore a 2,00 m in verticale, all'ora. Le riprese saranno effettuate previa spazzolatura o sabbiatura del getto precedente, evitando le malte e le boiacche di saldatura.

Gli accorgimenti per favorire una giusta maturazione dovranno essere gli stessi per ogni giorno di lavoro e per ogni elemento della struttura. Particolare cura sarà rivolta agli accorgimenti di protezione e ciò sia con riguardo alle azioni meccaniche, sia con riguardo alle variazioni delle condizioni ambientali termigrometriche e di ventilazione.

Il disarmo dovrà avvenire con le massime cautele e, se ordinato, anche in due tempi (stacco e rimozione delle casseforme).

25.2.7 *Errore di planarità*

Per le superfici a finitura piana, l'errore di planarità, misurato con regolo di 2,00 metri, comunque posto sulla superficie da controllare, dovrà essere non superiore a 8 mm per la qualità "A", a 12 mm per la "B" ed a 16 mm per la "C".

25.2.8 *Giunti*

Dovranno essere eseguiti con la massima cura onde evitare mancanze di allineamento, tolleranze eccessive, sbrodolamenti con conseguenti impoverimenti di malta e scolorimenti, scarso costipamento in corrispondenza degli spigoli. Ove possibile i giunti saranno evidenziati con apposite scanalature ricavate inserendo nella cassaforma delle strisce di sigillatura in poliuretano o altro idoneo materiale, opportunamente sagomate.

Quando fosse necessario un giunto di testa piano si dovranno impiegare degli angolari di acciaio intorno al perimetro del pannello il che, oltre a fornire uno spigolo vivo, irrigidirà anche il pannello e migliorerà l'allineamento. Provvedimenti analoghi saranno adottati anche nella esecuzione dei giunti terminali.

Tra due getti successivi, e per superfici piane, la differenza di altezza tra i due piani di superficie non dovrà essere superiore a 2 mm per la qualità "A", a 4 mm per la "B" ed a 6 mm per la "C". Specifiche particolari saranno comunque fissate in progetto o prescritte dalla Direzione Lavori.

Art. 26. OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE

26.1 GENERALITÀ

Nella esecuzione delle opere in cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a quanto stabilito dal D.M. 17 gennaio 20108 e s.m.i., decreto con il quale sono state emanate le nuove "*Norme Tecniche per le Costruzioni*", già più semplicemente citate come "*Norme Tecniche*", e ad altre norme che potranno essere emanate successivamente in virtù del disposto dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

L'Appaltatore dovrà scrupolosamente attenersi alle "Regole per l'esecuzione" di cui è dotato il documento progettuale secondo quanto indicato nelle citate "Norme Tecniche". In ogni caso potrà fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670-1

26.2 CLASSI DI QUALITÀ DEL CONGLOMERATO

La classe del conglomerato sarà individuata dalla sua resistenza caratteristica a compressione R_{ck} determinata a 28 giorni di stagionatura; sarà siglata con la lettera "C" seguita da due numeri separati da barratura dei quali il primo rappresenta la resistenza cilindrica ed il secondo quella cubica (v. Tab. 65).

Per le strutture in cemento armato non sarà ammesso l'impiego di conglomerato con resistenza caratteristica $R_{ck} < 15 \text{ N/mm}^2$. Per le classi di resistenza bassa ($15 < R_{ck} \leq 30$) e media ($30 < R_{ck} \leq 55$) la resistenza caratteristica R_{ck} sarà controllata durante la costruzione con le modalità riportate al punto 20.3.16. del presente Capitolato.

26.3 POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO

26.3.1 Controllo e pulizia dei casseri

Prima che venga effettuato il getto di conglomerato, dovranno controllarsi il perfetto posizionamento dei casseri, le condizioni di stabilità, nonché la pulizia delle pareti interne; per i pilastri, in particolar modo, dovrà curarsi l'assoluta pulizia del fondo.

26.3.2 Trasporto del conglomerato

Per il trasporto del conglomerato si richiama quanto in precedenza prescritto al punto 20.2.17. Qualora il trasporto avvenga con betoniere sarà opportuno, all'atto dello scarico, controllare l'omogeneità dell'impasto; ove dovesse constatarsi una consistenza sensibilmente superiore a quella richiesta, la stessa potrà essere portata al valore prescritto mediante l'aggiunta di acqua e/o di additivi super fluidificanti, con ulteriore mescolamento in betoniera, purché il valore massimo del rapporto acqua/cemento non venga in questo modo superato.

Tale aggiunta non potrà comunque essere fatta se la perdita di lavorabilità, dall'impianto al luogo dello scarico, dovesse superare i 5 cm alla prova del cono. In questo caso il conglomerato sarà respinto.

26.3.3 Getto del conglomerato

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. Il conglomerato sarà posto in opera per strati, disposti normalmente agli sforzi dai quali la struttura in esecuzione verrà sollecitata; tali strati saranno di limitato spessore.

Il getto sarà convenientemente pigiato o, se prescritto, vibrato; la pigiatura dovrà essere effettuata con la massima cura, normalmente agli stessi strati, e sarà proseguita fino alla eliminazione di ogni zona di vuoto e fino alla comparsa, in superficie del getto, di un velo di acqua.

26.3.4 Ripresa del getto

Affinché il getto sia considerato monolitico, il tempo intercorso tra la posa in opera di uno strato orizzontale ed il ricoprimento con lo strato successivo non dovrà superare il numero di ore che la tabella riportata a fianco indica in funzione della temperatura ambiente.

Nel caso che l'interruzione superi il tempo suddetto e non sia stato impiegato un additivo ritardante, si dovrà stendere sulla superficie di ripresa uno strato di malta cementizia dosato a 600 kg di cemento, dello spessore di 1÷2 cm.

TAB. 79 - Conglomerato cementizio armato. Tempo massimo per interruzione del getto in rapporto alla temperatura ambiente

Temperatura (°C)	5	10	15	20	25	30	35
Tempo (h)	6,00	4,30	3,75	3,00	2,30	2,15	2,00

Per riprese eccedenti il doppio dei tempi segnati nella precedente tabella si dovrà lavare la superficie di ripresa con acqua e sabbia in pressione ovvero, ove si richiedano anche caratteristiche di impermeabilità, si dovrà ricorrere all'impiego di malte speciali brevettate.

26.3.5 *Vibrazione del conglomerato*

La vibrazione del conglomerato entro le casseforme sarà eseguita se o quando prescritta e comunque quando debbano impiegarsi impasti con basso rapporto acqua-cemento o con elevata resistenza caratteristica. La vibrazione dovrà essere eseguita secondo le prescrizioni e con le modalità concordate con la Direzione.

I vibratori potranno essere interni (per vibratori a lamina o ad ago), ovvero esterni, da applicarsi alla superficie libera del getto o alle casseforme. Di norma comunque la vibrazione di quest'ultima sarà vietata; ove però fosse necessaria, le stesse dovranno convenientemente rinforzarsi curando altresì che il vibratore sia rigidamente fissato.

La vibrazione superficiale verrà di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (max. 20 cm). La vibrazione interna verrà eseguita immergendo verticalmente il vibratore in punti distanti tra loro 40 ÷ 80 cm (in rapporto al raggio di azione del vibratore), ad una profondità non superiore a 40 cm (interessando comunque la parte superficiale del getto precedente per circa 10 cm) e ritirando lo stesso lentamente a vibrazione ultimata in modo da non lasciare fori o impronte nel conglomerato.

La vibrazione dovrà essere proseguita con uniformità fino ad interessare tutta la massa del getto; sarà sospesa all'apparizione, in superficie, di un lieve strato di malta liquida. Qualora la vibrazione producesse nel conglomerato la separazione dei componenti, lo "slump" dello stesso dovrà essere convenientemente ridotto.

26.3.6 *Temperatura del conglomerato*

La temperatura del conglomerato, in fase di confezione e di getto, dovrà il più possibile avvicinarsi al valore ottimale di 15,5 °C. Ove pertanto la temperatura ambiente o degli aggregati risultasse diversa da tale valore, verranno prese le precauzioni di cui ai punti che seguono.

26.3.7 *Getto nella stagione fredda*

Nei periodi invernali si dovrà particolarmente curare che non si formino blocchi di inerti agglomerati con ghiaccio, né che avvengano formazioni di ghiaccio sulle superfici interessate dal getto né sulle armature o nelle casseforme. A tale scopo si dovranno predisporre opportune protezioni che potranno comprendere anche il riscaldamento degli inerti e l'impiego di riscaldatori a vapore prima dell'inizio del getto.

La temperatura dell'impasto, all'atto della posa in opera, non dovrà in nessun caso essere inferiore a 13 °C per getti di spessore minore di 20 cm e di 10 °C negli altri casi. Nel caso si ricorra al riscaldamento dell'acqua d'impasto, dovrà evitarsi che la stessa venga a contatto diretto con il cemento qualora la sua temperatura fosse superiore a 40 °C; per temperature superiori si adotterà la precauzione di immettere nella betoniera dapprima la sola acqua con gli inerti e di aggiungere poi il cemento quando la temperatura della miscela sarà scesa sotto i 40 °C.

Nei periodi freddi, e comunque su prescrizione della Direzione Lavori, sarà consigliabile l'uso di acceleranti invernali (antigelo) ed eventualmente di additivi aeranti in modo da ottenere un inglobamento di aria del 3 ÷ 5%. Dovrà curarsi in ogni caso che la temperatura del getto non scenda al disotto di 5 °C per non meno di giorni 4 nelle strutture sottili e per non meno di 3 giorni nelle strutture di medio e grosso spessore.

Nessuna ulteriore protezione sarà necessaria quando la resistenza a compressione del conglomerato abbia raggiunto il valore di 5 N/mm².

26.3.8 *Getto nella stagione calda*

Durante la stagione calda dovrà curarsi che la temperatura dell'impasto non superi i 30 °C. Bisognerà a questo scopo impedire l'eccessivo riscaldamento degli aggregati, sia proteggendo opportunamente i

depositi, sia mantenendo continuamente umidi gli inerti. Qualora la temperatura dell'impasto non potesse venire mantenuta sotto i 30 °C, i getti dovranno essere sospesi a meno che non venga aggiunto agli impasti un efficace additivo plastificante-ritardante.

Durante la stagione calda verrà eseguito un controllo più frequente della consistenza; la stagionatura inoltre dovrà essere effettuata in ambiente tenuto continuamente umido e protetto dal soprariscaldamento.

26.3.9 Protezione e inumidimento – Stagionatura

Il conglomerato appena gettato dovrà essere sufficientemente protetto dalla pioggia, dal sole, dalla neve e da qualsiasi azione meccanica, per non meno di una settimana. Per lo stesso periodo dovrà essere mantenuto umido a meno che non si impedisca all'acqua di impasto di evaporare proteggendo le superfici mediante fogli di plastica o con speciali pellicole antievaporanti (prodotti di curing, v. UNI 8656) date a spruzzo.

In ogni caso la stagionatura non dovrà avere durata, in giorni, inferiore ai valori riportati nella Tab. 80.

TAB. 80 - Tempo di stagionatura. Durata minima in giorni per diversi tipi di esposizione

SVILUPPO RESISTENZA CALCESTRUZZO	RAPIDO			MEDIO			LENTO		
	a/c<0,5	Cem. 42,5 R		a/c 0,5÷0,6 a/c<0,5	Cem. 42,5 R Cem. 32,5 R		altri casi		
Temperatura calcestruzzo > °C	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Condizioni ambientali durante stagionatura									
Ombra, umidità ≥ 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
Insolazione o vento medi, umidità ≥ 50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
Insolazione o vento forti, umidità < 50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5

26.3.10 Protezione dalla fessurazione

In fase di indurimento, il conglomerato dovrà essere protetto dai danneggiamenti causati dalle tensioni interne ed esterne causate dal calore endogeno. Pertanto, onde evitarsi fessurazioni superficiali, la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto non dovrà superare, in condizioni normali, il valore di 20 °C.

26.3.11 Maturazione a vapore

Nel caso venisse autorizzata o prescritta la maturazione a vapore del conglomerato, dovranno essere rispettate le seguenti modalità:

- la temperatura del calcestruzzo durante le prime 3 h dall'impasto non dovrà superare 30 °C, né 40 °C dopo le prime 4 h;
- il gradiente di temperatura non dovrà superare 20 °C/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non dovrà, in media superare 60 °C;
- il calcestruzzo dovrà essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 °C/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorrerà ridurre al minimo la perdita di umidità per evaporazione.

26.4 DISARMO DEI GETTI DI CONGLOMERATO

26.4.1 Generalità

Il disarmo dovrà avvenire per gradi, in modo da evitare azioni dinamiche e non prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo; l'autorizzazione verrà data in ogni caso dalla Direzione Lavori. Il disarmo delle superfici laterali dei getti dovrà avvenire quando il conglomerato avrà raggiunto una resistenza non inferiore a 0,20 Rck e comunque superiore a 5 N/mm².

Subito dopo il disarmo si dovrà provvedere all'occlusione di eventuali fori con malta antiritiro nonché alla regolarizzazione delle superfici con malta cementizia dosata a 600 kg di cemento. Si dovrà provvedere quindi alle operazioni di bagnatura delle superfici, così come prescritto al precedente punto 22.3.9.; ove tale operazione desse luogo ad efflorescenze superficiali, la bagnatura sarà sostituita con l'impiego di pellicole protettive antieaporanti.

26.4.2 *Tempi minimi di disarmo*

In assenza di specifici accertamenti della resistenza del conglomerato ed in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e di maturazione, dovranno essere osservati i tempi minimi di disarmo di cui alla seguente tabella.

Durante la stagione fredda il tempo per lo scassamento delle strutture dovrà essere convenientemente protratto onde tener conto del maggior periodo occorrente al raggiungimento delle resistenze necessarie.

TAB. 81 - Getti di conglomerato cementizio armato. Tempi minimi di disarmo

TIPI DI ARMATURA	Cemento normale	Cemento ad alta resistenza
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3 gg	2gg
Armature di solette di luce modesta	10 gg	4 gg
Puntelli e centine di travi, archie volte, ecc.	24 gg	12 gg
Strutture a sbalzo	28 gg	14 gg

26.5 GETTI IN AMBIENTI AGGRESSIVI

Per le opere in cemento armato da realizzare in prossimità dei litorali marini o in ambienti particolarmente aggressivi, si osserveranno le ulteriori seguenti prescrizioni:

La distanza minima dell'armatura dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 2 cm per le solette e di 4 cm per le travi ed i pilastri; ove venissero prescritti copriferrì maggiori, saranno presi idonei provvedimenti atti ad evitare il distacco (reti, ecc.).

Il conglomerato dovrà avere classe non inferiore a C25/30, sarà confezionato con cemento pozzolanico, verrà gettato in casseforme metalliche e sarà vibrato.

26.6 ACCIAI PER CONGLOMERATI NORMALI

Gli acciai per conglomerati armati normali dovranno rispondere, con riguardo alle sezioni di calcolo, alle resistenze ed alle modalità di fornitura, di lavorazione e di posa in opera, alle "Norme Tecniche" richiamate nelle "Generalità" nonché, per le specifiche caratteristiche di accettazione e le modalità di prova, alle prescrizioni riportate al punto 4.2 del presente Capitolato.

26.6.1 *Regole specifiche*

Per quanto riguarda la calibratura dell'armatura longitudinale e delle staffe, i limiti di dimensionamento specifico, la disposizione e diffusione delle staffe, l'armatura a taglio e torsione, i particolari per zona sismica, le strutture bidimensionali, ecc., si fa rinvio a quanto al riguardo prescritto al punto 5.1.6. delle superiori norme.

26.6.2 *Ancoraggio delle barre*

Le armature longitudinali non possono essere interrotte ovvero sovrapposte all'interno di un nodo strutturale (incrocio travi-pilastri). Tali operazioni potranno invece essere effettuate nelle zone di minore sollecitazione, lungo l'asse della trave.

Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non fossero evitabili, si dovranno realizzare nelle zone di minore sollecitazione; in ogni caso dovranno essere opportunamente sfalsate. Il progetto o il Direttore dei lavori prescriverà il tipo di giunzione più adatto che potrà effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra;
- saldatura, da eseguirsi in conformità alle relative norme in vigore;
- manicotto filettato o presso-estruso, da validarsi preventivamente mediante prove sperimentali.

26.6.3 *Piegatura delle barre*

Le barre dovranno essere piegate con un raccordo circolare di raggio non inferiore a sei volte il diametro. Per le barre di acciaio inossidato sono vietate le piegature a caldo.

26.6.4 Copriferro e interferro

La superficie dell'armatura resistente dovrà distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 3 cm nel caso di solette, setti e pareti, e di almeno 3 cm nel caso di travi e pilastri. Tali misure dovranno essere aumentate, nel caso di ambienti aggressivi, così come disposto al punto 22.5. del presente Capitolato.

Le superfici delle barre dovranno essere mutualmente distanti in ogni direzione di almeno un diametro e, in ogni caso, di non meno 2 cm. Per le barre di sezione non circolare si dovrà considerare il diametro del cerchio circoscritto.

26.6.5 Armature nei pilastri

Le barre di armatura parallele all'asse dei pilastri dovranno avere diametro non inferiore a 12 mm. Nelle sezioni a spigolo vivo vi sarà la presenza di una barra per ogni spigolo; in quelle ad andamento continuo, tale presenza sarà ad interdistanze non superiori a 300 mm. Le armature trasversali (staffe) dovranno essere poste ad interasse non maggiore di 10 volte il diametro minimo delle barre longitudinali, con un massimo di 250 mm. Il diametro minimo delle staffe sarà di 6 mm e comunque non inferiore ad 1/3 del diametro massimo delle barre longitudinali.

Art. 27. CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE

Per l'esecuzione di tali opere provvisorie, sia del tipo fisso che scorrevole, l'Appaltatore potrà adottare tutti i sistemi che ritiene più idonei o di propria convenienza (salvo diversa prescrizione), purché soddisfino alle migliori condizioni di stabilità e di sicurezza, anche nei riguardi del disarmo.

Nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature l'Appaltatore è tenuto ad osservare le norme ed i vincoli che fossero imposti da Organi competenti, con particolare riguardo agli ingombri negli alvei ed alle sagome libere nei sovra e sottopassaggi.

Le casseforme e le relative armature di sostegno dovranno essere sufficientemente rigide per resistere, senza apprezzabili deformazioni, al peso della costruzione, ai carichi accidentali di lavoro ed alla vibrazione o battitura del conglomerato; si richiama peraltro quanto già prescritto nel presente Capitolato.

Le superfici interne delle casseforme dovranno presentarsi lisce, pulite e senza incrostazioni di sorta; il potere assorbente delle stesse dovrà essere uniforme e non superiore a 1 g/m²h (misurato sotto battente d'acqua di 12 mm), salvo diversa prescrizione. Sarà ammesso l'uso di disarmanti; questi però non dovranno macchiare o danneggiare le superfici del conglomerato. La relativa applicazione sarà effettuata così come specificato nel presente capitolato.

I giunti nelle casseforme saranno eseguiti in modo da evitare sbrodolamenti, non soltanto tra i singoli elementi che costituiscono i pannelli, ma anche attraverso le giunzioni verticali ed orizzontali dei pannelli stessi. Nei casseri dei pilastri si lascerà uno sportello al piede per consentire la pulizia alla base che assicuri un'efficace ripresa e continuità del getto.

Quando la portata delle membrature principali oltrepassasse i 6 m verranno disposti opportuni apparecchi di disarmo. Dovrà curarsi, in ogni caso, che i cedimenti elastici, in ogni punto della struttura, avvengano con simultaneità.

Casseforme speciali, lisce internamente (per finitura liscia) e calandrate dovranno essere utilizzate per il getto di elementi speciali previsti in progetto, secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Art. 28. OPERE DA CARPENTIERE

Tutti i legnami da impiegarsi in opere permanenti da carpentiere (grosse armature, impalcati, ecc.) dovranno essere lavorati con la massima cura e precisione ed in conformità alle prescrizioni date dalla Direzione Lavori.

Le giunzioni dei legnami dovranno avere la forma e le dimensioni indicate ed essere nette e precise in modo da ottenere un perfetto combaciamento dei pezzi che dovranno essere uniti. Non sarà tollerato alcun taglio in falso, né zeppe o cunei, né alcun altro mezzo di guarnitura o ripieno.

Le diverse parti componenti un'opera in legname dovranno essere fra loro collegate solidamente mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe, fasciature o altro, in conformità alle prescrizioni che saranno date; nelle facce di giunzione, qualora non diversamente disposto, verranno interposte delle lamine di piombo dello spessore di 1 mm. Dovendosi impiegare chiodi per il collegamento dei legnami, sarà vietato farne l'applicazione senza averne apparecchiato prima il conveniente foro.

I legnami prima della loro posa in opera e prima della spalmatura di catrame o di carbolino, secondo quanto verrà disposto, e prima della coloritura, dovranno essere congiunti in prova nei cantieri, per essere esaminati ed accettati provvisoriamente.

Tutte le parti dei legnami destinate ad essere incassate nelle murature dovranno, prima della posa in opera, essere convenientemente sottoposte a trattamenti di protezione; in opera saranno tenute, almeno lateralmente e posteriormente, isolate dalle murature in modo da permetterne l'aerazione.

Art. 29. OPERE DA CEMENTISTA

In corrispondenza dell'area "belvedere" (area pattinaggio) è previsto una pedana rialzata a geometria curvilinea, costituita da tre 3 gradini di 15 cm ciascuno realizzata in opera con calcestruzzo armato come da elaborati esecutivi (spigoli addolciti con opportuni profili cassero) e rifinita SIA sulle superfici verticali che orizzontali, con un rivestimento continuo e omogeneo composto da una miscela bilanciata di resine acriliche in dispersione acquosa e cariche selezionate di colore bianco e comunque a scelta della Direzione Lavori. Tale rivestimento riveste le superfici proteggendole dal deterioramento e rendendole antiscivolo e resistenti all'eventuale contatto con olii o carburanti. Il rivestimento dovrà avere un'ottima resistenza alla abrasione garantendo lunga durabilità alle superfici anche se soggette ad uso frequente.

Il rivestimento dovrà resistere a tutte le condizioni climatiche, all'aggressione dello smog e dei raggi solari, conferendo al supporto una protezione durevole nel tempo.

Le casseforme verticali dovranno essere calandrate e del tipo faccia vista.

Art. 30. PROFILI SPECIALI

Elementi speciali per la realizzazione degli smussi in corrispondenza degli angoli dei getti in calcestruzzo, realizzati con idonei profili in PVC rigido grigio in larghezze diverse 10-15-20-30 mm in lunghezza standard 2 ml. Elementi resistenti e facile da posare.

Art. 31. OPERE, STRUTTURE E MANUFATTI IN ACCIAIO O ALTRI METALLI

31.1 GENERALITÀ

31.1.1 Accettazione dei materiali

Tutti i materiali in acciaio o in metallo in genere, destinati all'esecuzione di opere e manufatti, dovranno rispondere alle norme del presente Capitolato, alle prescrizioni di Elenco od alle disposizioni che più in particolare potrà impartire la Direzione Lavori.

L'Appaltatore sarà tenuto a dare tempestivo avviso dell'arrivo in officina dei materiali approvvigionati di modo che, prima che ne venga iniziata la lavorazione, la stessa Direzione possa disporre il prelievo dei campioni da sottoporre alle prescritte prove di qualità ed a "test" di resistenza

31.1.2 Modalità di lavorazione

Avvenuta la provvisoria accettazione dei materiali, potrà venirne iniziata la lavorazione; dovrà comunque esserne comunicata la data di inizio affinché la Direzione possa disporre i controlli che riterrà necessari od opportuni.

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni e nei limiti delle tolleranze consentite. Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, dovranno essere fatti possibilmente con dispositivi agenti per pressione; riscaldamenti locali, se ammessi, non dovranno creare eccessivi concentrazioni di tensioni residue. I tagli potranno essere eseguiti con la cesoia o anche ad ossigeno o a laser purché regolari; i tagli irregolari, in special modo quelli in vista, dovranno essere rifiniti con la smerigliatrice. Le superfici di laminati diversi, di taglio o naturali, destinate a trasmettere per mutuo contrasto forze di compressione, dovranno essere piallate, fresate, molate o limate per renderle perfettamente combacianti.

I fori per chiodi e bulloni dovranno sempre essere eseguiti con trapano, tollerandosi l'impiego del punzone per fori di preparazione, in diametro minore di quello definitivo (per non meno di 3 mm), da allargare poi e rifinire mediante il trapano e l'alesatore. Per tali operazioni sarà vietato comunque l'uso della fiamma.

I pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera dovranno essere marcati in modo da poter riprodurre, nel montaggio definitivo, le posizioni d'officina all'atto dell'alesatura dei fori.

31.1.3 *Modalità esecutive delle unioni*

Le unioni dei vari elementi componenti le strutture o i manufatti dovranno essere realizzate conformemente alle prescrizioni di progetto, richiamandosi, per bulloni e chiodi, le disposizioni di cui al punto 11.3.4.6 delle norme tecniche e, per le saldature, il punto 11.3.4.5 delle stesse norme. In particolare:

- a) *Unioni chiodate.* Saranno eseguite fissando nella giusta posizione relativa, mediante bulloni di montaggio ed eventuale ausilio di morse, gli elementi da chiodare, previamente ripuliti. I chiodi dovranno essere riscaldati con fiamma riduttrice o elettricamente e liberati da ogni impurità (come scorie, tracce di carbone) prima di essere introdotti nei fori; a fine ribaditura dovranno ancora essere di color rosso scuro.
- b) *Unione con bulloni normali e ad attrito.* Saranno eseguite mediante bullonatura, previa perfetta pulizia delle superfici di combaciamento mediante sgrassaggio, fiammatura o sabbiatura a metallo bianco, secondo i casi. Nelle unioni si dovrà sempre far uso di rosette. Nelle unioni con bulloni normali, in presenza di vibrazioni o di inversioni di sforzo, si dovranno impiegare controdadi oppure rosette elastiche. Per il serraggio dei bulloni si dovranno usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata; tutte comunque dovranno essere tali da garantire una precisione non minore del 5%.
- c) *Unioni saldate.* Potranno essere eseguite mediante procedimenti di saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti o con procedimenti automatici ad arco sommerso o sotto gas protettivo o con altri procedimenti previamente approvati dalla Direzione Lavori. In ogni caso i procedimenti dovranno essere tali da permettere di ottenere dei giunti di buon aspetto esteriore, praticamente esenti da difetti fisici nella zona fusa ed aventi almeno resistenza a trazione, su provette ricavate trasversalmente al giunto, non minore di quella del metallo base. La preparazione dei lembi da saldare sarà effettuata mediante macchina utensile, smerigliatrice od ossitaglio automatico, e dovrà risultare regolare e ben liscia; i lembi, al momento della saldatura, dovranno essere esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità. Per le saldature degli elementi strutturali in acciaio dovranno altresì essere rispettate le prescrizioni di cui al punto 11.3.4.5 delle "Norme Tecniche". Per l'entità ed il tipo dei controlli si farà riferimento al Cap. 11 delle stesse. Sia in officina, che in cantiere, la saldatura dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo ISO 4063; potrà essere ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale. I saldatori nei procedimenti semiautomatici dovranno essere qualificati secondo EN 287-1 da parte di un Ente terzo. Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo EN 2883. Nella esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere eseguite le prescrizioni della UNI EN 1011, punti 1 e 2, per gli

acciai ferritici e della parte 3 per quelli inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà di norma la EN 29692. Qualunque sia il sistema di saldatura impiegato, a lavorazione ultimata la superficie delle saldature dovrà risultare sufficientemente liscia e regolare e ben raccordata con materiale di base. Tutti i lavori di saldatura dovranno essere eseguiti al riparo da pioggia, neve o vento, salvo l'uso di speciali precauzioni; saranno inoltre sospesi qualora la temperatura ambiente dovesse scendere sotto $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Per le modalità di esecuzione dei controlli (distruttivi o non distruttivi) ed i livelli di accettabilità si potrà fare riferimento alla EN 12062. Gli operatori che seguiranno i controlli dovranno essere qualificati, secondo EN 473, almeno di secondo livello.

31.1.4 Montaggio di prova

Per strutture o manufatti particolarmente complessi ed in ogni caso se disposto dalla Direzione Lavori, dovrà essere eseguito il montaggio provvisorio in officina; tale montaggio potrà anche essere eseguito in più riprese, purché in tali montaggi siano controllati tutti i collegamenti. Del montaggio stesso si dovrà approfittare per eseguire le necessarie operazioni di marcatura.

Nel caso di strutture complesse costruite in serie sarà sufficiente il montaggio di prova del solo campione, purché la foratura venga eseguita con maschere o con procedimenti equivalenti.

L'Appaltatore sarà tenuto a notificare, a tempo debito, l'inizio del montaggio provvisorio in officina di manufatti e strutture, o relative parti, affinché la Direzione possa farvi presenziare, se lo ritiene opportuno, i propri incaricati. I pezzi presentati all'accettazione provvisoria dovranno essere esenti da verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente tra di loro. Quelli rifiutati saranno marcati con un segno apposito, chiaramente riconoscibile, dopo di che saranno subito allontanati.

31.1.5 Pesatura dei manufatti

Sarà eseguita in officina od in cantiere, secondo i casi e prima del collocamento in opera, verbalizzando i risultati in contraddittorio, fra Direzione Lavori ed Appaltatore.

31.1.6 Controllo del tipo e della quantità delle opere – Verifica delle strutture murarie

L'Appaltatore è obbligato a controllare il fabbisogno dei vari manufatti, rilevando in posto il tipo, la quantità e le misure degli stessi. Dovrà altresì verificare l'esatta corrispondenza plano-altimetrica e dimensionale tra strutture metalliche e strutture murarie, ciò in special modo quando i lavori in metallo fossero stati appaltati in forma scorporata.

Delle discordanze riscontrate in sede di controllo dovrà esserne dato tempestivo avviso alla Direzione Lavori per i necessari provvedimenti di competenza; in difetto, o qualora anche dall'insufficienza o dall'omissione di tali controlli dovessero nascere inconvenienti di qualunque genere, l'Appaltatore sarà tenuto ad eliminarli a propria cura e spese, restando peraltro obbligato al risarcimento di eventuali danni.

31.1.7 Collocamento e montaggio in opera – Oneri connessi

L'Appaltatore dovrà far tracciare o eseguire direttamente, sotto la propria responsabilità, tutti gli incassi, i tagli, le incamerazioni, ecc. occorrenti per il collocamento in opera dei manufatti metallici; le incamerazioni e i fori dovranno essere svasati in profondità e, prima che venga eseguita la sigillatura, dovranno essere accuratamente ripuliti.

Nel collocamento in opera dei manufatti le zanche, staffe e qualunque altra parte destinata ad essere incamerata nelle strutture murarie, dovranno essere murate a cemento se cadenti entro murature o simili; mentre saranno fissate con piombo fuso o con malte epossidiche se cadenti entro pietre, marmi o simili. I manufatti per i quali siano previsti movimenti di scorrimento o di rotazione dovranno poter compiere tali movimenti, a collocazione avvenuta, senza impedimenti o imperfezioni di sorta.

Per le strutture metalliche, qualora in sede di progetto non fossero prescritti particolari procedimenti di montaggio, l'Appaltatore sarà libero di scegliere quello più opportuno, previo benestare della Direzione Lavori. Dovrà porre però la massima cura affinché le operazioni di trasporto, sollevamento e pre-montaggio

non impongano alle strutture condizioni di lavoro più onerose di quelle risultanti a montaggio ultimato e tali perciò da poter determinare deformazioni permanenti, demarcature, autotensioni, ecc. Occorrendo, pertanto, le strutture dovranno essere opportunamente e provvisoriamente irrigidite.

Nel collocamento in opera dei manufatti e nel montaggio delle strutture sono compresi tutti gli oneri connessi a tali operazioni, quali ad esempio ogni operazione di movimento e stoccaggio (carichi, trasporti, scarichi, ricarichi, sollevamenti, ecc.), ogni opera provvisoria, di protezione e mezzo d'opera occorrente, l'impiego di ogni tipo di mano d'opera (anche specializzata), ogni lavorazione di preparazione e di ripristino sulle opere e strutture murarie, le ferramenta accessorie e quant'altro possa occorrere per dare le opere perfettamente finite e rifinite.

31.1.8 Verniciatura e zincatura

Prima dell'inoltro in cantiere tutti i manufatti metallici, le strutture o parti di esse, se non diversamente disposto, dovranno ricevere una mano di vernice di fondo. L'operazione dovrà essere preceduta da una accurata preparazione delle superfici.

Di norma, nelle strutture chiodate o bullonate, dovranno essere verniciate con una ripresa di pittura di fondo non soltanto le superfici esterne, ma anche tutte le superfici a contatto (ivi comprese le facce dei giunti da effettuare in opera) e le superfici interne dei cassoni; saranno esclusi solo i giunti ad attrito, che dovranno essere accuratamente protetti non appena completato il serraggio definitivo, verniciando a saturazione i bordi dei pezzi a contatto, le rosette, le teste ed i dati dei bulloni, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del giunto.

A piè d'opera, e prima ancora di iniziare il montaggio, si dovranno ripristinare tutte le verniciature eventualmente danneggiate dalle operazioni di trasporto; infine, qualora la posizione di alcuni pezzi desse luogo, a montaggio ultimato, al determinarsi di fessure o spazi di difficile accesso per le operazioni di verniciatura e manutenzione, tali fessure o spazi dovranno essere, prima dell'applicazione delle mani di finitura, accuratamente chiusi con materiali sigillanti.

La zincatura, se prescritta, verrà effettuata sui materiali già lavorati, mediante immersione in zinco fuso conformemente alle prescrizioni della UNI EN ISO 1461; altro tipo di zincatura potrà essere ammesso solo in casi particolari e solo su precisa autorizzazione della Direzione dei lavori.

Art. 32. STRUTTURE IN ACCIAIO

32.1 Generalità

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dal d.P.R. 380/2001 e s.m.i., dal D.M. 17 gennaio 2018, dalle circolari e relative norme vigenti.

I materiali e i prodotti devono rispondere ai requisiti indicati nel punto 11.3. del D.M. 17 gennaio 2018.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della Direzione dei Lavori:

- a) gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare;
- b) tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore.

32.2 Requisiti per la Progettazione e l'Esecuzione

32.2.1 Spessori limite

È vietato l'uso di profilati con spessore $t < 4$ mm.

Una deroga a tale norma, fino ad uno spessore $t = 3\text{mm}$, è consentita per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali per esempio tubi chiusi alle estremità e profili zincati, od opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano elementi e profili sagomati a freddo.

32.2.2 *Acciaio incrudito*

Deve essere giustificato mediante specifica valutazione l'impiego di acciaio incrudito in ogni caso in cui si preveda la plasticizzazione del materiale (analisi plastica, azioni sismiche o eccezionali, ecc.) o prevalgano i fenomeni di fatica.

32.2.3 *Giunti di tipo misto*

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (ad esempio saldatura e bullonatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo, ovvero sia dimostrato, per via sperimentale o teorica, che la disposizione costruttiva è esente dal pericolo di collasso prematuro a catena.

32.2.4 *Problematiche specifiche*

Oltre alle norme del D.M. 17 gennaio 2018, in relazione a:

- Preparazione del materiale,
- Tolleranze degli elementi strutturali di fabbricazione e di montaggio,
- Impiego dei ferri piatti,
- Variazioni di sezione,
- Intersezioni,
- Collegamenti a taglio con bulloni normali e chiodi,
- Tolleranze foro – bullone. Interassi dei bulloni e dei chiodi. Distanze dai margini,
- Collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza,
- Collegamenti saldati,
- Collegamenti per contatto,

si può far riferimento a normative di comprovata validità.

32.2.5 *Apparecchi di appoggio*

La concezione strutturale deve prevedere facilità di sostituzione degli apparecchi di appoggio, nel caso in cui questi abbiano vita nominale più breve di quella della costruzione alla quale sono connessi.

32.2.6 *Verniciatura e zincatura*

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento.

Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla norma [UNI EN 10025-5](#)) devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura.

Nel caso di parti inaccessibili, o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovrassessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati: possono essere invece zincati a caldo.

32.2.7 *Controlli in Corso di Lavorazione*

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

32.2.8 Identificazione e Rintracciabilità dei Prodotti Qualificati

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

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

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

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

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

32.2.9 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 ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano sovrassollecitate o deformate.

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, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

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

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

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

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto 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, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

32.2.10 Prove di Carico e Collaudo Statico

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori una 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'Appaltatore, secondo le prescrizioni contenute nei decreti ministeriali vigenti e nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i.

32.3 Acciaio per calcestruzzo armato

32.3.1 Caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è esclusivamente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione dei Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al punto 11.3.1.7. del D.M. 17 gennaio 2018.

Tutti gli acciai per calcestruzzo armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o dentellature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte a garantire adeguata aderenza tra armature e conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti e la documentazione di accompagnamento vale quanto indicato nel D.M. 17 gennaio 2018.

32.3.2 Reti e tralicci elettrosaldati

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare, nelle due direzioni, 330 mm.

I tralicci e le reti sono prodotti reticolari assemblati in stabilimento mediante elettrosaldature, eseguite da macchine automatiche in tutti i punti di intersezione.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C, gli elementi base devono avere diametro (d) che rispetta la limitazione: $6 \text{ mm} < d < 16 \text{ mm}$.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A, gli elementi base devono avere diametro (d) che rispetta la limitazione: $5 \text{ mm} < d < 10 \text{ mm}$.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati deve essere effettuata a partire da materiale di base qualificato. Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con quella dell'elemento base.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, deve essere apposta su ogni confezione di reti o tralicci un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del fabbricante delle reti e dei tralicci stessi.

Il Direttore dei Lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, verificherà la presenza della predetta etichettatura.

32.3.3 Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e secondo quanto disposto al punto 11.3.2.12 del D.M. 17 gennaio 2018 devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Essi devono essere eseguiti in ragione di 3 campioni ogni 30 t di acciaio impiegato della stessa classe proveniente dallo stesso stabilimento o Centro di trasformazione, anche se con forniture successive.

I campioni devono essere ricavati da barre di uno stesso diametro o della stessa tipologia (in termini di diametro e dimensioni) per reti e tralicci, e recare il marchio di provenienza.

Il prelievo dei campioni va effettuato alla presenza del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al punto 11.3.1.7 del D.M. 17 gennaio 2018, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

32.4 Acciaio per cemento armato precompresso

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati e controllati secondo le procedure prescritte nel D.M. 17 gennaio 2018.

32.4.1 Caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per armature da precompressione è generalmente fornito sotto forma di:

- Filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli o in fasci;
- Barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei, le caratteristiche finali del prodotto possono essere conferite con trattamento termico o meccanico successivo alla laminazione;
- Treccia: prodotto formato da 2 o 3 fili trafilati dello stesso diametro nominale avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale fornito in rotolo o bobine; passo e senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili della treccia;
- Trefolo: prodotto formato da 6 fili trafilati avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili elicoidali, fornito in bobine. Il passo ed il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili di uno stesso strato esterno.

Per quanto non specificato nel presente paragrafo riguardo fili, trecce e trefoli si deve fare riferimento alle norme [UNI 7675](#) ed [UNI 7676](#).

I fili possono essere a sezione trasversale circolare o di altre forme e devono essere prodotti da vergella avente composizione chimica conforme a una delle seguenti norme: [UNI EN ISO 16120-2](#) e [UNI EN ISO 16120-4](#).

I fili sono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante. La superficie dei fili può essere liscia o improntata.

Non è consentito l'impiego di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pre-tese.

I fili delle trecce possono essere lisci o improntati. I fili dello strato esterno dei trefoli possono essere lisci od improntati. I fili dei trefoli e delle trecce devono essere prodotti da vergella avente caratteristiche meccaniche e composizione chimica omogenee e conformi ad una delle seguenti norme: UNI EN ISO 16120-2 e UNI EN ISO 16120-4.

Il processo di improntatura deve essere completato prima della trecciatura o della trefolatura, rispettivamente per le trecce e per i trefoli.

I trefoli compattati possono essere prodotti per trafilatura o laminazione dopo la trefolatura e prima del trattamento termico. Quando la trefolatura e la compattazione sono eseguite contemporaneamente, il filo centrale rettilineo deve avere diametro almeno uguale a quello dei fili esterni.

Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti o nervature; vengono individuate mediante il diametro nominale nel caso di barre lisce o mediante il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante nel caso di barre non lisce. Le barre filettate devono avere filetto con passo uniforme e non superiore a 0,8 volte il diametro nominale. Le barre a filettatura continua o parziale, con risalti o nervature, devono avere geometria superficiale conforme a quanto specificato nel D.M. 17 gennaio 2018.

Le barre con risalti o nervature dovranno essere fornite con marchio apposto sulle singole barre.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti, generalmente costituita da sigillo o etichettatura sulle legature e per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato nel D.M. 17 gennaio 2018.

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

I fili devono essere esenti da saldature.

Sono ammesse le saldature di fili destinati alla produzione di trecce e di trefoli se effettuate prima della trafilatura; non sono ammesse saldature durante l'operazione di cordatura.

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

È tollerata un'ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

32.4.2 Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere devono essere eseguiti secondo le indicazioni di cui al punto 11.3.3.5.3 del D.M. 17 gennaio 2018, ogni 30 t della stessa categoria di acciaio proveniente dallo stesso stabilimento, anche se con forniture successive.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori.

Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove, di compilazione dei certificati, di accettazione delle forniture e per le procedure derivanti da risultati non conformi, valgono le disposizioni di cui al punto 11.3.3.5.3 del D.M. 17 gennaio 2018.

Art. 33. IMPERMEABILIZZAZIONI IN GENERE

33.1 GENERALITÀ

Le impermeabilizzazioni di qualsiasi genere dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi, scarichi, ecc., in modo da garantire, in ogni caso, l'assenza di qualunque infiltrazione d'acqua. Il piano di posa delle opere murarie dovrà essere ben livellato ed avere una superficie priva di asperità, possibilmente lisciata, perfettamente asciutta e livellata. In ogni caso la stagionatura non dovrà risultare inferiore a 20 giorni.

I materiali da impiegare nelle opere di impermeabilizzazione dovranno presentare i requisiti e le caratteristiche di cui all'art. 10 del presente Capitolato. All'atto del collaudo o verifica i manti impermeabili ed i relativi raccordi dovranno risultare perfettamente integri, senza borse, fessurazioni, ecc. salvo danni causati da forza maggiore (escludendosi, tra questi, quelli eventuali provocati da azioni meteorologiche, anche se di entità eccezionale).

Tutte le superfici di estradosso dei volti e degli impalcati stradali in generale, specie se in conglomerato cementizio armato, dovranno venire opportunamente protette contro l'azione delle acque meteoriche e delle soluzioni saline acide in particolare. Tale protezione dovrà possedere tra l'altro i seguenti requisiti:

- essere inattaccabile dalle soluzioni saline normalmente impiegate;
- possedere una aderenza al manufatto (se impiegata direttamente sotto pavimentazione) non inferiore a quella dei conglomerati bituminosi;
- offrire ai superiori strati di pavimentazione un'aderenza non inferiore a quella che gli stessi avrebbero in assenza di protezione;
- avere caratteristiche di plasticità e/o di elasticità tali da assorbire senza danni (fino a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$) le compressioni e le vibrazioni indotte dal traffico;
- avere sufficiente consistenza da sopportare, senza danni, le successive operazioni di cantiere ed in particolare la stesa ed il successivo rullaggio del conglomerato bituminoso a caldo (circa $140\text{ }^{\circ}\text{C}$).

33.2 IMPERMEABILIZZAZIONI STRATIFICATE MULTIPLE

33.2.1 Generalità

Le impermeabilizzazioni in argomento saranno costituite da stratificazioni alternate di spalmature bituminose e strati di supporto bitumati per le quali, risultando la casistica tecnologica alquanto vasta in rapporto sia alla varietà dei materiali, sia alle diverse condizioni di applicazione, verranno date di seguito delle prescrizioni di carattere generale, con riferimento a minimi, rimandando per i particolari agli esecutivi di progetto ed alle disposizioni della Direzione Lavori.

33.2.2 Caratteristiche dei materiali

I materiali da impiegare nella esecuzione delle impermeabilizzazioni saranno in linea generale costituiti da bitumi puri da spalmatura (o preferibilmente da mastici bituminosi) e da cartonfeltri (cilindrici o ricoperti) o meglio da supporti in fibre di vetro (o di poliestere o combinati) impregnati di bitume o impregnati e ricoperti da miscele bituminose.

Per le caratteristiche si rimanda all'art 10 del presente Capitolato con l'avvertenza che il bitume tipo 0 potrà essere impiegato su superfici con pendenza non superiore al 3% ed il tipo 15 su superfici con pendenza fino all'8%.

33.2.3 *Massa base di bitume (M.B.B.)*

Nella esecuzione dei manti stratificati per impermeabilizzazione è prescritta una massa base di bitume (M.B.B.) minima di 3,5 kg/m² intendendo per M.B.B. la massa complessiva di bitume solubile in tetracloruro di carbonio contenuta nell'unità di superficie del manto impermeabile completo; dal computo verranno esclusi:

- l'eventuale applicazione di impregnazione del piano di posa a mezzo di soluzione bituminosa;
- la prima spalmatura di materiale bituminoso effettuata direttamente sul piano di posa, nel limite del 50% in massa.

33.2.4 *Numero complessivo degli strati*

Nell'impermeabilizzazione è prescritto un numero complessivo tra strati di supporto e spalmature bituminose complete, eseguite alternativamente, non inferiori a 5.

33.2.5 *Modalità esecutive degli strati*

Nella forma più generale di esecuzione la realizzazione di un manto bituminoso stratificato sarà effettuata con le modalità di seguito descritte:

- a) Spalmatura a freddo di una soluzione di bitumi ossidati in solventi a rapida essiccazione. L'impregnazione sarà effettuata su superfici perfettamente asciutte o depolverate, con l'impiego di soluzione in quantità non inferiore a 0,4 kg/m².
- b) Prima spalmatura bituminosa a caldo (180 ÷ 200 °C) di bitume ossidato o di mastice bituminoso. La quantità da impiegare sarà compresa tra 1,5 ÷ 2 kg/m² in rapporto alle caratteristiche della superficie di base.
- c) Prima applicazione di supporto bitumato (cartonfeltro, fibre di vetro, ecc., di massa areica prescritta) sulla spalmatura di bitume, con sovrapposizione dei lembi non inferiore a 8 cm ed incollaggio degli stessi con bitume a caldo o con fiamma secondo i tipi.
- d) Seconda spalmatura bituminosa a caldo di massa non inferiore a 1,0 kg/m² (spalmatura intermedia tipo).
- e) Ripetizione delle operazioni di cui alle lettere c) e d) per le volte necessarie a realizzare il numero di strati prescritti, sfalsando o incrociando gli strati di supporto.
- f) Spalmatura terminale bituminosa in quantità non inferiore a 1,5 kg/m².

33.3 IMPERMEABILIZZAZIONI DIVERSE

L'interno della vasca della fontana sarà impermeabilizzato con un rivestimento impermeabile e decorativo, previa fase di preparazione della vasca con opportuno lavaggio, sigillatura dei giunti, accessori e passanti.

La vasca sarà rivestita dapprima con sistema impermeabilizzante e traspirante, di seguito sarà eseguito il rivestimento decorativo in microcemento.

Il sistema di rivestimento impermeabile e traspirante, dovrà essere applicato in basso spessore in strati successivi con interposizione di rete in fibra di vetro su tutte le parti da trattare e secondo idonee pendenze per il raccordo ai bocchettoni di scarico sulla platea.

Esso consiste nell'applicazione di malte cementizie premiscelate applicate in basso spessore in due strati successivi.

Il risultato sarà un rivestimento impermeabile armato, traspirante, con elevate resistenze meccaniche, a base di cemento ed inerti speciali e presenterà le seguenti caratteristiche:

- idoneità al contatto con acqua potabile;
- resistenza minima sotto pressione idrostatica positiva fino a 9 bar;
- resistenza minima sotto pressione idrostatica negativa oltre 4 bar;

- adesione minima su supporto in calcestruzzo 2,00 N/mm²;
- allungamento a rottura 60%.

Il rivestimento impermeabile e traspirante grazie alle sue proprietà si solidarizza e costituisce un corpo unico con le superfici su cui è applicato e lascia traspirare i supporti.

Sarà necessario sigillature di giunti, raccordi perimetrali, riprese di getto e passanti saranno trattati con malte flessibili o espansive ed antiritiro.

Dovrà essere impermeabilizzata tutta la vasca ed il relativo risvolto sotto la copertina in cemento bianco, compreso il rimbocco con lo scarico realizzato con apposito elemento "messicano", come da dettagli di cui agli elaborati del Progetto Esecutivo.

Il ciclo di impermeabilizzazione si concluderà con un rivestimento multistrato in micro-cemento modificato con additivo polimerico, applicato in basso spessore in strati successivi con interposizione di rete in fibra di vetro su tutte le parti da trattare, ottenendo così un rivestimento ad effetto naturale, irregolare e con lievi variazioni di tonalità, tipico dei rivestimenti cementizi applicati a spatola liscia.

Il colore sarà nelle tonalità del chiaro come da indispensabile campionatura che dovrà essere prodotta in fase di autorizzazione dei materiali in Direzione Lavori.

A protezione della pedana rialzata a geometria curvilinea (area Belvedere), costituita da tre 3 gradini di 15 cm ciascuno realizzata in calcestruzzo armato come da elaborati esecutivi (spigoli arrotondati con opportuni profili cassero) è prevista la rifinitura SIA sulle superfici verticali che orizzontali, con un rivestimento continuo e omogeneo composto da una miscela bilanciata di resine acriliche in dispersione acquosa e cariche selezionate di colore bianco e comunque a scelta della Direzione Lavori. Tale rivestimento riveste le superfici proteggendole dal deterioramento e rendendole antiscivolo e resistenti all'eventuale contatto con olii o carburanti. Il rivestimento dovrà avere un'ottima resistenza alla abrasione garantendo lunga durabilità alle superfici anche se soggette ad uso frequente.

Il rivestimento dovrà resistere a tutte le condizioni climatiche, all'aggressione dello smog e dei raggi solari, conferendo al supporto una protezione durevole nel tempo.

Le superfici in calcestruzzo da trattare devono essere pulite, prive di materiali incoerenti, il più possibile planari e comunque con pendenze non superiori all'1,5%. Il sottofondo deve avere una resistenza meccanica adeguata ai carichi a cui sarà sottoposta la pavimentazione durante l'esercizio delle attività. Eventuali fessure dovranno essere riparate mediante colatura di apposito materiale sigillante, mentre, se necessario, la riparazione di porzioni di calcestruzzo degradato dovrà essere eseguita con malte cementizie combinate con il ciclo di finitura.

Prima di eseguire l'applicazione della resina, la polvere presente sul supporto dovrà essere stata perfettamente aspirata.

Caratteristiche tecniche:

- Aspetto: liquido pastoso
- Residuo secco (%): 70
- Massa volumica (g/cm³): ca. 1,40
- Viscosità di fornitura (mPa · s): 70.000 Ⓞ} 5.000
- Abrasione a umido DIN 53778 (cicli): > 15.000
- Abrasione Taber test dopo 7 gg a 23°C - 50% U.R.
- mole CS17; peso 1000 g, perdita peso a 1000 giri (g): < 0,1 g (< 1%)
- Durezza Shore A: 60
- Carico a rottura DIN 53504 dopo 7 giorni a 23°C (N/mm²): 0,7
- Allungamento a rottura DIN 53504 dopo 7 giorni a 23°C (%): 110
- Variazione colore dopo 1000 ore di esposizione al Weather-Ometer (secondo normativa ASTM G 155 ciclo 1):
 - colore blu: ΔE < 0,8
 - colore verde: ΔE < 0,5

- colore azzurro: $\Delta E < 0,5$
- colore rosso: $\Delta E < 0,5$
- colore bianco: $\Delta E < 0,5$
- Fattore resistenza alla diffusione del vapore (UNI EN ISO 7783/2) (μ): 250
- Resistenza al passaggio del vapore relativo a 0,5 mm di spessore secco SD (m) (UNI EN ISO 7783/2): 0,12
- Fattore di assorbimento d'acqua per capillarità W24 [(kg/(m² · h^{0,5}))] (UNI EN 1062/3): 0,09
- Adesione su calcestruzzo (N/mm²): 2,40
- Resistenza ai carburanti (UNICHIM N.394 par. 6.4), rapporto di prova ANAS 2133/0359/11: nessun difetto
- Resistenza ai lubrificanti (UNICHIM N.394 par. 6.3), olio per motori, rapporto di prova ANAS 2133/0359/11: nessun difetto
- Resistenza alle soluzioni saline (UNICHIM N.394 par. 6.2), soluzioni di NaCl e CaCl₂ sature, rapporto di prova ANAS 2133/0359/11: nessun difetto
- Resistenza al derapaggio (attrito radente) (UNI EN 1436), rapporto di prova ANAS 2133/0359/11, BPN: 62
- Classe di resistenza al derapaggio (UNI EN 1436): S4 (SRT ≥ 60)
- Resistenza al gelo e disgelo, 10 cicli (UNI EN 1367-1): nessun difetto

Art. 34. OPERE IN MARMO, PIETRE NATURALI O ARTIFICIALI

34.1 GENERALITÀ

34.1.1 Forme – Dimensioni e caratteristiche

Le opere in marmo, pietre naturali o artificiali dovranno corrispondere, nei limiti delle tolleranze indicate, alle forme e dimensioni prescritte ed essere lavorate secondo le indicazioni del presente Capitolato e di quelle che fornirà la Direzione Lavori all'atto esecutivo. Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) e quelle essenziali della specie prescelta e rispondere ai requisiti indicati agli articoli del presente Capitolato.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, qualora non disposto e nei limiti del presente articolo, le misure dei vari elementi di ogni opera, la formazione e disposizione dei vari conci e lo spessore delle lastre, come pure di precisare gli spartiti, la posizione dei giunti, la suddivisione dei pezzi, l'andamento della venatura, ecc., secondo i particolari disegni costruttivi che la stessa Direzione potrà fornire all'Appaltatore all'atto dell'esecuzione ed ai quali lo stesso sarà tenuto ad uniformarsi.

Le lastre di rivestimento o di pavimentazione dovranno essere accostate in maniera da evitare contrasti di colore o di venatura, tenendo conto delle caratteristiche del materiale impiegato e delle particolari disposizioni della Direzione.

34.1.2 Tolleranze

Sulla larghezza e lunghezza degli elementi, conci o manufatti in genere, sarà ammessa una tolleranza non superiore al $\pm 0,5\%$; per le lastre, gli scarti nelle misure non dovranno superare il valore di $+ 0,5/-1$ mm per le dimensioni lineari e del $\pm 5\%$ per lo spessore. Tolleranze più ristrette potranno comunque essere disposte in progetto o prescritte dalla Direzione.

34.1.3 Campioni e modelli

Prima di iniziare i lavori in argomento l'Appaltatore dovrà predisporre, a propria cura e spese, i campioni dei vari marmi e pietre, lavorati secondo prescrizione, sottoponendoli all'esame della Direzione Lavori; tali campioni, se accettati, verranno debitamente contrassegnati e conservati, come termini di riferimento e confronto, negli uffici della Direzione o in locali appositamente assegnati.

34.1.4 Controlli e corrispondenze

L'Appaltatore è tenuto a rilevare e controllare che ogni elemento o manufatto ordinato e da collocare corrisponda alle strutture rustiche di destinazione, segnalando tempestivamente alla Direzione Lavori eventuali divergenze od ostacoli. In difetto, resteranno a carico dello stesso ogni spesa ed intervento derivanti da non esatte risponderenze o da collocazioni non perfettamente calibrate.

34.1.5 Protezione dei manufatti – Obblighi in caso di scorporo

Tanto nel caso in cui la fornitura dei manufatti debba essere effettuata direttamente dall'Appaltatore, quanto nel caso in cui la fornitura sia parzialmente o totalmente scorporata e lo stesso sia unicamente tenuto alla posa in opera, tenuti presenti gli obblighi e le prescrizioni del presente Capitolato, l'Appaltatore dovrà avere la massima cura onde evitare, durante le varie operazioni di carico, trasporto, eventuale magazzinaggio e quindi collocamento in sito e fino al collaudo, rotture, scheggiature, rigature, abrasioni, macchie e danni di ogni genere ai marmi ed alle pietre. Egli pertanto dovrà provvedere a sue spese alle opportune protezioni, con materiale idoneo, di spigoli, cornici, scalini, zoccoletti, pavimenti ed in genere di tutte quelle parti che, avendo già ricevuto la lavorazione di finitura, potrebbero restare comunque danneggiate dai successivi lavori di cantiere.

L'Appaltatore resterà di conseguenza obbligato a riparare a sue spese ogni danno riscontrato ricorrendo se necessario, ed a giudizio insindacabile della Direzione, anche alla sostituzione dei pezzi danneggiati ed a tutti i conseguenti ripristini. Resta peraltro precisato che qualora la fornitura dovesse avvenire in forma scorporata, all'atto del ricevimento in cantiere dei materiali l'Appaltatore dovrà segnalare alla Direzione eventuali difetti o difformità, restando egli stesso responsabile, in caso di omissione, della completa risponderenza della fornitura.

34.1.6 Posa in opera dei manufatti

Per ancorare i diversi pezzi di marmo o pietra alle strutture di supporto si adopereranno grappe, perni, staffe, sbarre, ecc. in ottone ricotto, rame, bronzo, acciaio inossidabile, di tipo e dimensioni adatti allo scopo ed agli sforzi cui saranno assoggettati, previo benestare della Direzione Lavori. Tali ancoraggi saranno fissati saldamente ai marmi o pietre entro apposite incassature, di forma adatta, a mezzo di piombo fuso battuto a mazzuolo o di malte epossidiche e saranno murati sui supporti con malta cementizia.

I vuoti che risulteranno tra i rivestimenti in pietra o marmo ed i relativi supporti dovranno essere accuratamente riempiti con malta idraulica sufficientemente fluida e debitamente scagliata, in modo che non rimangano vuoti di alcuna entità. Sarà assolutamente vietato l'impiego di agglomerante cementizio a rapida presa o di gesso, tanto per la posa quanto per il fissaggio provvisorio dei pezzi.

L'Appaltatore dovrà usare speciali cure ed opportuni accorgimenti per il fissaggio ed il sostegno di stipiti, architravi, rivestimenti, ecc., dove i pezzi risultino sospesi alle strutture in genere ed a quelle in cemento armato in particolare; in tal caso si potrà richiedere che le pietre o marmi siano collocati in opera prima del getto ed incorporati con opportuni mezzi alla massa delle murature o del conglomerato, il tutto seguendo le speciali norme che saranno impartite dalla Direzione e senza che l'Appaltatore abbia a pretendere speciali compensi.

Tutti i manufatti, di qualsiasi genere, dovranno risultare collocati in sito nell'esatta posizione stabilita dai disegni o indicata dalla Direzione Lavori; le connessioni ed i collegamenti, eseguiti a perfetto combaciamento, dovranno essere stuccati con cemento bianco o colorato, secondo disposizione. Potrà essere richiesto che la posa in opera delle pietre o marmi segua immediatamente il progredire delle murature, ovvero che venga eseguita in tempi successivi, senza che l'Appaltatore possa richiedere extra compensi.

Nei rivestimenti delle zone di spigolo, le lastre incontrantesi ad angolo dovranno essere rese solidali tra loro mediante idonee piastre o squadrette in metallo inossidabile, fissate a scomparsa con adeguati adesivi; negli spigoli sarà comunque vietato il taglio a 45° dei bordi delle lastre.

Art. 35. CORDOLI PER MARCIAPIEDI – MANUFATTI LAPIDEI STRADALI

35.1.1 Cordoli in elementi prefabbricati

Saranno del tipo prescritto in progetto ed avranno di norma lunghezza non inferiore a 100 cm, salvo che nei tratti in curva o in casi particolari.

Lo strato superficiale dei cordoli prefabbricati sarà realizzato con impasto di graniglia bianca e polvere bianca mescolata con cemento bianco ad alto dosaggio. La messa in opera avverrà come indicato nei paragrafi specifici; la stilatura dei giunti sarà effettuata con sola malta di cemento bianco.

35.1.2 Manufatti lapidei stradali. Tipi diversi

Saranno conformi, se non diversamente disposto, alle prescrizioni delle norme di unificazione riportate all'art. 7 del presente Capitolato.

Art. 36. COPERTINE

Saranno del tipo prescritto in progetto del tipo prefabbricati sarà realizzato con impasto di graniglia bianca e polvere bianca mescolata con cemento bianco ad alto dosaggio, trattata con idoneo idrorepellente.

La stilatura dei giunti sarà effettuata con sola malta di cemento bianco.

Le copertine del muro lato spiaggia e quelle della vasca della fontana saranno realizzate in calcestruzzo bianco con idoneo impasto, armatura in acciaio ad aderenza migliorata con copri ferro minimo mm 20, finitura liscia e superfici trattate con vernici trasparenti anti-degrado (idrorepellenti) e anti-scrittura. Tutte le copertine saranno dotate di gocciolatoio. Sul muretto lato spiaggia le copertine saranno di geometria regolare e rettilinea, mentre per la vasca della fontana avranno geometria ad L, come meglio rappresentato sugli elaborati di dettaglio del Progetto Esecutivo. Tutte le fughe, in corrispondenza dei giunti saranno trattate con silicone acrilico di colore bianco come le copertine.

Le copertine saranno posate su idoneo letto di malta collante cementizia ad alta resistenza.

Art. 37. DRENAGGI

37.1 DRENAGGI

37.1.1 Generalità

I drenaggi di risanamento del corpo stradale e zone latitanti, che si rendessero necessari, saranno sempre eseguiti dallo sbocco a valle del cunicolo di scolo, procedendo da valle verso monte così da assicurare il regolare deflusso delle acque.

Prima di stabilire definitivamente il piano del fondo del drenaggio, onde assicurarsi di raggiungere in ogni punto lo strato impermeabile, la Direzione Lavori disporrà all'atto esecutivo quanti pozzi stimerà necessario praticare; la profondità del drenaggio e la pendenza del cunicolo saranno stabilite in relazione ai saggi, ove si riscontri il punto più depresso dello strato impermeabile. Il fondo dei drenaggi dovrà essere di norma rivestito in calcestruzzo che nella parte centrale sarà sagomato a cunetta.

Per quanto riguarda il riempimento in pietrame si rimanda alle norme di cui al punto specifico.

37.1.2 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 di poliestere o polipropilene, secondo prescrizione. 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 50 cm.

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 poliestere) in ragione di almeno 2 kg/m². 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 dello stesso 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.

Art. 38. TUBAZIONI

38.1 GENERALITÀ

38.1.1 Progetto esecutivo

La posa in opera di qualunque tipo di tubazione, dovrà essere preceduta, qualora dal progetto non emergano specifiche indicazioni, dallo studio esecutivo particolareggiato delle opere da eseguire, di modo che possano individuarsi con esattezza i diametri ottimali delle varie tubazioni ed i relativi spessori. Lo studio sarà completo di relazioni, calcoli, grafici e quant'altro necessario per individuare le opere sotto ogni aspetto, sia analitico che esecutivo.

Dovranno comunque essere rispettate le "Norme tecniche relative alle tubazioni" emanate con D.M. 12 dicembre 1985 nonché le relative "Istruzioni" diffuse con Circolare Min. LL.PP. n. 27291 del 20 marzo 1986. Dovrà infine essere rispettato il "Regolamento concernente i materiali che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano" adottato con D. Min. Salute 6 aprile 2004, n. 174.

38.1.2 Tubi, raccordi e apparecchi

I tubi, i raccordi e gli apparecchi da impiegare, del tipo e dimensioni prescritte, dovranno avere le caratteristiche indicate nel presente Capitolato o quelle più particolari o diverse eventualmente specificate in Elenco.

La posizione esatta cui dovranno essere posti i raccordi o gli apparecchi dovrà essere riconosciuta o approvata dalla Direzione Lavori; di conseguenza resterà determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua. Questa dovrà essere formata con il massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture; resterà quindi vietato l'impiego di spezzoni, ove non riconosciuto strettamente necessario per le esigenze d'impianto.

38.1.3 Tracciati e scavi delle trincee

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni dovranno essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve. Dove le deviazioni fossero previste con impiego di pezzi speciali, il tracciato dovrà essere predisposto con angolazioni corrispondenti alle curve di corrente produzione o alle loro combinazioni (curve abbinata).

La larghezza degli scavi, al netto delle eventuali armature, dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni ed ai tipi di giunti da eseguire; peraltro, in corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali, da effettuarsi entro lo scavo, dovranno praticarsi nello stesso delle bocchette o nicchie allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio. Questo senza costituire per l'Appaltatore diritto a maggiori compensi.

La trincea finita non dovrà presentare sulle pareti sporgenze o radici di piante ed il fondo dovrà avere andamento uniforme, con variazioni di pendenza ben raccordate, senza punti di flesso, rilievi o infossature (maggiori di 3 cm), in modo da garantire una superficie di appoggio continua e regolare.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque pluviali o che siano interessate da cadute di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi. Del pari si eviterà, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito (con esclusione dei giunti), che verificandosi nonostante le precauzioni l'inondazione dei cavi, le condotte possano riempirsi o, se chiuse agli estremi, possano essere sollevate. Di conseguenza ogni danno, di qualsiasi entità, che si verificasse in tali casi per la mancanza delle necessarie cautele, sarà a tutto carico dell'Appaltatore.

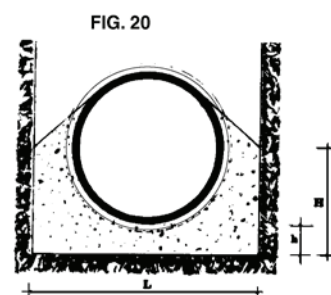
38.1.4 Preparazione del piano di posa – Massetto

Nelle zone rocciose, quando non fosse possibile rendere liscio il fondo dello scavo o laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno, ed in ogni caso su disposizione della Direzione Lavori, le tubazioni saranno poste in opera con l'interposizione di apposito letto di sabbia (o di materiale arido a granulometria minuta) dell'altezza minima di $D/10 + 10$ cm (essendo "D" il diametro esterno del tubo espresso in cm) esteso a tutta la larghezza e lunghezza del cavo.

Qualora fosse prescritta la posa su massetto delle tubazioni, lo stesso sarà realizzato con conglomerato cementizio magro, conformato come alla Fig. 21, con misure (in sezione) non inferiori a quelle riportate nella seguente tabella.

TAB. 84 - Tubazioni interrato. Dimensionamento minimo del massetto di posa

PARAMETRI		Diametro esterno del tubo (cm)												
		15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Altezza platea	(h)	8	8	8	10	10	10	12	12	12	14	14	14	16
Altezza rinfianco	(H)	10	14	18	25	27	30	36	40	46	55	63	68	78
Larghezza massetto	(L)	40	45	50	55	65	70	75	80	95	105	115	130	140



38.1.5 Scarico dai mezzi di trasporto

Lo scarico dei tubi dai mezzi di trasporto dovrà essere effettuato con tutte le precauzioni atte ad evitare danni di qualsiasi genere, sia alla struttura stessa dei tubi che ai rivestimenti. Sarà vietato l'aggancio a mezzo di coppia di funi metalliche.

38.1.6 Pulizia dei tubi e accessori

Prima di essere posto in opera ciascun tubo, raccordo o apparecchio dovrà essere accuratamente pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo; dovrà evitarsi inoltre che nell'operazione di posa detriti o altro si depositino entro la tubazione provvedendo peraltro, durante le interruzioni del lavoro, a chiuderne accuratamente le estremità con appositi tappi.

38.1.7 Posa in opera dei tubi

I tubi verranno calati nelle trincee con mezzi adeguati a preservarne l'integrità e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni. I singoli elementi saranno calati il più possibile vicino al posto di montaggio, così da evitare spostamenti notevoli lungo i cavi.

Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta dovrà essere disposto e rettificato in modo che l'asse della tubazione unisca con uniforme pendenza diversi punti fissati con appositi picchetti, così da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito nelle planimetrie e nei profili di progetto o comunque disposti dalla Direzione Lavori. In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza di punti in cui non fossero previsti sfiati o scarichi; ove

così si verificasse, l'Appaltatore dovrà a proprie spese rimuovere le tubazioni e ricollocarle in modo regolare come da prescrizione.

Nessun tratto di tubazione dovrà essere posato in orizzontale. I bicchieri dovranno essere possibilmente rivolti verso la direzione in cui procede il montaggio, salvo prescrizioni diverse da parte della Direzione Lavori.

Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea dovranno essere rigorosamente disposti su una retta. Saranno comunque ammesse deviazioni fino ad un massimo di 5° (per i giunti che lo consentono) allo scopo di permettere la formazione delle curve a largo raggio. I tubi dovranno essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza.

38.1.8 Posa in opera dei raccordi, apparecchi e accessori

L'impiego dei raccordi e degli apparecchi dovrà corrispondere alle indicazioni di progetto o a quelle più particolari che potrà fornire la Direzione Lavori. La messa in opera dovrà avvenire in perfetta coassialità con l'asse della condotta, operando con la massima cautela per le parti meccanicamente delicate.

38.1.9 Giunzioni in genere

Le giunzioni dovranno essere eseguite secondo la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale, con le prescrizioni più avanti riportate e le specifiche di dettaglio indicate dal fornitore.

Le giunzioni non dovranno dar luogo a perdite di alcun genere, qualunque possa essere la causa determinante (uso, variazioni termiche, assestamenti, ecc.) e questo sia in prova che in anticipato esercizio e fino a collaudo.

38.1.10 Protezione esterna delle tubazioni

Le tubazioni interrate, se in acciaio, saranno protette con protezione catodica; se in ghisa, mediante catramatura o bitumatura a caldo.

La protezione esterna dovrà essere continua ed estesa anche ai raccordi ed agli elementi metallici di fissaggio; qualora perciò nelle operazioni di montaggio la stessa dovesse essere danneggiata, si dovrà provvederle al perfetto reintegro o all'adozione di sistemi integrativi di efficacia non inferiore.

38.1.11 Murature di contrasto e di ancoraggio

Tutti i pezzi speciali come curve planimetriche ed altimetriche, derivazioni, estremità cieche di tubazioni, saracinesche di arresto, ecc., se inseriti in tubazioni soggette a pressione (anche occasionalmente), dovranno essere opportunamente contrastati o ancorati. Parimenti murature di ancoraggio dovranno costruirsi per le tubazioni da posare in terreno a forte pendenza, a distanza inversamente proporzionale alla pendenza stessa e differente a seconda del tipo di giunzione. I blocchi di contrasto saranno generalmente di calcestruzzo e verranno proporzionati alla spinta da sostenere, spinta che sarà funzione della pressione di prova e del diametro della tubazione. Nel caso di curve verticali convesse, l'ancoraggio verrà assicurato da cravatte di acciaio fissate al blocco e protette contro la corrosione.

In tutti i casi i giunti della tubazione dovranno risultare accessibili.

38.1.12 Attraversamenti

In tutti gli attraversamenti stradali, ove non fossero presenti cunicoli o controtubi di protezione, dovrà provvedersi all'annegamento dei tubi in sabbia, curando che il rinterro sulla generatrice superiore non sia inferiore ad 1 m. Ove si dovessero attraversare dei manufatti, dovrà evitarsi di murare le tubazioni negli stessi, curando al tempo la formazione di idonei cuscinetti fra tubo e muratura a protezione anche dei rivestimenti.

38.1.13 Lavaggio e disinfezione delle tubazioni

Le tubazioni da adibire a condotte di acqua potabile dovranno essere scrupolosamente sottoposte a pulizia e lavaggio, prima e dopo le operazioni di posa, ed inoltre ad energica disinfezione da effettuare con le modalità prescritte dalla competente Autorità comunale o dalla Direzione Lavori.

L'immissione di grassello o l'adozione di altri sistemi di disinfezione dovrà essere ripetuta tutte le volte che dovessero rinnovarsi le prove delle tubazioni, e questo senza alcun particolare compenso per l'Appaltatore.

38.1.14 Prova delle tubazioni

L'Appaltatore sarà strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di tubazione posati al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente, alla esecuzione delle giunzioni, la costruzione delle murature di contrasto e di ancoraggio (se necessarie). Contemporaneamente dovrà disporre il rinterro parziale dei tubi nei tratti di mezzeria, curando che i giunti rimangano scoperti. Successivamente, non appena scaduti i termini di stagionatura delle murature anzi dette, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove. Di conseguenza tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possano derivare alle tubazioni, alle trincee, ai lavori in genere ed alla proprietà dei terreni, a causa di eventuali ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove saranno effettuate per tronchi di lunghezza media di 500 m, restando però in facoltà della Direzione Lavori aumentare o diminuire tali lunghezze. L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto sarà necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo. Dovrà approvvigionare quindi l'acqua per il riempimento delle tubazioni (pure nel caso che mancassero gli allacciamenti alla rete o a qualunque altra fonte di approvvigionamento diretto), i piatti di chiusura, le pompe, i rubinetti, i raccordi, le guarnizioni, i manometri registratori e le opere provvisorie di ogni genere.

La prova verrà effettuata riempiendo d'acqua il tronco interessato e raggiungendo la pressione prescritta mediante pompa applicata all'estremo più depresso del tronco stesso; anche le letture al manometro dovranno effettuarsi in tale punto. Dovrà però tenersi presente che la pressione idraulica nel punto più alto del tronco non dovrà risultare minore della pressione idraulica nel punto più basso di oltre il 20%.

Riempito il tronco da provare, questo dovrà restare in carico per circa 24 h ad una pressione idrostatica il cui valore dovrà essere non maggiore della pressione di progetto del tronco stesso. Al termine delle 24 h, contate a partire dal momento in cui il tratto in prova comincerà a mantenersi alla pressione applicata, si procederà ad una accurata ispezione delle parti visibili della tubazione, con particolare attenzione per i giunti ed i raccordi.

Superata positivamente tale prova preliminare, la tubazione verrà gradualmente sottoposta alla pressione di prova vera e propria, che dovrà essere mantenuta per un periodo da 2 h a 8 h secondo prescrizione. Al termine, posto l'esito favorevole della prova, si procederà nel più breve tempo al rinterro totale dello scavo, lasciando scoperti unicamente i punti che collegheranno tra loro i vari tronchi di prova. Di seguito, quando tutte le prove parziali fossero state ultimate, i vari tratti provati verranno tra loro collegati in via definitiva e l'intera condotta verrà allora messa in carico immettendovi la pressione di esercizio prevista in progetto. Quindi si procederà al rinterro completo dello scavo nei punti ancora scoperti.

Le prove saranno eseguite in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore e, per ogni prova dal risultato positivo, verrà redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti.

38.1.15 Pressioni di prova e collaudo

Le pressioni di prova saranno stabilite in funzione del tipo di tubazioni impiegate e delle condizioni di esercizio delle condotte e delle canalizzazioni.

Quando le tubazioni dovessero o potessero venire soggette a pressione, anche per breve tempo, la pressione di prova cui dovranno essere sottoposte sarà almeno $1,5 \div 2$ volte quella statica massima prevista per il tratto cui appartiene il tronco da provare; questo sempreché detto valore risulti superiore alla pressione di esercizio $P_e + 2$ (bar), valore limite inferiore per le pressioni di collaudo P_c .

Nel caso di canalizzazioni di scarico con funzionamento non a pressione (fognature, ecc.) le pressioni di collaudo in campo saranno riferite alle pressioni realizzabili tra l'asse della condotta ed il piano stradale o di campagna, per tratte caratterizzate da dislivello non superiore a 0,50 m circa. In ogni caso la pressione di prova sarà non inferiore a 0,5 bar, dovrà essere mantenuta per non meno di 15 minuti (previo riempimento preliminare della canalizzazione della durata di 24 h) e sarà misurata esclusivamente con un piezometro, in modo da poter verificare la quantità di acqua eventualmente aggiunta.

Disposizioni diverse potranno comunque venire impartite dalla Direzione Lavori, in accordo anche a particolari specifiche di normazione.

38.1.16 Rinterro dei cavi

Per il rinterro dei cavi si riutilizzeranno, salvo diversa disposizione, i materiali provenienti dagli scavi, in precedenza depositati lungo uno o entrambi i lati degli stessi, o a deposito provvisorio, qualunque sia la consistenza ed il grado di costipamento delle materie stesse. Il rinterro sarà effettuato ricalzando i tubi lateralmente con materiale a granulometria fine e minuta ed avendo cura che non vengano a contatto degli eventuali rivestimenti pietre o quant'altro possa costituire fonte di danneggiamento, restando l'Appaltatore unico responsabile dei danni e delle avarie comunque prodotti alle condotte in dipendenza dei modi di esecuzione del rinterro.

Oltre l'altezza di 30 cm sulla generatrice superiore delle tubazioni, il rinterro sarà eseguito per strati successivi di altezza non maggiore di 30 cm, regolarmente spianati e bagnati ed accuratamente pistonati con mazzaranghe, e questo fino a superare il piano di campagna con un colmo di altezza sufficiente a compensare i futuri assestamenti.

L'altezza dei rinterri sulla generatrice superiore delle tubazioni potrà variare in rapporto alle condizioni del tracciato (morfologia e natura dei terreni e tipologia dei carichi). In ogni caso tale altezza non potrà essere inferiore a: 0,60 m ove il tracciato interessi terreni incolti, boschi, strade pedonali; 1,00 m nel caso di terreni coltivati e strade soggette a traffico leggero; 1,50 m nel caso di strade soggette a traffico pesante.

Resta comunque stabilito che l'Appaltatore dovrà verificare le condizioni statiche delle tubazioni in rapporto anche ai carichi ovalizzanti e pertanto lo stesso sarà unico responsabile degli eventuali danni che dovessero verificarsi, per insufficiente ricoprimento o per mancanza o inidoneità delle protezioni.

38.2 TUBAZIONI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC)

38.2.1 Generalità

Le tubazioni di cloruro di polivinile dovranno essere realizzate, in quanto ai materiali, con tubi di PVC non plastificato rispondenti ai requisiti di accettazione di cui al punto 12.2. del presente Capitolato. La posa in opera avverrà nel rispetto delle prescrizioni di progetto, con tutte le attenzioni che l'uso di detto materiale comporta.

Nel caso di tubazioni interrate, la posa e la prima parte del rinterro dovranno eseguirsi con l'impiego di materiale arido a granulometria minutissima (possibilmente sabbia, per uno spessore di copertura non inferiore a 20 cm), curando opportunamente la protezione nei riguardi dei carichi di superficie e di eventuali danneggiamenti accidentali. Nel caso di tubazioni esterne la posa avverrà a mezzo di opportuni ancoraggi e/o sostegni.

Nella posa in opera, saranno vietate la formazione in cantiere dei bicchieri di innesto (dovendosi nel caso approvvigionare tubi preformati in stabilimento), la curvatura a caldo (dovendosi nel caso impiegare i relativi pezzi speciali) e la cartellatura.

Le giunzioni potranno essere, in rapporto alle prescrizioni, sia di tipo rigido, effettuate a mezzo di incollaggi e/o saldature, sia di tipo elastico, effettuate a mezzo di idonei anelli elastomerici di tenuta. Nelle giunzioni esterne del primo tipo dovrà essere tenuto conto dell'elevato coefficiente di dilatazione termica lineare del PVC (pari a circa 0,08 mm/m °C) inserendo, a monte dei punti fissi (nodi) appositi giunti di dilatazione; ciò in particolare nel caso si tratti di una certa lunghezza e di andamento rettilineo.

Le prescrizioni per l'accettazione delle tubazioni in PVC rigido (non plastificato) sono contenute nelle seguenti norme UNI:

- UNI EN 1401: Tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di scarico interrate. Tipi, dimensioni e caratteristiche.
- UNI 7448-75: Tubi di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova generali.
- UNI 7444-75: Raccordi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di scarico dei fluidi. Tipi, dimensioni e caratteristiche (limitata al D 200).
- UNI 7449-75: Raccordi di PVC rigido (non plastificato).

I tubi, i raccordi e gli accessori di PVC dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione UNI e gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici, giuridicamente riconosciuto con DPR n. 120 dell'1.2.1975.

Per quanto riguarda:

- il trasporto e l'accatastamento;
- le condizioni di impiego;
- i sistemi di giunzione e le loro modalità di esecuzione;
- le condizioni di impiego;
- i sistemi di giunzione e le loro modalità di esecuzione;
- i collegamenti;
- il collaudo,

si dovrà tenere conto di quanto indicato nelle Pubblicazioni n. 3 (luglio 1976) e n. 11 (ottobre 1978) dell'Istituto Italiano dei Plastici.

I giunti saranno realizzati mediante l'utilizzo di guarnizioni elastomeriche, secondo le seguenti fasi:

- a) le estremità dei tubi da accoppiare dovranno essere smussate correttamente;
- b) le superfici di accoppiamento saranno accuratamente pulite;
- c) introdurre in modo corretto la guarnizione elastomerica nella sede del bicchiere;
- d) lubrificare la superficie interna della guarnizione
- e) unire i due tubi facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sua sede.

Dopo questa operazione occorrerà attenersi alle istruzioni del fabbricante del collante, prima di procedere nelle altre giunzioni e di mettere in esercizio l'impianto.

La posa in opera delle condotte in PVC della serie SN4 (4 KN/mq) verrà eseguita su sottofondo, rinfianco e copertura in calcestruzzo C16/20 dello spessore di 15 cm.

Tutti i tratti di fognatura dovranno infatti assicurare la perfetta tenuta idraulica a norma della vigente legislazione in materia di inquinamento.

38.2.2 Giunzioni rigide

Potranno essere del tipo a *bicchieri incollato*, del tipo a *bicchieri incollato e saldato*, del tipo a *manicotto incollato (e saldato)*, del tipo a *vite e manicotto* ed infine del tipo a *flangia mobile*.

Il giunto a bicchiere incollato sarà effettuato, previa pulizia delle pareti con idoneo solvente, spalmando l'estremità liscia del tubo e l'interno del bicchiere con opportuno collante vinilico (fornito dalla stessa ditta dei tubi) e realizzando l'accoppiamento con leggero movimento rotatorio onde favorire la distribuzione del collante stesso. Il tubo sarà spinto quindi fino in fondo al bicchiere ed il giunto così ottenuto dovrà essere lasciato indisturbato per non meno di 48 ore.

Il giunto a bicchiere incollato e saldato sarà effettuato come in precedenza con l'aggiunta di una saldatura in testa al bicchiere eseguita con adatto materiale di apporto in PVC. Tale sistema di giunzione comunque, al fine di non diminuire le caratteristiche di resistenza dei tubi, non verrà impiegato nel caso di spessori non sufficienti.

Il giunto a manicotto sarà effettuato su tubi con estremità lisce, per introduzione ed incollaggio delle stesse in un manicotto sagomato, espressamente costruito per lo scopo. Anche questo tipo di giunto potrà essere se del caso rinforzato, con la saldatura dei bordi del manicotto eseguita come in precedenza.

Il giunto a flangia mobile verrà impiegato quando fosse richiesta la possibilità di montaggio e smontaggio della tubazione con una certa frequenza o per l'inserimento di apparecchiature e verrà effettuato incollando sull'estremità liscia del tubo un collare di appoggio contro il quale si porterà a contrastare una flangia di PVC. La tenuta sarà realizzata interponendo tra le flange un'opportuna guarnizione in gomma.

38.2.3 Giunzioni elastiche

Saranno effettuate su tubi e pezzi speciali, un'estremità dei quali sarà idoneamente foggata a bicchiere e sede di apposita guarnizione elastica, o su tubi lisci a mezzo apposito manicotto a doppia guarnizione.

Per l'esecuzione del giunto, pulite accuratamente le parti da congiungere, si inserirà l'anello nella sede predisposta, quindi si lubrificerà la superficie interna dello stesso e quella esterna del codolo con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificanti a base di siliconi, ecc.) e si infilerà la punta nel bicchiere fino all'apposito segno di riferimento, curando che l'anello o gli anelli (nel caso del manicotto) non escano dalla sede.

38.2.4 Prova idraulica per condotte in pressione

Per l'esecuzione della prova idraulica valgono le norme generali di cui al precedente punto 29.1.15. La prova sarà riferita alla condotta con relativi giunti, curve, derivazioni e riduzioni, escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico quali: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc.

Riempita la tratta dal punto più depresso, previa completa fuoriuscita dell'aria, si procederà a sottoporla a pressione a mezzo di una pompa a mano, salendo gradualmente di un'atmosfera al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio. Questa verrà mantenuta da 2 a 24 h, secondo prescrizione, per consentire l'assestamento dei giunti e la eliminazione di eventuali perdite che non richiedano lo svuotamento della condotta.

Ad esito positivo di tale prova, si procederà a portare la tratta interessata alla pressione di prova. Quest'ultima sarà di 1,5 volte la pressione di esercizio, dovrà essere raggiunta con la gradualità sopra specificata e verrà mantenuta costante per una durata minima di 2 ore.

Art. 39. SEGNALETICA STRADALE

39.1 GENERALITÀ

Tutta la segnaletica stradale dovrà essere realizzata nel pieno rispetto del Regolamento di esecuzione del "Codice della Strada". La Direzione Lavori potrà peraltro richiedere all'Appaltatore la redazione di un preventivo progetto grafico il quale, nei casi specificatamente previsti dalle norme (autostrade, strade di grande traffico), dovrà essere sottoposto all'esame ed all'approvazione del Ministero Infrastrutture e Trasporti.

I simboli dovranno essere sempre rigorosamente identici a quelli previsti dalle norme, salvo la diversità delle dimensioni a seconda del formato del segnale. Anche il proporzionamento tra simboli e zone di colore, tra iscrizioni e fondo circostante dovrà essere rigorosamente costante per tutti i segnali dello stesso tipo, per qualunque dimensione. Il progetto dei vari segnali dovrà pertanto essere condotto sul piano della perfetta similitudine ovvero, praticamente, per ingrandimento o trasporto fotografico dei disegni ufficiali.

L'Appaltatore dovrà garantire per la durata di almeno 6 mesi dalla data del collaudo la buona conservazione della segnaletica verticale, tanto contro i difetti di costruzione quanto contro quelli di ogni singolo materiale costituente il segnale. Pertanto resteranno a suo carico la sostituzione ed il ripristino di tutti quei cartelli che abbiano ad alterarsi o deformarsi per cause naturali (temperatura, vento, acqua, ecc.), senza onere alcuno da parte dell'Amministrazione e dietro semplice richiesta scritta.

39.2 SEGNALETICA VERTICALE

Sarà costituita da cartelli triangolari di pericolo (lato 90 o 120 cm), da cartelli circolari di prescrizione (divieto ed obbligo, lato 60 o 90 cm) e da cartelli rettangolari o quadrati di indicazione. I cartelli saranno realizzati in lamiera di acciaio o in lamiera di alluminio (semicrudo, puro al 99 %) secondo prescrizione; nel primo caso avranno spessore non inferiore a 10/10 di mm (12/10 nel caso di dimensione minima libera superiore a 1,20 m), nel secondo caso avranno spessore non inferiore a 25/10 di mm (30/10 nel caso corrispondente).

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola oppure, secondo le dimensioni del cartello, mediante opportuni profilati saldati posteriormente. Qualora le dimensioni dei segnali dovessero superare la superficie di 1,25 m², i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento saldate secondo le mediane o le diagonali. Qualora poi i segnali fossero costituiti da due o più pannelli contigui, questi dovranno essere perfettamente accostati mediante angolari, in metallo resistente alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloni zincati.

La lamiera di ferro dovrà essere prima decappata, quindi fosfatizzata mediante procedimento di bonderizzazione; la lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura, sgrassata a fondo, quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatazione su tutte le superfici. Il materiale grezzo dopo aver subito detti processi di preparazione dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti. Il retro e la sciolatura dei cartelli verrà finito in colore grigio neutro

La pellicola retroriflettente, avente le caratteristiche di cui al punto 14.5.1 del presente Capitolato dovrà costituire, nel caso della segnaletica di pericolo e di prescrizione, un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico"; nel caso invece della segnaletica di indicazione, la pellicola potrà venire applicata a più strati in sovrapposizione, ma comunque tutta la superficie dovrà essere riflettorizzata (sia per ciò che concerne il fondo del cartello che i bordi, i simboli e le iscrizioni). In ogni caso quando i segnali di indicazione, e in particolare le frecce di direzione, fossero di tipo perfettamente identico ed in numero tale da giustificare in senso economico l'attrezzatura per la stampa, essi potranno venire richiesti nel tipo "a pezzo unico".

Le pellicole retroriflettenti termoadesive dovranno essere applicate sui supporti metallici mediante apposita apparecchiatura che sfrutti l'azione combinata della depressione e del calore e comunque l'applicazione dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della Ditta produttrice delle pellicole. Queste ultime potranno essere richieste anche nel tipo "ad alta risposta luminosa".

Ad evitare forature, tutti i segnali dovranno essere forniti di attacco standard (adatto a sostegni in ferro tubolari Ø 48 o Ø 60 o Ø 90) composto da staffe a corsoio della lunghezza utile di 12 cm saldate al segnale, da controstaffe in acciaio zincato di spessore non inferiore a 3 mm nonché da bulloni zincati e relativi dadi. I sostegni saranno trattati previa fosfatizzazione del grezzo, con vernici di fondo antiruggine e strato di finitura termoindurente di colore grigio neutro.

La posa dei sostegni sulle banchine dovrà essere effettuata annegando il piede degli stessi in blocchi di calcestruzzo a 300 kg/m³ di cemento, blocchi le cui dimensioni dovranno essere proporzionate agli sforzi da sopportare in rapporto alle dimensioni dei pannelli segnaletici e che comunque non dovranno essere mai inferiori a 30 x 30 x 60 cm. L'altezza di posa dei segnali dovrà essere compresa tra 1,60 ÷ 2,00 m, misurati tra il bordo inferiore dei cartelli ed il piano stradale; ove comunque speciali motivi di visibilità non dovessero consigliare altrimenti, tale altezza dovrà essere di 1,80 m.

39.3 SEGNALETICA ORIZZONTALE

La segnaletica orizzontale, nei colori bianco e giallo secondo quanto dettagliato nei disegni esecutivi, verrà eseguita con vernici della migliore qualità esistenti in commercio.

Le vernici dovranno aderire tenacemente a tutti i tipi di pavimentazione con buona resistenza all'usura e dovranno conservare alta visibilità fino alla loro completa consumazione e saranno poste in opera mediante spruzzatura eseguita con idonei macchinari e da personale qualificato.

Dovrà essere eseguita preferibilmente con compressori a spruzzo, nella misura di 1,00 kg di vernice per ogni 1,20 m² di superficie. La segnaletica dovrà presentare densità superficiale uniforme, sagome a bordi netti e senza sbavature, andamento geometrico perfettamente regolare.

Il prezzo della posa comprenderà, oltre al tracciamento, le vernici e la mano d'opera, anche il materiale, il personale ed i dispositivi di protezione e di segnalazione necessari per l'esecuzione dei lavori, anche in presenza di traffico, ed ogni onere relativo alla eventuale deviazione o regolazione dello stesso.

39.3.1 Controlli standard prestazionali

I controlli previsti degli standard prestazionali dei materiali, devono essere effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti per tutta la vita funzionale. Tali verifiche saranno effettuate tutte le volte che la Stazione Appaltante lo riterrà opportuno.

Queste devono avvenire in contraddittorio con l'Appaltatore, qualora questo non si presenti, l'avvenuto prelievo o verifica sarà comunicata dal Direttore dei Lavori all'Appaltatore stesso successivamente con espressa scrittura che indichi i termini di riferimento del luogo in cui è stata effettuata la prova.

Le prove a cui saranno sottoposti i prodotti saranno eseguite in cantiere con strumentazioni portatili in sito ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori e riguarderanno:

- Colore
- Retroriflessione
- Resistenza al derapaggio

I controlli delle coordinate cromatiche verranno eseguiti, come previsto dall'allegato C della UNI EN1436, con uno strumento dotato di una sorgente luminosa avente una distribuzione spettrale del tipo D65, come definito dalla norma ISO/CIE 10526.

La configurazione geometrica di misura da impiegare deve essere la 45/0, con un angolo di illuminazione di 45°±5° e un angolo di osservazione di 0°±10°.

Gli angoli si intendono misurati rispetto alla normale alla superficie della segnaletica.

La superficie minima misurata deve essere di 5 cm².

Per delle superfici molto rugose, la superficie di misurazione deve essere superiore a 5 cm², ad esempio 25 cm².

Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:

- a) **linee longitudinali**: deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo; in ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche;
- b) **simboli**: per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di cinque letture;
- c) **lettere**: per ogni lettera, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di tre letture.
- d) **linee trasversali**: per ogni striscia trasversale, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di cinque letture.

I controlli dei valori di retroriflessione verranno eseguiti con apparecchi che utilizzino la geometria stabilita dalla UNI EN1436 allegato B, con le seguenti principali caratteristiche:

- angolo di osservazione $\alpha = 2,29^\circ$;
- altezza osservatore rispetto al piano stradale 1,2 m
- altezza proiettori rispetto dal piano stradale 0,65 m
- superficie minima di misurazione 50 cm²;
- angolo di illuminazione $\epsilon = 1,24^\circ$;
- distanza visiva simulata 30 m;
- illuminante A analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526;

Il valore di retroriflessione deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e delle condizioni della superficie stradale come previsto nella UNI EN 1436 allegato B e più precisamente:

- a) *linee longitudinali*: deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapportini giornalieri e/o ordinativi di lavoro). In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo dieci letture dei valori di retroriflessione.
- b) *simboli*: per ogni simbolo, il valore di retroriflessione, sarà dato dalla media di dieci letture.
- c) *lettere*: per ogni lettera, il valore di retroriflessione, sarà dato dalla media di tre letture.
- d) *strisce trasversali*: per ogni striscia trasversale, il valore di retroriflessione, sarà dato dalla media di dieci letture.

I controlli dei valori di resistenza al derapaggio verranno eseguiti con l'apparecchio "Skid Resistance Tester", come previsto nella UNI EN 1436 allegato D, consistente in un pendolo oscillante accoppiato ad un cursore di gomma nella sua estremità libera.

Lo strumento in oggetto rileva la perdita di energia del pendolo, causata dalla frizione del cursore in gomma su una data area del segnale orizzontale, con risultato espresso in unità SRT.

Il valore di resistenza al derapaggio sarà dato dalla media di cinque letture eseguite in ogni singolo punto scelto, nel tratto riferito ai rapportini giornalieri, se i valori rilevati non differiscono di più di tre unità; altrimenti devono essere effettuate misure successive finché si otterranno cinque valori che non differiscono di più di tre unità.

39.3.2 Penali

Qualora i risultati delle certificazioni relativi sia alla qualità che alla posa in opera dei materiali, ottenuti dalle prove predisposte, non fossero rispondenti a quanto prescritto dal presente Capitolato Speciale dovranno essere applicati i seguenti provvedimenti:

- a) *certificazione di qualità*: i materiali non conformi a quanto richiesto nelle presenti Norme, non saranno accettati.
- b) *prodotti non approvati*: l'uso di prodotti non approvati dalla Stazione Appaltante e/o dal Direttore Lavori comporterà il non pagamento dei lavori eseguiti.
- c) *vita utile della segnaletica orizzontale*: durante il periodo della vita utile della segnaletica orizzontale, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, a tutti i ripristini e rifacimenti che si dovessero rendere necessari a causa della carenza, anche di una sola, delle caratteristiche prestazionali richieste, come indicato nelle presenti Norme.

Art. 40. STRATI FILTRO IN TELI GEOTESSILE

Potranno essere costituiti con teli "tessuti non tessuti" in polipropilene con fibre a filo continuo coesionate meccanicamente per agugliatura o intrecciate con sistema di tessitura industriale "a trama ed ordito", secondo prescrizione, in ogni caso con fibre aventi elevatissime caratteristiche di resistenza alle sollecitazioni meccaniche e chimiche e devono essere stabilizzati ai raggi UV. **E' VIETATO L'IMPIEGO DI TESSUTI A FIOCCO.**

I teli dovranno risultare imputrescibili e stabili nel tempo, non degradabili sotto l'azione dei liquidi organici, dei sali, degli acidi e degli alcali, insolubili in acqua, dotati di idrofilia e lipofilia, resistenti alla perforazione, alla punzonatura ed alla lacerazione; ancora, dotati di elevatissimo potere filtrante. Devono inoltre essere stabili ai solventi e alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, stabile alla luce e all'azione dei microrganismi, inattaccabile dai roditori. Più in particolare dovranno soddisfare alle seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

I teli dovranno essere forniti in rotoli aventi altezza non inferiore a 4,00 m e lunghezza non inferiore a 100,00 m; eventuali deroghe dovranno essere autorizzate dalla Direzione Lavori.

I tessuti geotessili in materiali naturali o artificiali devono avere caratteristiche di permeabilità idraulica, filtrazione, resistenza alle sollecitazioni meccaniche e all'invecchiamento corrispondenti al previsto scopo di utilizzazione.

I geotessili del tipo tessuto non tessuto per l'applicazione in costruzioni stradali dovranno essere conformi alla normativa EN 13249.

Il non tessuto geotessile deve presentare le seguenti caratteristiche:

- del tipo a filo continuo;
- realizzato al 100% in poliestere, od in alternativa, in polipropilene stabilizzato contro i raggi UV;
- agugliato meccanicamente.

La denominazione del tipo e il numero di lotto devono essere stampati su ogni rotolo ripetendosi in maniera equidistanziata in conformità alla EN ISO 10320.

Requisiti meccanici ed idraulici

• resistenza a trazione longitudinale, EN ISO 10319 (kN/m)	20,0 kN/m
• resistenza a trazione trasversale, EN ISO 10319 (kN/m)	20,0 kN/m
• allungamento a rottura (longitudinale), EN ISO 10319 (%)	100 %
• allungamento a rottura (trasversale), EN ISO 10319 (%)	>40 %
• resistenza al punzonamento, (test CBR) EN ISO 12236 (N)	2900 N
• test a caduta (diametro massimo foro), EN ISO 13433 (mm)	19 mm
• apertura efficace dei pori O_{90} , EN 12956 (μm)	95 μm
• permeabilità verticale rispetto al piano senza carico, EN ISO 11058 ($\text{l/m}^2\text{s}$)	80 $\text{l/m}^2\text{s}$
• permeabilità all'acqua nel piano con 20 kPa, EN 12958 (l/m h)	12,6 l/mh
• resistenza all'invecchiamento (diminuzione carico rottura), ENV 12224 (%)	< 50 %
• resistenza chimica (diminuzione carico di rottura) ENV 13438 (%)	< 20 %

I valori riportati si intendono quali valori medi. Sono ammissibili variazioni fino al 10% dei parametri meccanici e fino al 20% dei parametri idraulici.

Il fornitore deve provare che da parte del produttore viene applicato un sistema di garanzia della qualità conforme all'ISO 9001. L'Impresa è tenuta inoltre a presentare alla D.L., ai fini dell'accettazione, le schede tecniche e le certificazioni del produttore recanti le caratteristiche del prodotto che intenderà impiegare.

Le geostuoie antierosione saranno formate da monofilamenti di polipropilene termosaldati tra loro nei punti di contatto, stabilizzati ai raggi UV. La struttura superiore della geostuoia avrà una struttura superiore con indice alveolare superiore al 90% e una maglia piatta alla base per offrire una buona separazione dalla superficie d'appoggio. Avranno le seguenti caratteristiche tecniche: spessore minimo 15 mm; resistenza a trazione longitudinale $>1,4$ kN/m.

Le membrane drenanti dovranno essere realizzate in polietilene estruso ed alta densità, a doppi canali incrociati di almeno 8 mm di spessore, con resistenza alla compressione di almeno 90 kN/mq e allungamento a rottura di almeno il 60% accoppiato ad un geotessile con capacità filtrante non inferiore a 1,2 $\text{l/sec}\cdot\text{m}$.

Art. 41. SIGILLATURE

Dovranno essere effettuate, salvo diversa prescrizione, con materiali aventi i requisiti prescritti nel presente Capitolato, nelle più adatte formulazioni relative ai diversi campi di impiego (autolivellanti, pastosi a media o alta consistenza, tixotropici, solidi, preformati).

41.1 MODALITÀ DI ESECUZIONE – GENERALITÀ

41.1.1 Preparazione delle superfici – Primers

Le superfici da sigillare dovranno essere assolutamente sane, asciutte e pulite, nonché esenti da polvere, grassi, oli, tracce di ruggine, vernici, ecc. Le malte, i conglomerati e gli intonaci in genere dovranno essere pervenuti a perfetta maturazione, senza conservare quindi alcuna traccia di umidità.

La pulizia delle superfici dovrà essere effettuata con idonei prodotti, solventi e/o se necessario con mezzi meccanici (spazzolature, sabbiature), dovendosi evitare in ogni caso l'uso di prodotti chimici oleosi. I sali alcalini potranno essere eliminati con ripetuti lavaggi mentre le superfici di alluminio dovranno essere sgrassate con alcol metilico; per i metalli in genere potranno venire impiegati solventi organici, come il clorotene o la trielina.

Prima dell'applicazione dei materiali sigillanti, sulle superfici dovranno essere dati a pennello degli idonei prodotti impregnanti (primers), nei tipi prescritti dalle Ditte produttrici. I pannelli in legno e le superfici in calcestruzzo o pietra ed in generale i materiali assorbenti, dovranno essere trattati con un doppio strato di "primers".

Gli spigoli o margini dei giunti dovranno comunque essere protetti, prima dell'applicazione del sigillante, con strisce di nastro adesivo, da asportare poi ad avvenuta lisciatura del mastice applicato ed in ogni caso prima dell'indurimento.

41.1.2 Materiali di riempimento e di distacco

Al fine di applicare gli spessori prestabiliti di sigillante, per giunti di notevole profondità sarà necessario inserire negli stessi un materiale di riempimento comprimibile, di regola a sezione circolare superiore del 25% a quella del giunto, in modo da creare una base sulla quale il sigillante possa essere estruso.

Il materiale elastico di riempimento (poliuretano, polietilene, polistirolo flessibile, ecc.) dovrà essere compatibile con il sigillante impiegato, impermeabile all'acqua ed all'aria ed inoltre essere dotato di proprietà antiadesive in modo da non alterare la deformazione elastica del sigillante; qualora questa ultima proprietà non fosse propria del materiale di riempimento o di supporto, verranno impiegati appositi materiali di distacco, come film di polietilene o altri nastri di pari funzione, in modo da impedire l'aderenza del sigillante al fondo del giunto.

I materiali oleosi e quelli impregnati con prodotti asfaltici, bituminosi o plastificanti in genere non dovranno mai essere utilizzati come riempitivi.

41.1.3 Modalità di posa

La posa in opera dei sigillanti dovrà essere effettuata solo dopo perfetto essiccamento dei rispettivi "primers" con le esatte modalità e nei tempi previsti dal produttore.

I sigillanti in pasta a media consistenza verranno di norma estrusi con idonee apparecchiature (pistole a cremagliera, ad aria compressa, ecc.) evitando in modo assoluto, nell'operazione, la formazione di bolle d'aria. Nei giunti verticali, il mastice verrà immesso nella sede del giunto con movimento dall'alto verso il basso.

A posa avvenuta i materiali sigillanti dovranno essere convenientemente lisciati e quindi idoneamente protetti, specie nelle prime 12 ore, onde evitare che materiali di qualsiasi genere o acqua vengano a contatto con gli stessi.

41.2 CAMPI DI IMPIEGO – APPLICAZIONI PARTICOLARI

41.2.1 Sigillanti poliuretanici

Caratterizzati da ottima resistenza all'abrasione, verranno di norma impiegati nella sigillatura di giunti di dilatazione per pavimentazioni stradali e strutture in genere (in calcestruzzo o in acciaio), previa scrupolosa preparazione delle superfici ed applicazione di appropriati "primers" (silani o siliconi o anche vernici a base di gomma butadiene, acrilonitrile, neoprene, gomma clorurata).

41.2.2 Sigillanti polisolfurici

Avranno campi e modalità di applicazione diversi in rapporto alle diverse formulazioni. Saranno caratterizzati comunque da ottima resistenza ai carburanti e pertanto avranno, tra l'altro, efficace impiego nei giunti di pavimentazioni e rampe e nelle aree di parcheggio aeroportuali.

41.2.3 Sigillanti acrilici

Saranno applicati di norma mediante estrusione, previo riscaldamento della massa a 50 °C. I sigillanti acrilici non dovranno venire impiegati nei giunti continuamente immersi in acqua e, ad applicazione avvenuta, dovranno essere perfettamente lisciati.

41.2.4 Nastri sigillanti

Costituiti fondamentalmente da polibuteni, poliisobutileni e gomma butilica presenteranno, in rapporto agli impieghi, le migliori caratteristiche di comprimibilità, adesione e resistenza all'esposizione ed all'invecchiamento. La posa in opera verrà effettuata dopo perfetta pulizia e sgrassaggio (con solventi) delle superfici di applicazione.

PARTE III^A - MODO DI ESECUZIONE DELLE CATEGORIE DI LAVORO OPERE DI SOVRASTRUTTURA STRADALE PAVIMENTAZIONI DIVERSE

Art. 42. STRATI DI FONDAZIONE

42.1 FONDAZIONI IN TERRA STABILIZZATA O MISTO GRANULARE

42.1.1 Costituzione – Caratteristiche dei materiali

Le fondazioni in terra stabilizzata o misto granulare saranno di norma costituite da una miscela di materiali granulari, stabilizzata meccanicamente.

L'aggregato potrà essere sostituito da ghiaie, detriti di cava o di frantoio, scorie, materiale reperito in sito (*stabilizzazione non corretta*) oppure da miscela di materiali di diversa provenienza, in proporzioni stabilite con indagini preliminari di laboratorio e di cantiere (*stabilizzazione corretta granulometricamente*), e tali comunque da rientrare nella curva granulometrica di cui alla Tab. 98. L'aggregato inoltre dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:

- a) Essere privo di elementi di forma appiattita, allungata o lenticolare.
- b) Essere costituito, per almeno il 20% in massa, di frantumato a spigoli vivi.
- c) Avere un rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore o uguale a 2/3.
- d) Avere una resistenza alla frammentazione, determinata con la prova "Los Angeles" (norma UNI EN 1097-2) sulla frazione di granulometria 10 ÷ 14 mm, non superiore al 30% per traffico pesante (categoria LA 30 UNI EN 13242) ed al 40% (categoria LA 40) per traffico medio-leggero.
- e) Avere un coefficiente di frantumazione sull'aggregato passante al crivello 3/8" e trattamento dallo staccio n. 4 della serie Tyler da 4,7 mm (norme CNR, fasc. 4/1953) non superiore a 200.
- f) Avere un indice di plasticità (IP) non superiore a 6, un limite liquido (LL) non superiore a 25 (per traffico pesante) ed a 35 (per traffico medio-leggero, un limite di plasticità (LP) rispettivamente non inferiore a 19 e 29 ed un limite di ritiro (LR) superiore all'umidità ottima di costipamento (indice e limiti determinati sulla frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332).
- g) Avere un indice di portanza C.B.R. (norma ASTM D 1883-61 T o CNR-UNI 10009) dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, non minore di 50. (La prova dovrà essere eseguita sulla frazione passante al crivello 25 UNI 2334. È peraltro prescritto che tale condizione dovrà essere verificata per un intervallo di umidità di costipamento non inferiore al 4%).

Ove le miscele contengano oltre il 60% in massa di elementi frantumato a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate in a), b), d), e).

L'Appaltatore indicherà pertanto alla Direzione Lavori i materiali che ritiene più idonei al previsto impiego sia per i componenti che per la granulometria, e li sottoporrà a tutte le prove di laboratorio richieste, a propria cura e spese. Avuto l'esito delle prove, la Direzione Lavori autorizzerà o meno l'impiego di tali materiali o ne disporrà le opportune correzioni.

TAB. 98 - Terra stabilizzata per strati di fondazione. Requisiti granulometrici (329)

CRIVELLI E SETACCI			MISCELA
UNI		mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334	71	100
"	"	30	70 ÷ 100
"	"	10	30 ÷ 70
"	"	5	25 ÷ 55
Setaccio	2332	2	15 ÷ 40
"	"	0,4	8 ÷ 25
"	"	0,075	2 ÷ 15

TAB. 99 - Strati di fondazione. Requisiti di accettazione degli aggregati - Specifiche particolari in rapporto al tipo di misto e di traffico (da B.U. CNR n. 139/92)

DETERMINAZIONE			SIMBOLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO (330)			
							PP	P	M	L
FRAZIONE > 4 mm	TIPO 1 (***)	Coeff. Los Angeles Dimens. max. Sens. al gelo (*)	LA Dmax. G	CNR 34/73 CNR 23/71 CNR 80/80	% mm %	≤ ≤ ≤	30 63 30	30 63 30	40 63 30	40 63 30
	TIPO 2 (****)	Coeff. Los Angeles Dimens. max. Sens. al gelo (*)	LA Dmax. G	CNR 34/73 CNR 23/71 CNR 80/80	% mm %	≤ ≤ ≤	(**) 63 (**)	(**) 63 (**)	50 63 30	50 63 30
FRAZIONE ≤ 4 mm		Ind. Plasticità Limite Liquido Equiv. in Sabbia Passante al setaccio 0,075 mm	IP WL o LL ES -	CNR-UNI 10014 CNR-UNI 10014 CNR 27/72 CNR 75/80	% % % %	≤ ≤ ≥ ≤	NP 25 40 6	NP 25 40 6	NP 35 40 6	6 35 40 6

* In zone considerate soggette a gelo ** Di norma non idoneo, salvo studio particolare *** Misti in cui l'aggregato grosso e medio è costituito da elementi duri e tenaci **** Misti costituiti da elementi teneri e frantumabili per costipamento

42.1.2 Modalità di esecuzione

Preventivamente alla stesa dei materiali il piano di posa delle fondazioni (sottofondo) dovrà essere opportunamente preparato, e questo sia in rapporto alle quote ed alle sagome prescritte, sia in rapporto ai requisiti di portanza (che saranno assicurati con le modalità prescritte all'art. 18). Si richiama la norma, comunque, che la densità dello strato di sottofondo preparato, di spessore non inferiore a 30 cm, dovrà essere spinta fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco di non meno del 95% del massimo ottenuto in laboratorio con la prova AASHO modificata. Sulla superficie così preparata verrà steso il materiale, in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm, uniformemente miscelato con idonee attrezzature. Ove necessitasse l'aggiunta di acqua, per il raggiungimento dell'umidità prescritta o per compensare la naturale evaporizzazione, l'operazione sarà effettuata mediante appositi dispositivi spruzzatori.

Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni ambientali (umidità, pioggia, neve, gelo) non fossero tali da produrre danni o detrimenti alla qualità dello strato stabilizzato. Per temperature inferiori a 3 °C la costruzione verrà sospesa.

Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato (rulli a piede di montone, carrelli pigiatori gommati, rulli vibratori, rulli compressori) e comunque approvata dalla Direzione Lavori. Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito fino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95 ÷ 100% della densità massima ottenuta con la prova AASHO modificata. Inoltre dovrà ottenersi che il valore del modulo di compressione "Me" misurato su piastra di 30 cm con il metodo di cui al punto 18.2.1. (nell'intervallo compreso fra 0,25 e 0,35 N/mm²), non risulti inferiore a 80 N/mm².

La superficie di ciascuno strato dovrà essere rifinita secondo le inclinazioni, le livellette e le curvature previste dal progetto; dovrà risultare liscia, regolare, esente da buche ed al controllo con regolo da m 4,50, in due direzioni ortogonali, non dovrà presentare spostamenti dalla sagoma eccedenti la misura di 1 cm.

Sullo strato di fondazione, a compattazione effettuata, sarà buona norma procedere con immediatezza all'esecuzione della pavimentazione. Se ciò non sarà possibile, si dovrà provvedere alla protezione della superficie con una mano di emulsione bituminosa saturata con graniglia.

Resta in ogni caso stabilito che l'accettazione da parte della Direzione Lavori dei materiali, delle miscele e delle modalità di impiego non solleva l'Appaltatore dalla responsabilità della perfetta riuscita della pavimentazione, restando eventualmente a suo esclusivo carico ogni intervento necessario per modifiche e correzioni e, dovesse occorrere, per il completo rifacimento della fondazione.

Art. 43. STRATI DI BASE

43.1 STRATI DI BASE IN MASSICCIATA DI PIETRISCO

43.1.1 Generalità

La massicciata di pietrisco, tanto se debba svolgere la funzione di diretta pavimentazione, quanto se debba servire a sostegno di ulteriori strati con trattamenti protetti, sarà di norma eseguita con pietrisco o ghiaia aventi le dimensioni appropriate al tipo di carreggiata da formare, indicate in via di massima nel precedente art. 35 o dimensioni convenientemente assortite, secondo quanto disposto dalla Direzione Lavori o specificato nell'Elenco Prezzi.

Il pietrisco sarà ottenuto con spezzatura a mano o meccanica, curando in questo caso di adoperare tipi di frantoi che spezzino il pietrame o i ciottoloni di elevata durezza in modo che i singoli pezzi di pietrisco risultino sani, esenti da frattura, e di forma non allungata od appiattita. La Direzione si riserva comunque la facoltà di fare allontanare dalla sede stradale, a tutte spese e rischio dell'Appaltatore, il materiale di qualità scadente come pure tutti gli altri materiali e prodotti che saranno ritenuti non idonei.

Il pietrisco, preventivamente ammannito in cumuli di forma geometrica o in cataste pure geometriche sui bordi della strada o in adatte località adiacenti, ai fini della misurazione, verrà sparso e regolarizzato in modo che la superficie della massicciata, ad opera finita, abbia in sezione trasversale il profilo indicato in progetto o diversamente specificato nel presente Capitolato.

43.1.2 Cilindratura

La cilindratura delle massicciate si eseguirà di norma, salvo diversa prescrizione, con rullo compressore a motore del peso non minore di 14 tonnellate. Il rullo, nella sua marcia di funzionamento, manterrà una velocità oraria uniforme e di valore non superiore a 2,5 km/h. Il lavoro di compressione, o cilindratura, dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale.

Il rullo dovrà essere condotto in modo che, nel cilindrare una nuova zona, ripassi sopra una striscia di almeno 20 cm di larghezza della zona precedente e che, nel cilindrare la prima zona marginale, venga a comprimere anche una zona di banchina di pari larghezza.

Non si dovranno cilindrare o comprimere contemporaneamente strati di pietrisco o di ghiaia di spessore superiore a 15 cm, misurati in frasca. Ove dovessero ricorrere tali casi, la cilindratura sarà effettuata in due fasi, separatamente e successivamente per ciascuno strato (o frazione) di 15 cm, misurato come prima.

La cilindratura potrà essere ordinata dalla Direzione Lavori nelle tre seguenti modalità: a) - Cilindratura di tipo chiuso; b) - Cilindratura di tipo semiaperto; c) - Cilindratura di tipo aperto.

Qualunque sia comunque il tipo di cilindratura prescritto, questa dovrà essere eseguita in modo che la massicciata, ad opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene la cilindratura stessa, risulti rullata a fondo, in modo che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento.

La cilindratura di tipo chiuso dovrà essere eseguita con uso di acqua, in modo limitato per evitare ristagni o rammollimenti del sottostante terreno e conseguenti refluenti, e con impiego durante la cilindratura di materiale di saturazione, comunemente detto aggregante, costituito da sabbione pulito, scevro da materie terrose e con buon potere legante, o da detrito dello stesso pietrisco, purché idoneo. Detto materiale col sussidio dell'acqua e con la cilindratura prolungata a fondo, dovrà riempire completamente, o almeno più che sia possibile, i vuoti che anche nello stato di massimo addensamento restano tra gli elementi del pietrisco stesso. La cilindratura sarà protratta fino a completo costipamento, col numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza del materiale prescritto per la massicciata ed in ogni caso mai inferiore a 120 passate.

La cilindratura di tipo semiaperto dovrà essere eseguita con l'eliminazione pressoché completa dell'acqua, limitando l'uso della stessa ad un preliminare inaffiamento del pietrisco prima dello spandimento ed a qualche leggerissimo inaffiamento in sede di cilindratura e ciò là dove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assestamento voluto. Il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza del materiale prescritto ed impiegato per la massicciata da proteggere con i trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti. Si potrà anche impiegare materiale detritico ben pulito proveniente dallo stesso pietrisco formante la massicciata oppure graniglia e pietrischetto dello stesso materiale.

L'impiego dovrà essere regolato in modo che la saturazione dei vuoti resti limitata della parte inferiore della massicciata o rimangano nella parte superiore, per un'altezza di alcuni centimetri, i vuoti naturali risultanti dopo completata la cilindratura. Questa sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla quantità e durezza del materiale di massicciata impiegato, ed in ogni caso con numero non minore di 80 passate.

La cilindratura di tipo aperto dovrà essere eseguita completamente a secco e senza impiego di sorta di materiali saturanti vuoti.

43.2 STRATI DI BASE IN MISTO GRANULARE

Saranno composti con miscele di ghiaia (pietrisco), sabbia ed argilla o con materiale "tout venant" la cui composizione granulometrica dovrà rientrare nei limiti fissati nella tabella Tab. 100, salvo diversa prescrizione.

Per i misti granulari da impiegare negli strati di base valgono in generale le stesse prescrizioni relative ai misti di fondazione (v. punto 35.1.1), con le seguenti differenze:

- Il limite di liquidità (LL) non dovrà essere superiore a 25; l'indice di plasticità (IP) dovrà essere compreso fra 4 e 9.
- L'aggregato grosso dovrà essere costituito di elementi non friabili aventi un coefficiente Deval non inferiore a 10 (ove per le dimensioni del materiale non fosse possibile eseguire la prova Deval, si eseguirà la determinazione del coefficiente di frantumazione, che dovrà risultare non maggiore di 160).
- L'indice di portanza C.B.R. non dovrà essere inferiore ad 80; inoltre durante le prove di immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori allo 0,5%.

Il costipamento avverrà fino ad ottenere una densità in posto non inferiore al 100% di quella ottenuta con la prova AASHO modificata ed un modulo di compressione "Me", misurato con piastra di 30 cm (nell'intervallo compreso fra 0,35 e 0,45 N/mm²), non inferiore a 100 N/mm².

A lavoro ultimato la superficie degli strati non dovrà discostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, da controllarsi come indicato al precedente punto 35.1.2.

TAB. 100 - Terra stabilizzata per strati di base. Requisiti granulometrici

CRIVELLI E SETACCI		MISCELA	
UNI	mm	Passante totale in peso %	
Crivello	2334	40	100
"	"	25	70 ÷ 100
"	"	15	50 ÷ 85
"	"	10	35 ÷ 65
"	"	5	25 ÷ 50
Setaccio	2332	2	15 ÷ 30
"	"	0,4	6 ÷ 15
"	"	0,18	2 ÷ 17

TAB. 101 - Strati di base. Requisiti di accettazione degli aggregati - Specifiche particolari in rapporto al tipo di traffico (da B.U. CNR n. 139/92)

DETERMINAZIONE		SIMBOLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO					
						PP	P	M	L		
FRAZIONE > 4 mm	Contenuto di: - Rocce tenere, alterate o scistose - Rocce degradabili	- -	CNR 104/84 CNR 104/84	%	≤	(*)		1 assenti	1		
	Coeff. Los Angeles	LA	CNR 34/73	%	≤					30	30
	Micro Deval Umida	MDU	CNR 109/85	%	≤					20	25
	Quantità di frantumato	-	-	%	≤					100	70
Sens. al gelo (**)	G	CNR 80/80	%	≤	30					30	
FRAZIONE ≤ 4 mm	Ind. Plasticità	IP	CNR-UNI 10014	%	≤					NP	NP
Limite Liquido	WL o LL	CNR-UNI 10014	%	≤	25	25					
Passante al setaccio 0,075 mm	-	CNR 75/80	%	≤	6	6					
Equiv. in Sabbia	ES	CNR 27/72	%	≤	50	50					

* Di norma non idoneo, salvo studio particolare ** In zone considerate soggette a gelo

43.3 STRATI DI BASE IN MISTO BITUMATO (BASE COURSE)

Gli strati di base in misto bitumato saranno costituiti da una miscela granulometrica di ghiaia (o pietrisco), sabbia ed eventuale additivo (più raramente con materiale "tout-venant" e limitatamente agli strati di fondazione), impastata con bitume a caldo, previo riscaldamento degli aggregati, e stesa in opera mediante macchina vibrofinitrice.

43.3.1 Caratteristiche degli inerti

Gli inerti da impiegare per la preparazione del misto bitumato dovranno essere costituiti di elementi sani, durezza, puliti, esenti da polvere e materiali estranei, di forma regolare, non appiattita né allungata o lenticolare, e rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- Granulometria con andamento continuo ed uniforme compresa tra le curve limiti determinate dalla Tabella 103.
- Coefficiente di frantumazione (ex norme CNR, Fasc. IV/53), ove richiesto, non superiore a 160.
- Perdita in peso alla prova Los Angeles (Norme ASTM C 131 – AASHTO T 96 – UNI EN 1097-2) inferiore al 30%.
- Equivalente in sabbia (prove AASHTO T 176/56 – CNR, B.U. 27/92 – UNI EN 933-8), maggiore di 45.
- Limiti di liquidità (LL – ricercato sul passante al setaccio 40 ASTM) inferiore a 30 ed indice di plasticità (IP) non superiore a 10.

TAB. 103 - Misti stabilizzati a bitume. Requisiti granulometrici

CRIVELLI E SETACCI			MISCELA
UNI		mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334	40	100
"	"	30	80 ÷ 95
"	"	20	65 ÷ 90
"	"	10	45 ÷ 70
"	"	5	28 ÷ 50
Setaccio	2332	2	15 ÷ 32
"	"	0,4	6 ÷ 18
"	"	0,18	4 ÷ 8
"	"	0,075	0 ÷ 4

43.3.2 Leganti – Caratteristiche della miscela

Come leganti dovranno essere impiegati bitumi semisolidi di classe 50/70 (in stagione medio-calda) e 70/100 (in stagione fredda), salvo diversa prescrizione, rispondenti alle norme di accettazione di cui al punto 10.1.1. del presente Capitolato ed aventi un indice di penetrazione (IP) compreso nell'intervallo -1/+1.

TAB. 104 - Strati di base. Requisiti di accettazione degli aggregati per misti bitumati e conglomerati bituminosi aperti (B.U. CNR n. 139/1992)

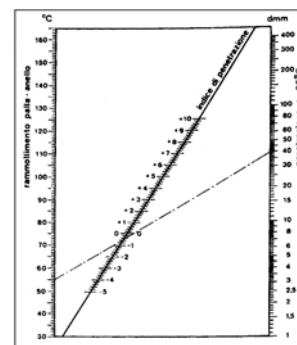
DETERMINAZIONE		SIMBOLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO			
						PP	P	M	L
Frazione > 4 mm	Contenuto di:	-	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	- Rocce tenere, alterate o scintose	-	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	- Rocce degradab.	LA	CNR 34/73	%	≤	25	25	30	40
	Coeff. Los Angeles	MDU	CNR 109/85	%	≤	20	20	25	35
	Micro Deval Umida	-	-	%	≥	90/90	90/30	70/20	50/0
	Quantità di frantumato (****)	Dmax.	CNR 23/71	mm		40	40	40	40
	Dimensione max.	G	CNR 80/80	%	≤	30	30	30	30
Sens. al gelo (*)	-	CNR 75/80	%	≤	1	1	1	2	
Pass. al setaccio 0,075 (**)	-	CNR 138/92	%	≤	5	5	5	5	
Spogliamento in acqua a 40 °C (***)	-								
Frazione ≤ 4 mm	Contenuto di:	-	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	- Rocce tenere, alterate o scintose	-	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	- Rocce degradab.	ES	CNR 27/72	%	≥	50	50	50	35
	Equiv. in Sabbia	IP	CNR-UNI 10014	%	≤	NP	NP	NP	6
	Indice Plastic	WL	CNR-UNI 10014	%	≤	25	25	25	35
Limite Liquido									

(*) In zone considerate soggette a gelo; (**) Ad accettazione della polvere di frantoio; (***) Con eventuale impiego di "dope" d'adesione; (****) I primi valori si riferiscono ai conglomerati bituminosi per strato di base, i secondi ai misti bitumati.

La percentuale media del legante, riferita alla massa degli inerti, dovrà essere compresa fra il 3,5 ed il 4,5% e dovrà essere comunque la minima per consentire il valore massimo di stabilità Marshall e di compattezza appresso citati. La composizione adottata dovrà essere resistente ai carichi e sufficientemente flessibile, pertanto il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- stabilità Marshall (prova ASTM T 1559/58), eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 6 kN;
- rigidezza Marshall, cioè rapporto tra stabilità e scorrimento (quest'ultimo misurato in mm), superiore a 200;
- percentuale dei vuoti residui dei provini Marshall compresa fra il 4 e l'8%.

L'Appaltatore, previe prove di laboratorio, presenterà alla Direzione Lavori, prima dell'inizio, la composizione della miscela che intenderà adottare. Approvata tale composizione, l'Appaltatore sarà tenuto ad attenersi alla stessa, comprovando l'osservanza di tale impegno con esami periodici sulle miscele prelevate in cantiere immediatamente prima della stesa e del costipamento e vagliate in modo da eseguire le prove sul passante al crivello 30 UNI 2334.



Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso e di sabbia maggiore di ± 5 sulla percentuale corrispondente della curva granulometrica prescelta e di $\pm 1,5$ sulla percentuale di additivo; per il bitume non sarà ammesso uno spostamento superiore a $\pm 0,3$ sulla percentuale stabilita.

43.3.3 Confezione e posa in opera

Gli impasti verranno confezionati a caldo in apposite centrali atte ad assicurare il perfetto essiccamento, controllo granulometrico e dosaggio degli aggregati e l'esatto proporzionamento e riscaldamento del bitume. Nel caso in cui venisse impiegato bitume di penetrazione 70/100, la temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 150 e 170 °C, quella del legante tra 150 e 180 °C. All'uscita del mescolatore la temperatura del conglomerato non dovrà essere inferiore a 140 °C. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate. I tempi di mescolamento non dovranno mai essere inferiori a 30 secondi.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sarà stata accertata la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa del conglomerato non andrà effettuata in condizioni ambientali sfavorevoli; strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spesa dell'Appaltatore.

La stesa dovrà essere effettuata mediante macchina vibrofinitrice, a temperatura non inferiore a 140 °C, in strati finiti di spessore non inferiore a 6 cm e non superiore a 12 cm. Ove la stesa venisse operata in doppio strato, la sovrapposizione dovrà essere eseguita nel più breve tempo possibile e con l'interposizione di una mano d'attacco di emulsione bituminosa (del tipo ER 55 o ER 60) in ragione di 0,8 kg/m².

I giunti di ripresa e quelli longitudinali dovranno essere eseguiti assicurando l'impermeabilità e l'adesione delle superfici a contatto mediante spalmatura con legante bituminoso. La sovrapposizione degli strati dovrà effettuarsi in modo che i giunti longitudinali risultino sfalsati di almeno 30 cm anche nei riguardi degli strati sovrastanti.

La rullatura dovrà essere eseguita in due tempi, a temperatura elevata e con rulli leggeri tandem (4 ÷ 8 t) a rapida inversione di marcia nel primo e con rulli compressori da 10 ÷ 14 t, ovvero con rulli gommati da 10 ÷ 12 t, nel secondo tempo ed a stretta successione. A costipamento ultimato, e prima della stesa dei successivi strati di pavimentazione, si dovrà verificare che la massa volumica (densità) del conglomerato non sia inferiore al 98% del valore massimo ottenuto in laboratorio in uno con la prova di stabilità Marshall. Unitamente dovrà verificarsi che la percentuale dei vuoti residui non risulti superiore all'8%.

La superficie finita dello strato non dovrà discostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1,00 cm, controllando a mezzo di un regolo di 4,50 m di lunghezza disposto su due direzioni ortogonali. La tolleranza sullo spessore sarà consentita fino ad un massimo del $\pm 10\%$, con un massimo assoluto di $\pm 1,5$ cm.

Art. 44. STRATI DI PAVIMENTAZIONE

44.1 PREPARAZIONE DELLE CARREGGiate

L'applicazione sulla superficie della massicciata cilindrata di qualsiasi rivestimento a base di leganti bituminosi, catramosi o asfaltici, richiede che tale superficie risulti rigorosamente pulita, e cioè scevra in modo assoluto di polvere e fango, in modo da mostrare a nudo il mosaico dei pezzi di pietrisco.

La pulitura della superficie della massicciata si potrà iniziare con scopatrici meccaniche, cui farà seguito la scopatura a mano con lunghe scope flessibili. L'eliminazione dell'ultima polvere si dovrà fare di norma con acqua sotto pressione, salvo che la Direzione Lavori consenta l'uso di soffiatrici che eliminino la polvere dagli interstizi della massicciata, o che l'acqua possa, in rapporto al costipamento di quest'ultima, procurare danni o sconnessioni. Per leganti a caldo, il lavaggio sarà consentito solo nei periodi estivi e verrà comunque escluso quando le condizioni climatiche siano tali da non assicurare il pronto asciugamento della carreggiata.

Qualora le carreggiate da rivestire con pavimenti bituminosi risultassero già dotate di vecchie pavimentazioni in basolato, selciato, ecc. si avrà cura oltre che di controllare il perfetto assestamento delle

stesse, di procedere alla rimozione del materiale esistente tra le connessioni ed in tutti i vuoti esistenti e successivamente alla depolverizzazione.

Qualora le facce superiori delle basole e delle pietre del selciato non fossero sufficientemente ruvide, sarà necessario procedere all'irruvidimento delle stesse a mezzo scalpellatura meccanica. Il relativo onere, ove non compreso nel prezzo della pavimentazione, sarà compensato a parte.

44.2 TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI ESEGUITI CON EMULSIONI BITUMINOSE

La superficie stradale dovrà essere preparata come prescritto al punto precedente; inoltre, immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti, di prima o di seconda mano, l'Appaltatore delimiterà i bordi del trattamento con un arginello di sabbia onde ottenere la profilatura dei margini.

Preparata la superficie da trattare si procederà allo spandimento dell'emulsione bituminosa al 55% nella quantità, di norma, di 3,00 kg/m² (prima mano). Tale applicazione sarà effettuata in due tempi. In un primo tempo sulla superficie della massiciata dovranno essere sparsi 2,00 kg/m² di emulsione e 12,00 dm³/m² di pietrischetto 10/15. In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà applicata alla superficie l'ulteriore quantitativo di 1 kg/m² di emulsione e saranno sparsi 8 dm³/m² di graniglia 5/10. Allo spargimento sia del pietrischetto che della graniglia seguirà sempre una leggera cilindatura con rullo compressore a tandem.

Lo spandimento dell'emulsione dovrà essere effettuato con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione del quantitativo prescritto; la stessa uniformità ed esattezza dovrà inoltre essere garantita nello spandimento del materiale lapideo. Si dovrà poi sempre curare che all'atto dello spandimento dell'emulsione ne sia rallentata la rottura; pertanto, ove nella stagione calda la massiciata si presentasse troppo asciutta, essa dovrà essere leggermente inumidita.

Aperta la strada al traffico, l'Appaltatore dovrà provvedere perché per almeno 8 giorni dal trattamento, il materiale di copertura venga mantenuto su tutta la superficie, provvedendo, se del caso, alla aggiunta di graniglia. Dopo 8 giorni si provvederà al recupero di tutto il materiale non incorporato.

L'applicazione della seconda mano (spalmatura, che costituirà il manto d'usura) sarà effettuata a non meno di un mese dallo spargimento dell'emulsione del secondo tempo della prima mano, dopo aver provveduto, all'occorrenza, ad una accurata rappezzatura della già fatta applicazione, ed al netto della superficie precedentemente bitumata. Tale rappezzatura sarà eseguita di norma con l'impiego di pietrischetto bitumato, previa regolarizzazione, con taglio netto dei bordi, della zona di intervento.

Il quantitativo di emulsione bituminosa da applicare sarà di non meno di 1,2 kg/m², salvo una maggiore quantità disposta dall'Elenco Prezzi. Allo spandimento di emulsione seguirà lo spargimento della graniglia di saturazione, in quantità complessiva di 10 dm³/m²; lo spandimento sarà seguito da una leggera rullatura. La graniglia provverrà da rocce aventi resistenza a compressione non inferiore a 150 N/mm², coefficiente di frantumazione non superiore a 125 e coefficiente Deval non inferiore a 14. Nella pezzatura dovrà evitarsi il moniglio in modo che, a lavoro ultimato, si possa avere una superficie sufficientemente scabra.

L'Appaltatore comunque resta sempre contrattualmente obbligato a rifare tutte quelle applicazioni dai risultati non soddisfacenti o che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento e si siano dimostrate soggette a facili asportazioni mettendo a nudo le sottostanti massicciate.

44.3 TRATTAMENTO SUPERFICIALE CON BITUME A CALDO

Sarà effettuato con due mani di bitume a caldo, per la seconda delle quali verrà adottato lo stesso sistema di cui al punto 37.3.1. Di norma si adopererà 1,25 kg/m² di bitume a caldo per la prima mano e 0,80 kg/m² per la seconda, con le adatte proporzioni di pietrischetto e graniglia.

44.4 STRATO DI COLLEGAMENTO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO (BINDER COURSE)

44.4.1 Generalità – Normativa di riferimento

Lo strato di collegamento (*binder*) in conglomerato bituminoso a caldo, al pari dello strato di base in misto bitumato e dello strato di usura, sarà costituito da una miscela di aggregati (con vecchia dizione: pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi) mescolati con bitume a caldo e stesi in opera mediante macchina vibrofinitrice (v. B.U. CNR n. 139/92).

Il conglomerato da impiegarsi (*AC – Asphalt Concrete*) dovrà essere fornito di marcatura CE, con sistema di attestazione della conformità di tipo “2+” (salvo usi soggetti alle regole di reazione al fuoco come specificato nella Tab. ZA.2 della UNI EN 13108-1; nel caso, sistemi “1” o “3” o “4”).

Valgono le norme:

- UNI EN 13108-1 - Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte I: Conglomerato bituminoso prodotto a caldo.
- UNI EN 13108-2 - Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte II: Conglomerato bituminoso per strati molto sottili.
- UNI EN 13108-4 - Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte IV: Conglomerato bituminoso chiodato.
- UNI EN 13108-5 - Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte V: Conglomerato bituminoso antisdrucchiolo chiuso.
- UNI EN 13108-7 - Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte VII: Conglomerato bituminoso ad elevato tenore di vuoti.

44.4.2 Caratteristiche degli inerti

Gli aggregati dovranno possedere i requisiti di cui al punto 2.7. del presente Capitolato, ed in ogni caso dovranno essere marcati CE con sistema di attestazione della conformità “2+” o “4” secondo prescrizione.

L’aggregato grosso sarà costituito di pietrischetti e graniglie, che potranno essere di provenienza e natura diversa (preferibilmente silicea o basaltica), purché rispondenti ai seguenti requisiti:

- a) Coefficiente di frantumazione, ove richiesto, inferiore a 140 (ex norme CNR – Fasc. IV/1953).
- b) Perdita in peso alla prova Los Angeles (Norme ASTM C 131 – AASHO T 96 – UNI EN 1097-2) inferiore al 25% (v. più in particolare la Tab. 109).
- c) Indice dei vuoti delle singole pezzature inferiore a 0,80 (CNR, B.U. n. 65/1978 – UNI EN 1097-3).
- d) Coefficiente di imbibizione inferiore a 0,015 (norma CNR, B.U. n. 137/1992).
- e) Materiale non idrofilo.

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione sopra indicati, verrà effettuato, se non diversamente disposto, secondo la norma di cui al B.U. CNR n. 93/63. In ogni caso i pietrischetti e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, durevoli, poliedrici con spigoli vivi, ruvidi e puliti.

L’aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti di cui alle norme CNR, B.U. n. 139/92 (v. anche il punto 4, della UNI EN 13043). Avrà inoltre un equivalente in sabbia non inferiore a 50 (CNR, B.U. n. 27/77) ed una perdita per decantazione inferiore al 2%.

Gli additivi minerali (*fillers*) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o asfaltiche, o da cemento, calce idrata, calce idraulica e dovranno risultare, alla setacciatura a secco, interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica per la quale si indica a titolo orientativo il fuso di cui alla Tab. 105 (v. anche la Tab. 106 che prevede una dimensione massima degli inerti di 30 mm).

TAB. 105 - Conglomerato bituminoso per binder.
Requisiti granulometrici

CRIVELLI E SETACCI			MISCELA
UNI		mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334	25	100
"	"	15	65 ÷ 100
"	"	10	50 ÷ 80
"	"	5	30 ÷ 60
Setaccio	2332	2	20 ÷ 45
"	"	0,4	8 ÷ 25
"	"	0,18	5 ÷ 15
"	"	0,075	4 ÷ 8

TAB. 106 - Strati di collegamento. Requisiti di accettazione degli aggregati per conglomerati bituminosi a caldo (da B.U. CNR n. 139/1992)

DETERMINAZIONE	SIMBOLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO				
					PP	P	M	L	
Frazione > 4 mm	Contenuto di:								
	- Rocce tenere, alterate o scistose	-	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	- Rocce degradabili	-	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	Coeff. Los Angeles	LA	CNR 34/73	%	≤	22	25	30	40
	Porosità	p%	CNR 65/78	%	≤	1,5	1,5	-	-
	Micro Deval Umida	MDU	CNR 109/85	%	≤	20	20	25	35
	Quantità di frantumato	-	-	%	≤	90	90	80	70
	Dimensione max. <=2/3 spess. strato e in ogni caso	Dmax	CNR 23/71	mm		30	30	30	30
	Sens. al gelo (1)	G	CNR 80/80	%	≤	30	30	30	30
	Passante al setaccio 0,075 (2)	-	CNR 75/80	%	≤	1	1	1	2
Spogliamento in acqua (3)	-	CNR 138/92	%	≤	5	5	5	5	
Indice appiatt.	la	CNR 95/84	%	≤	20	25	30	35	
Frazione 0,075 ÷ 4 mm	Quantità di frantumato Passate al setaccio 0,075 (2) Equiv. in Sabbia	ES	-	%	≥	40	40	-	-
			CNR 75/80	%	≤	2	2	2	3
			CNR 27/72	%	≥	50	50	40	40
FILLER	Spogliamento in acqua della roccia di origine Passante 0,18 0,075 Ind. Plasticità Vuoti Ridgen		CNR 138/92	%	≤	5	5	5	5
			CNR 23/71	%		100	100	100	100
			CNR 75/80	%	≥	80	80	80	80
			CNR UNI 10014	%	-	NP	NP	NP	NP
				%	-	30-45	30-45	30-45	30-45
	Potere Rigid.	Δ PA				Per tutte le categorie di traffico			
						Rapporto filler/bitume	corrisp. valore del potere rigidificante		
(1) In zone considerate soggette a gelo						1,5	Δ PA ≥ = 5		
(2) Ad eccezione della polvere di frantoio						2,0	≥ = 12		
(3) Con eventuale impiego di "dope" d'adesione.						2,5	≥ = 25		
						3,0	≥ = 40		

In ogni caso per la miscela dovranno essere rispettati i limiti minimo e massimo di composizione di cui alle Tabb. 1 e 2 del punto 5.2.1.2. della UNI EN 13108-1. la Tab. 1 riportandosi a seguito, in lingua originale (a meno delle note).

TAB. 1, UNI EN 13108-1 - Overall limits of target composition - basic sieves set plus set 1.
(Limiti estremi di composizione - Settaggi del gruppo di base più gruppo 1)

D (*)	4	5 (5,6)	8	11 (11,2)	16	22 (22,4)	32 (31,5)
Sieve mm	Passing sieve % by mass						
1,4 D ^a	100	100	100	100	100	100	100
D	90 to 100	90 to 100	90 to 100	90 to 100	90 to 100	90 to 100	90 to 100
2	50 to 85	15 to 72	10 to 72	10 to 60	10 to 50 ^b	10 to 50 ^b	10 to 50
0,063	5,0 to 17,0	2,0 to 15,0	2,0 to 13,0	2,0 to 12,0	0 to 12,0	0 to 11,0	0 to 11,0
(*) Misura superiore dello staccio, in mm.							

44.4.3 Leganti – Caratteristiche della miscela

Come leganti dovranno venire impiegati bitumi solidi del tipo 50/70 o 70/100 (secondo la stagione ed in rapporto alle prescrizioni della Direzione dei lavori), rispondenti alle norme di accettazione di cui al punto 10.1.1. del presente Capitolato ed aventi indice di penetrazione compreso tra - 1/+1. Potranno venire impiegati anche, in rapporto alle prescrizioni, bitumi modificati EN 14023 o bitumi duri (hard grade bitumen) prEN 13924.

La percentuale media del legante, riferita alla massa degli inerti, dovrà essere compresa tra il 4% ed il 5,4% (B min 4,0 e B min 5,4 – Tab. 13 UNI EN 13108-1) e dovrà essere comunque la minima per consentire il valore massimo di stabilità Marshall e di compattezza appresso citati. La composizione adottata dovrà essere resistente ai carichi e sufficientemente flessibile, pertanto il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- stabilità Marshall (prove CNR, B.U. n. 30/1973 – UNI EN 13108-20) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 7,5 kN (categoria S min 7,5 Tab. 14 UNI EN 13108-1);
- scorrimento (in prova Marshall) compreso tra 1 e 4 mm (categorie F1 e F4 Tab. 16 UNI EN 13108-1);
- rigidità Marshall (rapporto tra la stabilità misurata in dN o kg e lo scorrimento misurato in mm) in ogni caso superiore a 300;
- percentuale dei vuoti residui (dei provini Marshall) compresa fra il 4% e l'8%;
- volume dei vuoti residui a cilindratura ultimata compreso fra il 4% ed il 10%.

In ogni caso per quanto riguarda la percentuale dei vuoti (categ. V_{max} e V_{min}), la sensibilità all'acqua (in direct tensile strength ratio – ITSr %) la resistenza all'abrasione (maximum abrasion value – AbrA – ml), la resistenza alla deformazione permanente (categ. P, WTS AIR, PRD AIR), la resistenza al fuoco, ai carburanti, ecc. sarà fatto riferimento alle specifiche tabelle della UNI EN 13108-1 che indicano le relative categorie in rapporto alle percentuali ed alle grandezze interessate.

L'Appaltatore, previa prove di laboratorio, presenterà alla Direzione Lavori, prima dell'inizio, la composizione della miscela che intenderà adottare. Approvata tale composizione l'Appaltatore sarà tenuto ad attenersi alla stessa, comprovando l'osservanza di tale impegno con esame periodico sulle miscele prelevate sia presso l'impianto di produzione, sia in cantiere immediatamente prima della stesa, e vagliate in modo da eseguire le prove sul passante al crivello 25 UNI 2334.


44.4.4 Identificazione

Il documento di consegna del materiale dovrà contenere almeno le informazioni di cui al punto 7 della UNI EN 13108-1, tra cui: nome del produttore ed impianto di produzione; designazione della miscela con: AC (Asphalt Concrete), D (dimensione massima dell'aggregato), destinazione del conglomerato (strato di usura, di collegamento o di base), tipologia del legante dettagli sugli additivi impiegati; dettagli sull'osservanza dei punti 5.2.8 e 5.2.9 della norma nel caso di impieghi aeroportuali.

44.4.5 Marcatura ed etichettatura CE

Le seguenti informazioni dovranno accompagnare la marcatura CE: numero di identificazione dell'Organismo di Certificazione; nome e marchio identificativo ed indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno nel quale è stata applicata la marcatura; numero del certificato del controllo di produzione in fabbrica; riferimento alla norma; informazioni sui requisiti essenziali indicati nelle Tabb. ZA.1a e ZA.1b della norma.

TAB. ZA.1a e ZA.1b - Esempio di informazioni per marcatura CE come da prescrizioni generali, empiriche e fondamentali

 01234	Reaction to fire Temperature of the mixture Grading (passing)	Euroclass Cfl * 140 °C to 180 °C 22,4 mm sieve 100% 16 mm sieve 95% 11,2 mm sieve 88% 5,6 mm sieve 62% 2 mm sieve 40% 0,500 mm sieve 33% 0,250 mm sieve 22% 0,063 mm sieve 5,8%
AnyCo Ltd, PO Box 21, B-150 06 01234-CPD-00234	Binder content Stiffnes – minimum – maximum	$B_{min\ 6,0}$ (6,0%) $S_{min\ 1\ 800}$ (1 800 MPa) $S_{max\ 9\ 000}$ (9 000 MPa)
EN 13108-1 Asphalt Concrete for roads and other trafficked areas AC 16 surf 70/100 euro asphalt plant S24 General requirements + fundamental requirements Void content – maximum – minimum Water sensitivity Resistance to abrasion by studded tyres:	$V_{max\ 7}$ (7,0%) $V_{max\ 2}$ (2,0%) $ITSR_{90}$ (90%) Abr_{A40} (40ml)	Resistance to permanent deformation * – large size device: proportional rut depth – small size device wheel tracking slope – small size device: proportional rut depth
		P_5 (5,0%) $WTS_{AIR10,0}$ (10 mm) $PRD_{AIR9,0}$ (9,0%) * Stating test conditions selected in accordance with EN 13108-20.

44.4.6 Confezione e posa in opera

Gli impasti saranno eseguiti in impianti fissi, approvati dalla Direzione Lavori e tali da assicurare: il perfetto essiccamento, la separazione dalla polvere ed il riscaldamento uniforme dell'aggregato grosso e fino; la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura; la perfetta dosatura degli stessi; il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento dell'impasto; il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo.

Ove si impiegasse bitume di penetrazione 70/100 la temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 150 e 170 °C (155-180 °C per bitume 60/80), quella del legante tra 150 e 180 °C. La temperatura del conglomerato, all'uscita del mescolatore, non dovrà essere inferiore a 150 °C (v. più in particolare la tabella a fianco che riproduce parzialmente la Tab. 11 della UNI EN 13108-1).

TAB. 107 - Temperature limiti della miscela

CLASSE DEL BITUME	Temperatura (°C)
20/30	160 - 200
30/45	155 - 195
35/50 40/60	150 - 190
50/70 70/100	140 - 180
100/150 160/220	130 - 170

Nell'apposito laboratorio installato in cantiere a cura dell'Appaltatore dovrà essere effettuata la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione. Inoltre, con frequenza giornaliera e comunque ogni 1000 tonnellate di materiale prodotto:

- la verifica della composizione del conglomerato (inerti, additivo, bitume);
- la verifica della stabilità Marshall, prelevando la miscela all'uscita del mescolatore (e confezionando i provini senza alcun riscaldamento, per un ulteriore controllo sulla temperatura di produzione) o alla stesa;
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato steso e compattato (massa volumica e percentuale dei vuoti residui). Si controlleranno frequentemente le caratteristiche del legante impiegato e le temperature di lavorazione. A tal fine gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti saranno muniti di termometri fissi.

Prima di procedere alla stesa degli strati di pavimentazione si procederà ad un'accurata pulizia della superficie preesistente mediante lavaggio o energica ventilazione. Sulla superficie stessa sarà steso un velo di emulsione tipo ER 55 o ER 60, in ragione di 0,8 kg/m², in modo da ottenere un buon ancoraggio dello strato da stendere.

L'applicazione dei conglomerati bituminosi verrà fatta a mezzo di macchine spanditrici finitrici, di tipo approvato dalla Direzione Lavori. Il materiale verrà steso a temperatura non inferiore a 120 °C. Le operazioni di stesa dovranno essere interrotte ove le condizioni atmosferiche non fossero tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro ed in particolare quando il piano di posa si presentasse comunque bagnato o avesse temperatura inferiore a 5 °C; per temperatura tra 5 e 10 °C, la Direzione Lavori potrà prescrivere alcuni accorgimenti quali l'innalzamento della temperatura di confezionamento e la protezione durante il trasporto. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi o sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore.

Nella stesa si dovrà porre grande attenzione alla formazione del giunto longitudinale; ove il bordo di una striscia fosse stato danneggiato, il giunto dovrà essere tagliato in modo da presentare una superficie liscia finita.

In corrispondenza dei giunti di ripresa del lavoro e del giunto longitudinale tra due strisce adiacenti, si procederà alla spalmatura con legante bituminoso allo scopo di assicurare impermeabilità e adesione alle superfici di contatto. Per il giunto longitudinale tale operazione potrà venire comunque evitata ove la stesa avvenisse ad opera di macchine vibrofinitrici affiancate. La sovrapposizione degli strati dovrà avvenire in modo che i giunti longitudinali suddetti risultino sfalsati di almeno 30 cm.

La rullatura dovrà essere eseguita alla temperatura più elevata possibile, con rulli meccanici a rapida inversione di marcia con massa di 4 ÷ 8 tonnellate; proseguirà poi con passaggi longitudinali ed anche trasversali; infine il costipamento sarà ultimato con rullo statico da 10 ÷ 14 t o con rullo gommato da 10 ÷ 12

tonnellate. Al termine di tali operazioni si dovranno effettuare i controlli di compattezza, operando su campioni prelevati dallo strato finito (tasselli o carote).

A lavoro ultimato la superficie dovrà presentarsi assolutamente priva di ondulazioni: un'asta rettilinea lunga 4,00 m, posta a contatto della superficie in esame, dovrà aderirvi con uniformità e comunque non dovrà presentare scostamenti di valore superiore a 4 mm. Non sarà ammessa alcuna tolleranza in meno sugli spessori di progetto di ciascuno degli strati di pavimentazione; questi dovranno avere uno spessore finito non inferiore a 4 cm se trattasi di strati di collegamento e non inferiore a 2 cm se trattasi di strati di usura.

44.5 STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO (SURFACE COURSE)

44.5.1 Generalità – Normativa di riferimento

Lo strato di usura in conglomerato bituminoso a caldo, al pari dello strato di base in misto bitumato e dello strato di collegamento, sarà costituito da una miscela di aggregati (con vecchia dizione: pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi) mescolati con bitume a caldo e stesi in opera mediante macchina vibrofinitrice (v. B.U. CNR n. 139/92).

Il conglomerato da impiegarsi (*AC – Asphalt Concrete*) dovrà essere fornito di marcatura CE, con sistema di attestazione della conformità di tipo "2+" (salvo usi soggetti alle regole di reazione al fuoco come specificato nella Tab. ZA.2 della UNI EN 13108-1; nel caso, sistemi "1" o "3" o "4").

Valgono le norme UNI EN riportate al precedente punto 37.7.1 e le indicazioni di cui ai punti 37.7.3 e 37.7.4. Vale in generale quanto riportato al precedente punto 37.7, per quanto compatibile, in tema di conglomerati bituminosi prodotti a caldo.

44.5.2 Caratteristiche degli inerti

L'aggregato grosso sarà costituito di pietrischetti e graniglie, che potranno essere anche di provenienza e natura diversa (preferibilmente silicea o basaltica), purché rispondenti oltre ai requisiti generali di cui al punto 2.7 anche ai seguenti requisiti:

- Coefficiente di frantumazione inferiore a 120 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953); coefficiente Deval ove richiesto superiore a 14 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953); coefficiente micro-Deval umido (MDE) non superiore al 15% (prove CNR, B.U. n. 109/85 - UNI EN 1097-1).
- Perdita in peso alla prova Los Angeles inferiore al 20% (norme ASTM C 131 – AASHTO T 96 – UNI EN 1097-2).
- Indice dei vuoti delle singole pezzature inferiore a 0,85 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953).
- Coefficiente di imbibizione inferiore a 0,015 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953); v. anche, per l'assorbimento d'acqua, le prove UNI EN 1097-6.
- Materiale non idrofilo, con limitazione per la perdita in peso allo 0,5 % (ex norma CNR, Fasc. IV/1953).

L'aggregato fino e gli additivi avranno le stesse caratteristiche di cui al punto 2.7; inoltre gli additivi dovranno essere tali che l'equivalente in sabbia della frazione di aggregato passante al crivello 5 UNI 2334 subisca una riduzione compresa tra un minimo di 30 ed un massimo di 50 per percentuali di additivo (calcolate in massa sul totale della miscela di aggregato) comprese tra il 5 ed il 10%.

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica per la quale si indica a titolo orientativo il fuso di cui alla Tab. 108 (v. anche la Tab. 109).

TAB. 108 - Conglomerato bituminoso per strato di usura. Requisiti granulometrici

CRIVELLI E SETACCI			MISCELA
UNI		mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334	15	100
"	"	10	70 ÷ 100
"	"	5	45 ÷ 65
Setaccio	2332	2	25 ÷ 45
"	"	0,4	12 ÷ 25
"	"	0,18	7 ÷ 15
"	"	0,075	5 ÷ 10

TAB. 109 - Strati di usura. Requisiti di accettazione degli aggregati per conglomerati bituminosi a caldo (da B.U. CNR n. 139/1992)

DETERMINAZIONE		SIMBOLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO			
						PP	P	M	L
Frazione > 4 mm	Contenuto di:								
	– Rocce tenere, alterate o scistose	–	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	– Rocce degradabili.	–	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	Coeff. Los Angeles	LA	CNR 34/73	%	≤	18	20	20	25
	Porosità	p%	CNR 65/78	%	≤	1,5	1,5	–	–
	Micro Deval Umida	MDU	CNR 109/85	%	≤	15	15	15	20
	Coeff. levig. accel.	CLA	CNR 140/92	%	≥	0,45	0,42	0,40	0,37
	Quantità di frantumato	–	–	%		100	100	100	100
	Dimensione max. ≤ 1/2 spess. strato e in ogni caso:	Dmax.	CNR 23/71	mm	≤	20	20	20	20
	Sens. al gelo (1)	G	CNR 80/80	%	≤	30	30	30	30
Passante al setaccio 0,075 (2)	–	CNR 75/80	%	≤	1	1	1	2	
Spogliamento in acqua a 40 °C (3)	–	CNR 138/92	%	≤	–	–	–	–	
Indice appiatt.	la	CNR 95/84	%	≤	20	20	30	30	
Frazione 0,075 ÷ 4 mm	Quantità di frantumato	–	–	%	≥	50	50	50	–
	Passate al setaccio 0,075 (2)	–	CNR 75/80	%	≤	2	2	2	3
	Equiv. in Sabbia	ES	CNR 27/72	%	≥	80	60	60	40
FILLER	Spogliamento in acqua della roccia di origine	–	CNR 138/92	%	≤	5	5	5	5
	Passante 0,18 mm	–	CNR 23/71	%		100	100	100	100
	0,075	–	CNR 75/80	%	≥	80	80	80	80
	Ind. Plasticità	IP	CNR/UNI 10014	%		NP	NP	NP	NP
	Vuoti Ridgen	V%		%	–	30-45	30-45	30-45	30-45
Potere Rigid.	Δ PA			°C	Per tutte le categorie di traffico				
						Rapporto filler/bitume		corrisp. valore del potere rigidificante	
						1,5		Δ PA ≥ = 5	
						2,0		≥ = 12	
						2,5		≥ = 25	
						3,0		≥ = 40	

(1) In zone considerate soggette a gelo
(2) Ad eccezione della polvere di frantoio
(3) Con eventuale impiego di "dope" d'adesione

44.5.3 Leganti – Caratteristiche della miscela

Come leganti verranno impiegati di norma gli stessi bitumi di cui al punto 10.1, salvo diversa indicazione. La percentuale media del legante, riferita alla massa degli inerti, dovrà essere compresa tra il 4,5% ed il 6% e dovrà essere comunque la minima per consentire il valore massimo di stabilità Marshall e di compattezza appresso indicati. Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari non dovrà superare l'80%.

Il conglomerato dovrà presentare i seguenti requisiti:

- resistenza meccanica elevatissima e sufficiente flessibilità. Stabilità Marshall (prova ASTM T 1559/58) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 10 kN;
- scorrimento (in prova Marshall) compreso fra 1 e 3,5 mm; rigidità Marshall (rapporto tra stabilità e scorrimento) superiore a 3,0 kN/mm;
- percentuale dei vuoti residui (dei provini Marshall), nelle prescelte condizioni di impiego, compresa fra il 3% ed il 6%;
- compattezza elevata: volume dei vuoti residui a rullatura ultimata, calcolato su campioni prelevati dallo strato, compreso tra il 4% e l'8%;
- elevatissima resistenza all'usura superficiale, sufficiente ruvidezza e stabilità della stessa nel tempo: rugosità superficiale del manto, misurata con apparecchio "Skid-Tester" dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico, su superficie pulita e bagnata, con temperatura di riferimento di 18 °C, superiore in ogni punto a 50 per la carreggiata ed a 45 per le banchine di sosta.

Ad un anno dall'apertura al traffico poi il volume dei vuoti residui dovrà essere compreso fra il 3% ed il 6% e l'impermeabilità dovrà risultare praticamente totale. Per il resto valgono le prescrizioni di cui al punto 37.7.3, penultimo ed ultimo capoverso.

44.5.4 Confezione e posa in opera

Gli impasti saranno eseguiti e posti in opera con le stesse modalità di cui al precedente punto 37.7.6. che tratta dei conglomerati per strati di collegamento.

Qualora nella esecuzione dello strato di usura venisse a determinarsi, a causa di particolari condizioni ambientali, una sensibile differenza di temperatura fra il conglomerato della striscia già posta in opera e quello da stendere, la Direzione Lavori potrà ordinare il preriscaldamento, a mezzo di appositi apparecchi a raggi infrarossi, del bordo terminale della prima striscia contemporaneamente alla stesa del conglomerato della striscia contigua.

44.5.5 Attivanti dell'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitumi-aggregati ("dopes" di adesività) costituite da composti azotati di natura varia (ammine, alchilammido-poliamicine) stabili anche a temperatura elevata e di qualità certificata.

Il dosaggio potrà variare, a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare, in rapporto alle istruzioni del produttore e le prescrizioni della Direzione Lavori. L'effettivo impiego del prodotto potrà essere effettuato con la prova di spogliazione (di miscele bitume-aggregato) secondo ASTM – D 1664/80.

44.5.6 Strati a usura differenziata

Saranno costituiti da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi impastati con bitume a caldo, unitamente a graniglie naturali o sintetiche, di pezzatura 2/15 mm, aventi coefficiente di frantumazione notevolmente più basso di quelle contenute nella miscela normale.

44.5.7 Strati di usura con aggregato sintetico chiaro

Saranno costituiti da una miscela di pietrischetto, graniglia, sabbia e additivi impastati con bitume a caldo, unitamente ad aggregato sintetico chiaro nella pezzatura di 2/15 mm. La percentuale dell'aggregato sintetico, sulla massa totale della miscela, dovrà essere del 45%.

Art. 45. RAPPEZZI LOCALIZZATI

I rappezzi devono essere preparati con accurata demolizione del materiale degradato, riquadratura dei bordi, spianamento del fondo anche con apporto di materiale prebitumato fine ed impregnazione con emulsione acida al 60% di tutte le superfici orizzontali e verticali.

Seguirà il riempimento e la compattazione.

Non si dovranno superare i 10 cm per ogni strato data la difficoltà di ben compattare spazi ridotti.

Al fine di aumentare la durata a fatica dei conglomerati bituminosi posti sopra la zona rappezzata, si dovrà richiedere la posa in opera di una guaina bituminosa autoadesiva rinforzata con apposito tessuto non tessuto o geotessile a rete che serva a ritardare la risalita delle fessure presenti sul piano d'appoggio.

Per buche in zone a traffico elevato, dopo la stesa della mano di attacco andrà steso il conglomerato bituminoso di riempimento che non dovrà essere a freddo (bitumi flussati), ma a caldo e preferibilmente modificato con plastomeri, aggiunti nel mescolatore (3-4 kg / ton di conglomerato bituminoso).

I rappezzi fatti in condizioni climatiche avverse potranno essere realizzati con materiali a freddo, ma le riparazioni dovranno essere ripetute con conglomerato a caldo e con i metodi sopra descritti.

Art. 46. PAVIMENTAZIONI A ELEMENTI

46.1 PAVIMENTAZIONI IN MASSELLI DI CALCESTRUZZO

Le pavimentazioni in argomento saranno costituite con masselli in calcestruzzo secondo le caratteristiche di cui all'art.82 del presente Capitolato.

Piano di finitura del sottofondo. Il sottofondo deve corrispondere alla geometria del piano stradale: in nessun caso le pendenze devono essere ricavate variando lo spessore dello strato di allettamento dei masselli. Le tolleranze dimensionali massime ammissibili per il piano di finitura del sottofondo sono ± 15 mm. I relativi manufatti (chiusini, caditoie, canalette, etc.) dovranno essere posizionati al livello della pavimentazione finita prima dell'inizio della posa in opera, tenendo conto di un ulteriore calo del livello pavimentazione finita per effetto del traffico nell'ordine di 3-5 mm.

Stesura e staggiatura della sabbia di allettamento. Il riporto di posa dovrà essere costituito da sabbia di origine alluvionale o dalla frantumazione di rocce ad elevata resistenza meccanica e non alterabili. Sono assolutamente da evitare quali materiali di allettamento i granulati ottenuti dalla macinazione di rocce calcaree o comunque tenere. La granulometria ottimale è riportata nella tabella seguente:

Diametro vaglio	Percentuale passante in massa
10 mm	100
6 mm	90-100
3 mm	75-100
1 mm	55-90
0,5 mm	35-70
0,25 mm	8-35
0,125 mm	0-10
0,075 mm	0-3

L'impasto di sabbia, ghiaietto, acqua e cemento è in rapporto ottimale di 2 q.li/mc stesi per 10/15 cm sulla fondazione annegandovi una rete elettrosaldata da mm6x20/20.

L'umidità dello strato di allettamento dovrà essere il più uniforme possibile ed il materiale dovrà risultare umido ma non saturo.

L'esecuzione della pavimentazione prevede la posa per semplice accostamento a secco dei masselli su allettamento di sabbia. Lo strato di allettamento in sabbia dovrà mantenere uno spessore costante compreso tra 3 e 6 cm al momento della staggiatura: in nessun caso infatti le pendenze dovranno essere ricavate variando lo spessore di tale strato. Nella determinazione delle quote finite si deve ricordare che ci sarà un calo della sabbia di allettamento per effetto della compattazione, normalmente variabile tra il 20 ed il 30% dello spessore soffice in funzione del tipo e della granulometria di sabbia utilizzata. La sabbia di allettamento compattata dovrà risultare quindi di spessore compreso tra 2,5 e 4,5 cm.

La staggiatura può essere realizzata in due modi:

- con precompattazione: si stende la sabbia per uno spessore come sopra specificato, si vibrocompatta con piastra vibrante, si sparge un nuovo strato di sabbia di circa 1,5 cm e si staggia: è il metodo preferibile per pavimentazioni destinate a carichi elevati, in quanto assicura densità e compattazione uniforme e quindi minore tolleranze superficiali;
- la compattazione della sabbia avviene solo dopo la posa dei masselli.

Se il piano di posa viene comunque disturbato deve essere di nuovo staggiato con cura. La staggiatura della sabbia non dovrà mai essere effettuata con temperature inferiori a 1 °C.

Sono da prevedere opportuni giunti di dilatazione che dovranno tagliare il sottofondo, massetto e pavimentazione per potere assorbire le opportune dilatazioni.

Posa in opera dei masselli.

Gli orientamenti di posa saranno in continuità con la pavimentazione esistente. La posa in opera deve essere condotta in modo tale da mantenere sempre un fronte "aperto" per la posa dei masselli successivi, onde evitare l'inserimento forzato. La posa in opera dei masselli deve avvenire per semplice accostamento seguendo dei fili di riferimento posizionati ogni 4-5 metri, in senso longitudinale e trasversale all'avanzamento lavori. Devono essere periodicamente controllati gli allineamenti a mezzo di fili secondo due direzioni ortogonali.

Intasamento dei giunti e vibrocompattazione.

Si raccomanda di usare esclusivamente sabbia naturale (la sabbia di frantoio può causare infatti macchie sulla superficie dei masselli) con granulometria come illustrato nella tabella seguente. La sabbia deve essere asciutta: se essiccata facilita la penetrazione ed il riempimento del giunto.

Diametro vaglio	Percentuale passante in massa
3 mm	100
2 mm	95-100
1 mm	75-100
0,5 mm	35-95
0,25 mm	5-35
0,125 mm	0-10
0,075 mm	0-3

Modalità di esecuzione. Appena terminata la posa con i tagli di finitura si deve provvedere al pre-intasamento dei giunti con sabbia avente le caratteristiche sopra specificate. Il pre-intasamento ha lo scopo di ottimizzare il riempimento dei giunti ed evitare il disallineamento dei masselli sia nella fase di movimentazione in corso d'opera dei materiali verso il fronte di posa che durante la vibrocompattazione. La sabbia deve essere stesa e distribuita in modo omogeneo su tutta la superficie da vibrocompattare. Si procede quindi alla vibrocompattazione a mezzo di piastra. La vibrocompattazione ha la funzione di allettare i masselli nello strato di sabbia e di garantire un primo assestamento della sabbia nei giunti: andranno previsti almeno 3 passaggi in senso trasversale per garantire uniformità di compattazione. La vibrocompattazione dovrà arrestarsi entro 1 metro dal fronte di posa. Per superfici a forte pendenza occorre sempre vibrare la pavimentazione in senso trasversale dal basso verso l'alto. Il tipo di piastra da utilizzare dipende dalla forma e dallo spessore del massello (si veda la tabella seguente).

A parità di forma del massello:	Forza centrifuga KN	Frequenza Hz	Dimensione min. piastra mq
cm. 4	9 – 11	75 – 100	0,20
cm. 6	14 – 16	75 – 100	0,24
cm. 8	16 – 20	75 – 100	0,24
cm. 10	20 – 24	75 – 100	0,28

E' sempre consigliabile l'utilizzo di piastre munite di tappetino protettivo in gomma o similare (es Vulkolan durezza > 90 shore) e comunque indispensabile nel caso di pavimentazioni colorate. E' importante mantenere sempre pulito il piano vibrante, evitando graffiature o accumuli di sporcizia che andrebbero inevitabilmente a macchiare la pavimentazione, specialmente nel caso questa fosse umida. Al termine della vibrocompattazione si procede all'intasamento finale dei giunti con ulteriore stesura di sabbia. La sabbia di intasamento deve essere lasciata sulla pavimentazione il più a lungo possibile per consentire un'efficace intasamento dei giunti sotto carico di traffico. La pavimentazione (se non sigillata con opportuni polimeri) non dovrà essere sottoposta al passaggio di mezzi aspiranti per almeno 1 mese dall'apertura al traffico. La superficie deve comunque essere periodicamente ispezionata nei primi sei mesi di vita intervenendo con integrazione della sabbia di sigillatura qualora se ne riscontri la necessità per svuotamento dei giunti.

Al termine delle operazioni di posa la conformità del lavoro ai dettami della regola dell'arte va controllata secondo i seguenti parametri:

- corretto allineamento dei masselli secondo due direzioni ortogonali; considerando comunque che le variazioni dimensionali in produzione e l'andamento delle pendenze non consentono in nessun caso un perfetto allineamento;

- assenza di danneggiamento ai masselli dovuti a cattiva movimentazione degli stessi oppure ad una non idonea procedura di compattazione;
- ottimale sigillatura dei giunti della pavimentazione: nel caso non sia disponibile sabbia essiccata, la sabbia di sigillatura dovrà essere lasciata in misura abbondante sulla pavimentazione e periodicamente ridistribuita a cura della Committenza fino al completo intasamento;
- rispetto dei livelli della pavimentazione finita con le tolleranze di cui alla tabella seguente:

✓ in generale, rispetto alle quote di progetto	± 6 mm
✓ planarità della superficie (controllata con staggia da 3 metri)	10 mm
✓ differenza di spessore tra 2 masselli adiacenti	2 mm
✓ in corrispondenza di pozzetti, caditoie, canali di drenaggio	+ 6 mm

Nel prezzo della pavimentazione è incluso l'onere relativo alla formazione di tutti i pezzi speciali che si rendessero necessari per l'adattamento a binari, chiusini, caditoie, orlature, ecc. La lavorazione dei masselli dovrà essere eseguita con idonei paraschegge.

Ai fini della liquidazione verrà in ogni caso misurata la sola superficie effettivamente pavimentata, escludendosi pertanto qualsiasi elemento non facente parte del rivestimento stesso, come le rotaie, i chiusini, le bocchette di ispezione, ecc., anche se l'esistenza di detti elementi abbia procurato all'Appaltatore maggiori oneri nella posa in opera.

I giunti di dilatazione dovranno essere riempiti di materiale siliconico ad alta resistenza, omogeneità di impasto e colore con le restanti fughe, idonee per applicazioni in ambiente aggressivo e certificato.

Le fughe saranno del tipo cementizio per meglio sigillare gli interstizi tra una piastra e l'altra ed impedire all'acqua di ristagnare tra il massetto e le piastre. Questo per evitare distacchi in caso di gelo e contrastare il fenomeno dell'efflorescenza.

La fuga dovrà essere di 8 mm. Le piastrelle dovranno essere accuratamente bagnate prima di essere fugate per poi essere pulite con spugna umida avendo cura di risciacquare spesso.

A pavimentazione ultimata si dovrà procedere ad un'accurata pulizia della stessa utilizzando idonei prodotti che non alterino le caratteristiche del materiale.

Art. 47. PAVIMENTAZIONI DI MARCIAPIEDI – CORDOLI

47.1 PAVIMENTAZIONI A ELEMENTI

47.1.1 Pavimentazione in pietrini di cemento

Sarà formata con il materiale di cui al punto 7.2.3 del presente Capitolato posto su un massetto in conglomerato cementizio previa interposizione di uno strato di malta idraulica o cementizia che costituirà il letto di posa.

I pietrini saranno previamente bagnati per immersione. A posa ultimata si procederà alla boiacatura della superficie con cemento puro, onde chiudere le connesure.

47.2 PAVIMENTAZIONI CONTINUE

47.2.1 Pavimentazione in asfalto colato

Sarà costituita da uno strato dello spessore di 20 mm posto in opera sopra una fondazione di conglomerato cementizio di spessore non inferiore a 10 cm. Negli spazi carrabili lo strato avrà spessore maggiorato a 25 ÷ 30 mm e sarà posto in opera su analoga fondazione di spessore non inferiore a 15 cm. Alla pavimentazione verrà dato, salvo casi particolari, profilo a falda piana con pendenza del 2,5% verso l'orlatura.

L'impasto sarà composto con mastice d'asfalto (47% in massa), bitume (3% in massa) e graniglia o ghiaietto 2/10 mm (50% in massa). La fusione o preparazione del mastice e la miscela dei vari componenti

per la formazione del colato saranno eseguite a mezzo di caldaia appositamente attrezzata per una perfetta mescolatura; gli impasti dovranno essere lavorati a temperatura compresa fra 170 e 200 °C. La durata del riscaldamento e della mescolazione non dovrà essere inferiore a 5 ore, salvo preriscaldamento degli aggregati a mezzo di essiccatore a tamburo.

Lo strato di asfalto sarà steso ad una temperatura di almeno 160 °C, in unico strato, a mezzo di apposite spatole di legno o altro idoneo sistema. L'intera superficie del manto, immediatamente dopo la stesa, dovrà essere ricoperta di graniglia fine, perfettamente pulita e lavata, di granulometria compresa fra 1 ÷ 3 mm; la superficie inoltre dovrà essere suddivisa in figure geometriche, secondo le disposizioni della Direzione, mediante solcature di larghezza e profondità non superiori a 3 mm.

47.2.2 Pavimentazione in battuto di cemento

Sarà costituita da un unico strato di malta cementizia a 500 kg, dello spessore di 20 mm, posta in opera su massetto di conglomerato cementizio di spessore non inferiore a 10 o 15 cm.

Prima di stendere la malta la superficie del massetto dovrà essere accuratamente ripulita e lavata con acqua in pressione. Si procederà quindi alla stesa dell'impasto cementizio, allo spessore prescritto, curando attraverso guide prestabilite la perfetta regolarità della superficie e la pendenza necessaria. La malta verrà poi lisciata, arricchita nella superficie a vista con spolveratura di cemento puro, infine verrà rigata a disegno (quadroni) e bocciardata.

A lavoro ultimato la pavimentazione dovrà essere accuratamente protetta fino al completo indurimento della malta, onde evitare fessurazioni e danni di qualsiasi genere.

47.3 CORDOLI

I cordoli saranno collocati in opera con malta cementizia, su massetto in conglomerato di spessore non inferiore a 10 cm; l'alzata, rapportata al piano finito della pavimentazione stradale, non dovrà superare 12 cm. Gli elementi, se non diversamente disposto, saranno di assortimento 25 e verranno posati attestati e spaziati di 5 mm; tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 500 kg di cemento, che verrà stilata nella parte a vista.

Art. 48. POSA DI ARREDO URBANO

Gli arredi saranno posti in opera secondo le indicazioni della ditta produttrice e della Direzione Lavori e come previsto dagli elaborati grafici allegati al progetto esecutivo, avendo cura di non danneggiare il materiale o parti di esso.

Gli elementi d'arredo urbano, realizzati secondo le indicazioni riportate sugli elaborati grafici di progetto e come descritti in Elenco Prezzi, saranno fissati al suolo con apposita barra filettata. I cestini saranno fissati con ancoraggio centrale in barra filettata \varnothing 10 mm con tassellatura a chimico. Le vernici di finitura dovranno essere di tipo atossico in classe E1 (a bassa emissione di formaldeide secondo norma UNI/DIN). Ogni prodotto dovrà essere accompagnato dalle informazioni da utilizzare per la pulizia e per la manutenzione.

APPENDICE A – NORME GENERALI DI ESECUZIONE - IMPIANTI VARI

Art. 49. OPERE PROVVISORIALI - MACCHINARI E MEZZI D'OPERA

Tutte le opere provvisorie occorrenti per l'esecuzione dei lavori, quali ponteggi, impalcature, armature, centinature, casseri, puntellature, ecc., dovranno essere progettate e realizzate in modo da garantire le migliori condizioni di stabilità, sia delle stesse che delle opere ad esse relative. Inoltre, ove dette opere dovessero risultare particolarmente impegnative, l'Appaltatore dovrà predisporre apposito progetto esecutivo, accompagnato da calcoli statici, da sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

Resta stabilito comunque che l'Appaltatore rimane unico responsabile degli eventuali danni ai lavori, alle cose, alle proprietà ed alle persone che potessero derivare dalla mancanza o dalla non idonea esecuzione di dette opere. Tali considerazioni si ritengono estese anche ai macchinari e mezzi d'opera.

Art. 50. INDAGINI E RILIEVI GEOGNOSTICI

50.1 GENERALITÀ

L'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire, a propria cura, tutte le indagini ed i rilievi che la Direzione Lavori riterrà necessari od opportuni al fine di determinare con la dovuta approssimazione la natura e le caratteristiche dei terreni di impianto, nonché la presenza di eventuali discontinuità ed i livelli di acqua. Le indagini ed i rilievi saranno sviluppati con ampiezza diversa a seconda delle caratteristiche strutturali e delle dimensioni dei manufatti, dei carichi da questi esercitati e dalla consistenza dei terreni di fondazione.

50.2 INDAGINI IN SITO

50.2.1 Tipo, tecnica e profondità

Le indagini consistiranno, in generale, in saggi di vario tipo – quali sondaggi, pozzi, trincee o cunicoli di esplorazione – dei quali sarà effettuata una accurata descrizione in base ai criteri geotecnici di identificazione e classifica. La Direzione Lavori specificherà o autorizzerà la tecnica di indagine che, per i sondaggi, dovrà comprendere non meno di una verticale ogni 250 mq per le opere con estensione superficiale ed una ogni 250 m per le opere con estensione lineare.

La profondità delle indagini sarà misurata a partire dalla quota più bassa che sarà prevedibilmente raggiunta dalla fondazione (per le palificate, a partire dall'estremità inferiore dei pali) e verrà stabilita in rapporto alle considerazioni di cui all'ultimo capoverso del precedente punto A2.0.

50.2.2 Prelievo dei campioni

In rapporto alle condizioni di indagine i campioni potranno essere prelevati in superficie, o mediante scavo di pozzi, o mediante apparecchiature a rotazione (trivellazioni), a percussione, a pressione, ecc. Per ogni sondaggio, si darà luogo al prelievo di campioni ad ogni variazione stratigrafica e, per strati di notevole spessore, a differenze di quota da 3 a 5 m a seconda delle particolari condizioni.

I campioni verranno conservati con la massima cautela in idonei contenitori stagni sui quali, con apposita etichetta, verranno indicati: luogo e data del prelievo, numero del campione, quota di prelievo, denominazione del lavoro, del cantiere e della Ditta appaltatrice. Sugli stessi campioni, che dovranno essere conservati in locali riparati, la Direzione Lavori potrà fare eseguire tutti gli esami di laboratorio che riterrà necessari ed opportuni.

50.3 INDAGINI E PROVE – RELAZIONE

Le indagini di laboratorio avranno lo scopo di determinare le proprietà indici per una completa identificazione e classificazione geotecnica dei terreni e le proprietà fisico-meccaniche degli stessi. Le prime

potranno determinarsi sia su campioni rimaneggiati, sia su campioni indisturbati; le seconde, solo su campioni indisturbati.

Per la determinazione delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni si dovrà ricorrere a prove in sito nei casi in cui si presentasse particolarmente difficile il prelievo dei campioni indisturbati (es. sabbie o ghiaie incoerenti, tufi vulcanici incoerenti, torbe e materiale di riporto, argille scagliose, ecc.) oppure allorché si dovesse verificare il comportamento di strutture di fondazione (es. prove su pali campione).

A indagini, prove e rilievi ultimati, l'Appaltatore sarà tenuto a presentare alla Direzione Lavori una esauriente relazione, corredata di grafici e moduli riepilogativi, al fine di fornire un quadro sufficientemente chiaro di tutte le caratteristiche generali e particolari del terreno di impianto e di tutte le condizioni che possano influire sul dimensionamento e sulla stabilità delle opere.

La relazione sarà firmata da un geologo professionalmente abilitato o da un esperto e dell'Appaltatore.

Art. 51. AZIONI E CARICHI SULLE OPERE E COSTRUZIONI IN GENERE

51.1 GENERALITÀ

Il calcolo di progetto o di verifica strutturale delle opere dovrà essere condotto tenendo conto di tutte le azioni che potranno agire sulle stesse. I criteri generali di verifica dovranno comunque rispettare le disposizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e s.m.i. che approva le nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni". In particolare, per le azioni, dovrà farsi riferimento ai Capitoli 3, 4 e 6 di tali norme.

51.1.1 Carichi permanenti

I carichi permanenti agenti sulle opere e costruzioni in genere saranno determinati con analisi dettagliata dei materiali componenti le strutture e le sovrastrutture (con specifica degli spessori e delle masse per unità di volume) e dei sovraccarichi permanenti (effettivi, presuntivi o da ripartizione). Nel caso delle tubazioni, la massa per unità di volume dei materiali costituenti il rinterro dovrà essere assunta non inferiore a 2000 kg/m³.

51.1.2 Sovraccarichi accidentali

Dovranno essere conformi, per le più comuni strutture, ai valori riportati nella Tabella A1 (comprensivi degli effetti dinamici).

I parapetti saranno calcolati in base ad una spinta orizzontale sul corrimano non inferiore a 1,50 kN, con maggiorazioni fino a 2,50 kN in casi particolari. Le tubazioni destinate ad essere posate sotto pavimentazione stradale dovranno essere calcolate per sopportare dei sovraccarichi fissi e/o mobili da valutarsi in rapporto alla tipologia di traffico presunto.

TAB. A - 1 - Carichi di esercizio per costruzioni edilizie

N.	STRUTTURE E LOCALI	CARICHI
1	Tetti e terrazze impraticabili - Pensiline	2,00 kN/m ²
2	Locali per uffici e relativi terrazzi praticabili	3,00 "
3	Locali suscettibili di affollamento	4,00 "
4	Rimesse per autovetture fino a 2,5 tonnellate	2,50 "
5	Locali suscettibili di grande affollamento	5,00 "
6	Balconi, scale e ballatoi	5,00 "
7	Archivi (secondo i casi) - Minimo	6,00 "
8	Locali per centrali idriche (secondo i casi) - Minimo	6,00 "

Art. 52. STRUTTURE, OPERE E IMPIANTI IN GENERALE - MODALITÀ DI STUDIO, PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE

52.1 GENERALITÀ

All'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore dovrà prendere visione del progetto delle opere e delle strutture in particolare, nonché degli eventuali esecutivi di dettaglio e dovrà esaminare e valutare in tutti gli aspetti, i metodi ed i procedimenti costruttivi prescritti in progetto. Quanto ai metodi ed ai procedimenti non

prescritti la scelta spetterà all'Appaltatore, salvo l'approvazione della Direzione Lavori, che deciderà in via definitiva dopo aver esaminato la proposta e la documentazione presentategli.

L'Appaltatore sarà tenuto a verificare la stabilità, l'efficienza e il dimensionamento (anche sotto il profilo idraulico) di tutte le opere e strutture, dei procedimenti provvisori, degli scavi liberi ed armati, delle strutture di sostegno rigide e flessibili, dei rilevati ed argini, degli effetti di falda, ecc., e ciò anche nei riguardi dei manufatti esistenti in prossimità dell'opera in costruzione. In ogni caso, qualsiasi variante proposta dall'Appaltatore stesso alle caratteristiche costruttive ed ai metodi esecutivi, che rientrano nell'ambito della discrezionalità della Direzione Lavori ai sensi del Regolamento, dovrà essere giustificata e documentata tecnicamente mediante uno specifico studio.

Ai sensi e per gli effetti dell'art. 2 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086, tutti gli elaborati di progetto, come pure le successive modifiche, dovranno essere firmati da un Ingegnere o Architetto, o Geometra o Perito edile, con iscrizione nel relativo albo professionale, nei limiti delle rispettive competenze. Detti elaborati dovranno essere firmati anche dall'Appaltatore.

52.1.1 Produzione degli elaborati – Direzione tecnica

Il progetto esecutivo delle strutture (e relativi calcoli di stabilità), se ordinato o per la parte ordinata, dovrà essere prodotto nei termini di tempo prescritti dalla Direzione Lavori. In caso di esecutivi e calcoli integrativi, disposti nel corso dei lavori, nei termini di tempo stabiliti dall'ordine di servizio con il quale detti esecutivi saranno eventualmente disposti. In difetto e senza giustificato motivo validamente riconosciuto dall'Amministrazione, l'Appaltatore sarà passibile di una penale pari all'1/1000 per ogni giorno di ritardo.

L'esecuzione delle opere strutturali dovrà avere luogo sotto la direzione di un tecnico, tra quelli elencati al punto A4.0. e sempre nei limiti di competenza, espressamente incaricato dall'Appaltatore. Il nominativo di tale tecnico e il relativo indirizzo dovranno essere preventivamente comunicati all'Amministrazione appaltante.

52.1.2 Responsabilità dell'Appaltatore

L'esame o verifica da parte della Direzione dei calcoli e degli esecutivi presentati non esonera in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità ad esso derivanti per legge e per precisa pattuizione di contratto, restando espressamente stabilito che malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore rimarrà unico e completo responsabile delle opere eseguite. Pertanto lo stesso dovrà rispondere degli inconvenienti che dovessero verificarsi di qualunque natura ed entità essi potessero risultare e qualunque conseguenza o danno dovessero apportare.

Qualora il progetto esecutivo con relativi calcoli fosse già stato redatto a cura dell'Amministrazione l'Appaltatore dovrà sottoporlo all'esame verifica e firma di un tecnico di propria fiducia espressamente incaricato che a tutti gli effetti assumerà la figura del progettista di cui al precedente punto A4.0. Del pari il progetto sarà controfirmato dall'Appaltatore, assumendo tale firma il significato di accettazione degli esecutivi e calcoli presi in esame nonché di assunzione delle responsabilità di cui al precedente capoverso o del presente punto.

52.1.3 Denuncia dei lavori

Le opere di che trattasi, fatta eccezione per le strutture in muratura (salvo il caso previsto dall'art. 17 della Legge 2 febbraio 1974, n. 64), dovranno essere denunciate dall'Appaltatore all'Ufficio del Genio Civile competente per territorio, prima del loro inizio, ai sensi dell'art. 4 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Nella denuncia dovranno essere indicati nominativo dell'Amministrazione appaltante e relativo Direttore dei Lavori; nominativo e recapito del progettista delle strutture, del direttore delle stesse nonché dello stesso Appaltatore. Alla denuncia dovranno essere allegati:

a) *Il progetto dell'opera, in duplice copia, firmato come prescritto al punto A4.0., dal quale risultino in modo chiaro ed esauriente le calcolazioni eseguite, l'ubicazione, il tipo, le dimensioni delle strutture e quanto*

altro occorrerà per definire l'opera sia nei riguardi dell'esecuzione, sia nei riguardi della conoscenza delle condizioni di sollecitazione.

- b) *Una relazione illustrativa, in duplice copia, dalla quale risultino le caratteristiche, le qualità e le dosature dei materiali che verranno impiegati nella costruzione.*

L'Ufficio del Genio Civile restituirà all'Appaltatore, all'atto stesso della presentazione, una copia del progetto e della relazione con l'attestazione dell'avvenuto deposito; avuti tali documenti l'Appaltatore dovrà depositarli, in originale o in copia autentica, presso l'ufficio istituito in cantiere dalla Direzione Lavori. Anche le varianti che nel corso dei lavori si dovessero introdurre nelle opere previste nel progetto originario, dovranno essere denunciate con la stessa procedura fin qui descritta.

52.1.4 Casi di denuncia non dovuta

L'Appaltatore non sarà tenuto ad applicare le disposizioni di cui al precedente punto nonché quelle di cui al seguente punto per le opere costruite per conto dello Stato, delle Regioni, delle Province e dei Comuni aventi un Ufficio Tecnico con a capo un ingegnere.

52.1.5 Documenti in cantiere – Giornale dei lavori

Nel cantiere, dal giorno di inizio delle opere in cemento armato, fino a quello di ultimazione, dovranno essere conservati gli atti di cui al punto A4.0.3. nonché un apposito *Giornale dei lavori*; il Direttore delle opere (vedi punto A4.0.1.) sarà anche tenuto a visitare periodicamente, e in particolare nelle fasi più importanti dell'esecuzione, detto giornale, annotando le date delle forniture ed i tipi di cemento, la composizione dei conglomerati, il tipo e le partite di acciaio, la data dei getti e dei disarmi, le prove sui materiali, le prove di carico ed ogni altra operazione degna di nota.

52.1.6 Relazione a struttura ultimata

A strutture ultimate e salvo non ricorrano i casi di cui al precedente punto A4.0.4, il Direttore delle opere, entro il termine di 60 giorni, depositerà al Genio Civile una Relazione, in duplice copia, sull'andamento dei compiti di cui al punto A4.0.3. esponendo:

- a) *I certificati delle opere sui materiali impiegati emessi da laboratori ufficiali.*
- b) *Per le opere in precompresso, ogni indicazione inerente alla tesatura dei cavi e ai sistemi di messa in coazione.*
- c) *Per gli elementi strutturali prefabbricati prodotti in serie, copia dei "certificati di origine" rilasciati dal o dai produttori.*
- d) *L'esito delle eventuali prove di carico, allegando le copie dei relativi verbali, firmate per copia conforme.*

A deposito avvenuto, una copia della relazione con relativa attestazione sarà restituita al Direttore delle opere che provvederà a consegnarla al collaudatore delle strutture, unitamente agli atti di progetto. Copia di detta relazione sarà altresì depositata presso l'Ufficio di Direzione.

52.1.7 Collaudo statico

Tutte le opere in conglomerato cementizio armato o a struttura metallica dovranno essere sottoposte a collaudo statico. Il collaudo dovrà essere eseguito da un ingegnere o da un architetto che non sia intervenuto in alcun modo nella progettazione, direzione ed esecuzione delle opere. La nomina del collaudatore spetterà all'Amministrazione, la quale preciserà altresì i termini entro i quali dovranno essere completate le operazioni di collaudo.

Ove non ricorrano i casi previsti dal precedente punto, l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere il nominativo del collaudatore e a comunicarlo al Genio Civile entro 60 giorni dall'ultimazione dei lavori (fatto salvo il caso di collaudatore statico in corso d'opera). Per il resto si richiamano l'art. 7 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, ed il Capitolo 8 delle "Norme Tecniche".

52.2 STRUTTURE E OPERE IN FONDAZIONE – CONDOTTE

52.2.1 *Studio e progetto delle fondazioni*

Effettuate le indagini di cui al precedente art. A2 all'Appaltatore potrà essere richiesto di studiare e predisporre il dimensionamento esecutivo delle strutture di fondazione (o parti di esse), ferma restando la facoltà dello stesso di proporre tutti gli accorgimenti ed interventi connessi alla migliore stabilità di tali strutture e delle opere stesse ad esse correlate.

Accorgimenti ed interventi (quali modifiche ed integrazioni) che in ogni caso l'Appaltatore potrà proporre a seguito di verifiche effettuate anche di propria iniziativa, in autotutela, in connessione e in rapporto alle responsabilità assunte con il contratto e a norma del Codice civile.

Il tutto nel rispetto delle "Norme tecniche per le costruzioni" approvate con il D.M. 14 gennaio 2008 e sm.i., già citato per il relativo capitolo al precedente punto A3.0.

52.2.2 *Stabilità e cedimenti del terreno di fondazione*

La stabilità del terreno sotto l'azione delle forze trasmesse dalla fondazione dovrà essere verificata secondo i metodi ed i procedimenti della meccanica dei terreni (Geotecnica), tenendo conto dei risultati acquisiti con le indagini svolte. Dovrà pertanto essere determinato il carico limite del complesso terreno-fondazione (carico oltre il quale il diagramma cedimenti-carichi presenta un andamento quasi parallelo all'asse dei cedimenti) e porre in essere le verifiche agli stati limiti di cui ai punti 7.2.5.1 (SLU) e 7.2.5.3 (SLE) delle "Norme Tecniche".

Nel caso in cui la fondazione dovesse comportare muri di sostegno o fronti di scavo libero a carattere definitivo, dovranno essere eseguite le relative verifiche di stabilità globale.

Il *calcolo dei cedimenti* (assoluti o differenziali), del piano di appoggio della fondazione, conseguenti alle deformazioni del terreno per effetto dei carichi ad esso trasmessi, dovrà essere eseguito qualora si fosse accertata la presenza di strati molto compressibili, inoltre quando fossero imposti determinati limiti ai cedimenti in dipendenza della funzione alla quale l'opera è destinata. Il calcolo dei cedimenti verrà svolto secondo i metodi e i procedimenti della Geotecnica.

52.2.3 *Stabilità e resistenza delle condotte*

Il calcolo statico delle tubazioni costituenti le condotte dovrà essere eseguito considerando le massime sollecitazioni cui saranno sottoposte le pareti dei manufatti nelle condizioni più onerose di esercizio e di prova. Le sollecitazioni dovute alla pressione interna (o depressione), alle variazioni termiche, al carico dinamico dell'acqua ed al peso proprio saranno determinate con i metodi ordinari della scienza delle costruzioni.

La stabilità delle condotte sotto l'azione dei carichi dovuti al rinterro e dei sovraccarichi esterni dovrà essere verificata con l'osservanza dei principi generali di calcolo dei carichi ovalizzanti. Per i tubi rigidi e semirigidi potrà farsi particolare riferimento alla seguente norma di unificazione (quand'anche ritirata):

UNI 7517 - Guida alla scelta della classe dei tubi per condotte di fibro-cemento sottoposte a carichi esterni e funzionanti con o senza pressione interna.

Per i tubi in ghisa sferoidale (GS) si farà riferimento al progetto di norme americane ANSI/AWWA C 151 A/21.51.81. «Thickness design ductile iron pipe» ed all'Appendice F della norma UNI EN 545. Per i tubi flessibili alle equazioni di Marston, Spangler, Luscher e Hoeg o equazioni equivalenti (v. comunque la normativa citata nei punti che trattano della posa in opera dei diversi tipi di tubazione).

La verifica contro i pericoli di schiacciamento dovrà sempre venire effettuata, qualunque fosse il materiale costituente la condotta, per i tubi di grande diametro e/o rapporti diametro/spessore sensibilmente elevati.

52.3 **STRUTTURE E OPERE IN ELEVAZIONE – IMPIANTI**

52.3.1 *Studio e progetto delle strutture*

Preso cognizione di tutti i fattori di sollecitazione interni ed esterni che influiscono sulle opere, analogamente a quanto effettuato per le fondazioni, all'Appaltatore potrà essere richiesto di studiare e

predisporre il calcolo e il dimensionamento esecutivo di tutte le strutture in elevazione (o parti di esse), alle prime strettamente correlate ed unitamente alle quali costituiranno un unico progetto strutturale da sottoporre all'approvazione della Direzione dei lavori e, successivamente, degli Organi preposti per legge o regolamento.

Qualora il progetto fosse già corredato di calcoli ed esecutivi di dimensionamento strutturale l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguirne la relativa verifica proponendone, se del caso, le relative varianti e sottoponendoli alla propria firma e a quella di un Ingegnere o Architetto di propria fiducia.

Dovranno comunque essere rispettate, in ordine ai tempi di emanazione, le norme tecniche di cui ai Decreti previsti all'art. 1 della Legge 2 febbraio 1974, n. 64.

52.3.2 *Studio e progetto degli impianti*

Tutti gli impianti (o parti di essi) da installare nelle opere in appalto, ove non sviluppati in esecutivo e ove esplicitamente richiesto dalla Direzione dei Lavori, dovranno essere adeguatamente calcolati a cura dell'Appaltatore e tradotti in esecutivi particolareggiati da sottoporre all'approvazione della stessa Direzione Lavori. I calcoli dovranno essere condotti nel rispetto della normativa vigente per i rispettivi settori, e unitamente agli esecutivi, saranno corredati da visti, nulla osta o licenze eventualmente previsti da leggi o regolamenti.

All'Appaltatore competerà in ogni caso il diritto alla verifica degli esecutivi da realizzare, quand'anche approntati dall'Amministrazione, e l'onere della controfirma di accettazione e della firma del proprio tecnico.

L'Appaltatore dovrà predisporre nelle murature tutti i necessari fori, incavi, ecc. per il passaggio di tubi e canalizzazioni di qualsiasi genere, e ciò anche nel caso che gli impianti, in tutto o in parte, fossero incorporati. In questo caso l'Appaltatore dovrà richiedere per iscritto tempestivamente alla Direzione Lavori l'ubicazione di ogni passaggio ed alloggiamento restando obbligato, in difetto, oltre che ad effettuare in ogni caso tali lavori, a provvedere a propria cura e spese alla riparazione di tutti i danni che da tale negligenza potessero derivare.

52.3.3 *Garanzia degli impianti*

Ferme restando per le opere le garanzie generali previste dal Codice Civile, nel caso di impianti di particolare tecnologia (impianti di automatizzazione delle reti, telecomando, ecc.) sarà richiesta una specifica garanzia per gli stessi.

Art. 53. OPERE DI FOGNATURA

53.1 GENERALITÀ

53.1.1 *Osservanza del Capitolato e delle norme e disposizioni ufficiali*

Le opere di fognatura dovranno essere realizzate nel rispetto delle previsioni progettuali e di contratto nonché con l'osservanza delle disposizioni e prescrizioni ufficiali e vigenti all'atto dell'esecuzione e delle norme di regolamento locale. Dovranno comunque essere rispettate le "Norme Tecniche relative alle Tubazioni" emanate con D.M. 12 dicembre 1985 nonché le relative "Istruzioni" diffuse con Circolare Min. LL.PP. n. 27291 del 20 marzo 1986. Sarà tenuto conto in particolare delle "Norme tecniche generali per la regolamentazione dell'installazione e dell'esercizio degli impianti di fognatura e depurazione" di cui all'Allegato 4 della Delibera 4 febbraio 1977 del Comitato Interministeriale per la tutela delle acque dall'inquinamento, nonché del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152, avente per oggetto le "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/ CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane..." e riportante, nell'Allegato 5, i "Limiti di emissione degli scarichi idrici" (con le modifiche di cui al D.Lgs. n. 258/2000).

Il tutto comunque, per quanto non modificato o diversamente disciplinato dal Titolo III, parte 3a, del D.Lgs. 3 aprile 2006, che ha emanato le nuove "Norme in materia ambientale".

Saranno a carico dell'Appaltatore tutti gli adempimenti, gli oneri e le spese derivanti dai rapporti con le Autorità locali (per le pratiche di allacciamento, per le autorizzazioni, ecc. nonché per le visite ed i controlli eventualmente disposti) come pure saranno a carico dello stesso l'assunzione di tutte le informazioni relative a detti adempimenti.

Art. 54. OPERE STRADALI

54.1 GENERALITÀ

54.1.1 Elementi integrativi

Le opere stradali oggetto del presente capitolato dovranno essere realizzate nel rispetto delle previsioni progettuali e delle prescrizioni particolari che la Direzione Lavori potrà fornire all'atto esecutivo. Sarà dato comunque carico all'Appaltatore di definire, facendone oggetto di precisa proposta, tutti quegli elementi caratteristici che non risultassero dal progetto o che nello stesso non si trovassero sufficientemente sviluppati o evidenziati, il tutto evidentemente nel rispetto della normativa vigente ed in particolare delle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" emanate con D. Min. Infrastrutture e Trasporti del 5 novembre 2001, n. 6792 (G.U. n. 3/2002, S.O.) come modificato e integrato con D.M.I.T. 22 aprile 2004 (G.U. n. 147/2004), delle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" approvate con D.M. Infrastrutture e Trasporti del 19 aprile 2006 (G.U. n. 170/2006) e, per quanto non in contrasto con le disposizioni sopra riportate, delle norme CNR UNI 10007.

In questo caso saranno tenute presenti le prescrizioni generali e particolari di cui ai punti che seguono.

54.1.2 Definizioni

Ai fini della presente normativa, i termini riguardanti le strade urbane ed extraurbane e gli elementi compositivi delle stesse avranno i significati di cui alla presente tabella:

TAB. A - 2 - Strade urbane ed extraurbane. Termini e definizioni

TERMINE	DEFINIZIONI
Sede stradale	Piano formato dalle carreggiate, dalle banchine, dai marciapiedi e dalle piste specializzate (superficie tra i confini stradali)
Carreggiata	Parte della strada normalmente destinata alla circolazione veicolare
Corsia	Parte della carreggiata avente larghezza sufficiente per la circolazione o la sosta di una fila di veicoli
Spartitraffico	Banchina (rialzata o meno) avente funzione di realizzare la separazione fisica delle correnti di traffico
Fasce di pertinenza	Spazi marginali alla carreggiata, compresi tra questa e il confine della proprietà privata, destinati a elementi funzionali complementari e accessori

Art. 55. OPERE D'ARTE

55.1 GENERALITÀ

Tutte le opere d'arte comunque interessanti il corpo stradale dovranno essere progettate, verificate e realizzate nel rispetto delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. Infrastrutture e Trasporti 14 gennaio 2008 e s.m.i.; questo per quanto attiene al calcolo e al dimensionamento delle strutture e dei manufatti, allo studio delle interrelazioni con i terreni, all'impiego dei materiali e ai procedimenti costruttivi in adempimento alle disposizioni generali emanate con Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

55.2 OPERE DI RACCOLTA E ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE

Per regolarizzare, raccogliere e convogliare le acque pluviali e superficiali in genere correnti sulla piattaforma stradale o che potranno raggiungere il corpo stradale o che ancora defluiscono in impluvi dallo stesso attraversati, saranno costruiti, nei punti indicati dalla planimetria o dal profilo longitudinale e dovunque si renderanno necessari all'atto esecutivo, cunette, drenaggi, fossi di guardia, tombini, ecc. conformi ai tipi riportati nei grafici o diversamente indicati, salvo sempre la facoltà della Direzione Lavori di apportare in corso d'opera, ove necessario od opportuno, modifiche oltreché alla ubicazione ed al numero delle opere

stesse, anche ai detti tipi ed al relativo dimensionamento, o di prescrivere l'adeguamento alle norme CNR-UNI 10007.

55.2.1 *Cunette di piattaforma*

Saranno di norma poste in trincea, ai bordi della piattaforma in corrispondenza del piede della scarpata, e potranno essere rivestite o meno (in muratura, conglomerato cementizio) secondo le indicazioni di progetto. In nessun caso però dovranno essere realizzate a scapito della larghezza necessaria per le banchine.

55.2.2 *Drenaggio del cassonetto*

Nel caso di terreni particolarmente suscettibili all'acqua, specie se in presenza di pendenze modeste e con pavimentazioni parzialmente permeabili, sarà opportuno disporre attraverso la banchina, in obliquo al di sotto di questa, piccoli drenaggi capaci di evitare nel cassonetto ristagni d'acqua provenienti da infiltrazioni superficiali.

Ove occorresse un vero e proprio risanamento del terreno di impianto del cassonetto, si ricorrerà ad un più esteso sistema di drenaggi così come in particolare riportato al punto 4 delle norme CNR-UNI precedentemente citate.

55.2.3 *Scivoli e pozzetti*

Qualora il corpo stradale in trincea (con sezione a tutto sterro o a mezza costa) dovesse incontrare o interrompere uno scolo d'acqua che non fosse possibile deviare, ovvero un impluvio di una certa importanza, sarà necessario convogliare le acque in apposita opera, denominata scivolo, anche al fine di preservare la scarpata. Lo scivolo sarà scavato lungo il massimo pendio della scarpata a monte e, salvo casi eccezionali di roccia particolarmente salda, dovrà essere rivestito in muratura di pietrame duro o in conglomerato cementizio.

Gli scivoli avranno sezione rettangolare o anche trapezia o semicircolare. Le dimensioni dovranno essere commisurate alla portata, ma di norma il fondo avrà larghezza di $0,60 \div 0,80$ m.

Gli scivoli scaricheranno in cunetta solo eccezionalmente; in tal caso il piede dovrà essere sensibilmente arretrato e la cunetta sistemata in modo da evitare che le acque convogliate debordino in banchina. Di norma comunque in prosecuzione degli scivoli saranno disposte opere di attraversamento del corpo stradale il cui imbocco dovrà essere sistemato a pozzetto.

I pozzetti avranno dimensioni interne non inferiori a $0,90 \times 1,20$ m, pareti rivestite in muratura o conglomerato cementizio (spessore non inferiore a 30 cm) e fondo a quota non inferiore a quello dell'opera di attraversamento ed opportunamente conformato onde facilitare l'azione meccanica di espurgo.

55.2.4 *Tombini*

Così denominate le opere di attraversamento del corpo stradale (generalmente in rilevato) di luce non maggiore di 1,50 m, potranno essere di *tipo tubolare* (con sagoma circolare od ovoidale), *ad arco* (a pieno centro o ribassato) a *piattabanda e scatoari* (a sezione quadrata o rettangolare). Per qualunque tipo comunque l'area della sezione libera e la pendenza (non minore dell'1,0%) dovranno essere verificate con criteri idraulici.

I tombini dovranno sempre essere verificabili per manutenzione ed ispezione e pertanto la minima dimensione interna non dovrà essere minore di 0,80 m (eccezionalmente 0,60 m). L'interdistanza non dovrà superare di norma la misura di 200 m.

Per i tombini non realizzati sottargine, ma a piano strada, dovrà essere interposto fra il loro estradosso e la sovrastruttura stradale uno strato di materiale arido di riporto, costipato, di spessore almeno pari a quello della sovrastruttura; questo allo scopo di evitare alla stessa eventuali deformazioni.

In terreni cedibili si dovranno evitare, allo sbocco, salti d'acqua; qualora poi la configurazione del terreno lo richiedesse, occorrerà proteggere, con rivestimento, il tratto di scarico immediatamente a valle dell'opera d'arte.

55.2.5 Opere minori di attraversamento

Per le prescrizioni generali relative a tali tipi di opere (*ponticelli*), per il relativo dimensionamento e per i particolari esecutivi e di dettaglio si rimanda, ove non diversamente disposto, alle indicazioni e prescrizioni di cui al punto 3 delle norme CNR-UNI 10007.

55.2.6 Opere di difesa dalle acque sotterranee e di percolamento

La protezione del corpo stradale e delle sue pertinenze dalle acque sotterranee (di falda, di percolamento o risalenti per capillarità) sarà realizzata secondo le indicazioni di progetto tenendo in particolar modo presenti le prescrizioni generali di cui al punto 4. delle norme CNR-UNI 10007. Tale protezione dovrà comunque essere particolarmente curata: ove pertanto il progetto fornisca solo delle indicazioni di massima o non fornisca alcuna indicazione, l'Appaltatore sarà in ogni caso tenuto a prendere in considerazione il problema, prospettando alla Direzione le opportune soluzioni. In difetto, sarà ritenuto responsabile dei danni che la mancanza di idonee opere di difesa potrà arrecare al corpo stradale.

Art. 56. SOVRASTRUTTURA STRADALE

Sarà quella prevista in progetto e definita dal calcolo di dimensionamento degli strati, calcoli che l'Appaltatore, a norma di quanto in generale prescritto al precedente art. A4.0, sarà tenuto a verificare. Essa poggerà sullo strato di sottofondo opportunamente regolarizzato e sottoposto a controllo di portanza.

In linea di massima la sovrastruttura stradale sarà costituita di:

- uno strato di fondazione (o primo strato di fondazione);
- uno strato di base (o secondo strato di fondazione);
- uno strato di pavimentazione o manto (strato di collegamento + strato di usura).

Nelle *sovrastrutture flessibili* lo strato di fondazione potrà essere costituito in misto granulometrico, in materiale tout-venant, ovvero in ossatura a scapoli di pietrame. Lo strato di base potrà essere realizzato in macadam ordinario, in misto granulometrico, in materiali tout-venant ovvero in misto bitumato.

Nelle *sovrastrutture rigide* lo strato di fondazione sarà in linea preferenziale realizzato con misto granulare o tout-venant. Lo strato di base sarà costituito di misto cementato, o conglomerato cementizio in lastre.

A giudizio della Direzione Lavori vi potranno essere variazioni sia negli spessori degli strati (in rapporto alla verifica di portanza del sottofondo) sia nel tipo degli strati, cioè nei materiali previsti per la loro costituzione (in relazione alla più conveniente utilizzazione dei materiali locali). Dovrà comunque essere assicurato un efficace smaltimento delle acque meteoriche.

ELEMENTI STRUTTURALI

QUALITA' DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

Art. 57. NORME GENERALI - IMPIEGO ED ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti per la costruzione delle opere, proverranno da ditte fornitrici o da cave e località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di cui ai seguenti articoli.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni di legge e del presente Capitolato Speciale; essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati, e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della Direzione dei Lavori.

Resta sempre all'Impresa la piena responsabilità circa i materiali adoperati o forniti durante l'esecuzione dei lavori, essendo essa tenuta a controllare che tutti i materiali corrispondano alle caratteristiche prescritte e a quelle dei campioni esaminati, o fatti esaminare, dalla Direzione dei Lavori.

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

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

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

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza, da parte della Direzione dei Lavori, l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

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

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

Per quanto non espresso nel presente Capitolato Speciale, relativamente all'accettazione, qualità e impiego dei materiali, alla loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni dell'art. 101 comma 3 del d.lgs. n. 50/2016 e s.m.i. e gli articoli 16, 17, 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

L'appalto non prevede categorie di prodotti ottenibili con materiale riciclato, tra quelle elencate nell'apposito decreto ministeriale emanato ai sensi dell'art. 2, comma 1 lettera d) del D.M. dell'ambiente n. 203/2003.

Art. 58. ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO

a) Acqua - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere deve essere conforme alla norma [UNI EN 1008](#), limpida, priva di grassi o sostanze organiche e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.

b) Calci - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione delle norme tecniche vigenti; le calci idrauliche dovranno altresì corrispondere alle prescrizioni contenute nella legge 595/65 (Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici), ai requisiti di accettazione contenuti nelle norme tecniche vigenti, nonché alle norme [UNI EN 459-1](#) e [459-2](#).

c) Cementi e agglomerati cementizi.

1) Devono impiegarsi esclusivamente i cementi previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1965 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme [UNI EN 197-1](#) e [UNI EN 197-2](#).

2) A norma di quanto previsto dal Decreto 12 luglio 1999, n. 314 (Regolamento recante norme per il rilascio dell'attestato di conformità per i cementi), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 595/65 (e cioè 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 595/65 e all'art. 59 del d.P.R. 380/2001 e s.m.i. 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.

3) 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.

d) 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 dalle norme tecniche vigenti.

e) 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. Per l'accettazione valgono i criteri generali dell'articolo "*Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali*" e le condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti.

f) Sabbie - Le sabbie dovranno essere assolutamente prive di terra, materie organiche o altre materie nocive, essere di tipo siliceo (o in subordine quarzoso, granitico o calcareo), avere grana omogenea, e provenire da rocce con elevata resistenza alla compressione. Sottoposta alla prova di decantazione in acqua, la perdita in peso della sabbia non dovrà superare il 2%.

La sabbia utilizzata per le murature, per gli intonaci, le stuccature, le murature a faccia vista e per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. E' assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione. Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: [UNI EN 459](#) - [UNI EN 197](#) - [UNI EN ISO 7027-1](#) - [UNI EN 413](#) - [UNI 9156](#) - [UNI 9606](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 59. MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE

1) Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati alla esecuzione di opere in conglomerato cementizio semplice od armato devono corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia.

2) 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 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.

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, oppure provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata [UNI EN 12620](#) e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata [UNI EN 13055](#). È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui al punto 11.2.9.2 del D.M. 17 gennaio 2018 a condizione che la miscela di calcestruzzo, confezionato con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata, nonché accettata in cantiere, attraverso le procedure di cui alle citate norme.

Per quanto riguarda i controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla verifica delle caratteristiche tecniche riportate al punto 11.2.9.2 del D.M. 17 gennaio 2018.

3) Gli additivi per impasti cementizi, come da norma [UNI EN 934](#), si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti- acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione la Direzione dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare, secondo i criteri dell'articolo "*Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali*", l'attestazione di conformità alle norme [UNI EN 934](#), [UNI EN 480](#) (varie parti).

4) I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e relative circolari esplicative.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: [UNI EN 934](#) (varie parti), [UNI EN 480](#) (varie parti), [UNI EN 13055-1](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 60. 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 gennaio 2018, nelle relative circolari esplicative e norme vigenti.

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma [UNI EN 771](#).

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

E' facoltà della Direzione 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.

Art. 61. MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

61.1 OCCUPAZIONE, APERTURA E SFRUTTAMENTO DELLE CAVE

Fermo restando quanto prescritto nel presente Capitolato circa la provenienza dei materiali, resta stabilito che tutte le pratiche e gli oneri inerenti alla ricerca, occupazione, apertura e gestione delle cave sono a carico esclusivo dell'Appaltatore, rimanendo la Stazione Appaltante sollevata dalle conseguenze di qualsiasi difficoltà che l'Appaltatore potesse incontrare a tale riguardo. Al momento della Consegna dei lavori, l'Appaltatore dovrà indicare le cave di cui intende servirsi e garantire che queste siano adeguate e capaci di fornire in tempo utile e con continuità tutto il materiale necessario ai lavori con le prescritte caratteristiche.

L'Impresa resta responsabile di fornire il quantitativo e di garantire la qualità dei materiali occorrenti al normale avanzamento dei lavori anche se, per far fronte a tale impegno, l'Impresa medesima dovesse abbandonare la cava o località di provenienza, già ritenuta idonea, per attivarne altre ugualmente idonee; tutto ciò senza che l'Impresa possa avanzare pretese di speciali compensi o indennità.

In ogni caso all'Appaltatore non verrà riconosciuto alcun compenso aggiuntivo qualora, per qualunque causa, dovesse variare in aumento la distanza dalle cave individuate ai siti di versamento in cantiere.

Anche tutti gli oneri e prestazioni inerenti al lavoro di cava, come pesatura del materiale, trasporto in cantiere, lavori inerenti alle opere morte, pulizia della cava con trasporto a rifiuto della terra vegetale e del cappellaccio, costruzione di strade di servizio e di baracche per ricovero di operai o del personale di sorveglianza della Stazione Appaltante e quanto altro occorrente sono ad esclusivo carico dell'Impresa.

L'Impresa ha la facoltà di adottare, per la coltivazione delle cave, quei sistemi che ritiene migliori nel proprio interesse, purché si uniformi alle norme vigenti ed alle ulteriori prescrizioni che eventualmente fossero impartite dalle Amministrazioni statali e dalle Autorità militari, con particolare riguardo a quella mineraria di pubblica sicurezza, nonché dalle Amministrazioni regionali, provinciali e comunali.

L'Impresa resta in ogni caso l'unica responsabile di qualunque danno od avaria potesse verificarsi in dipendenza dei lavori di cava od accessori.

Art. 62. OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO

62.1 Generalità

62.1.1 Impasti di Calcestruzzo

Gli impasti di calcestruzzo dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività e devono essere conformi alla norma europea armonizzata [UNI EN 934-2](#).

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma [UNI EN 1008](#).

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata [UNI EN 450-1](#). Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme [UNI EN 206](#) ed [UNI 11104](#).

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata [UNI EN 13263-1](#). Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma [UNI EN 206](#).

62.1.2 Controlli sul Calcestruzzo

Per i controlli sul calcestruzzo ci si atterrà a quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.

Il calcestruzzo viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto D.M.

Il calcestruzzo deve essere prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo di qualità del calcestruzzo si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza;
- Controllo di produzione
- Controllo di accettazione
- Prove complementari

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, compresi i carotaggi, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001.

Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo posto in opera, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto 11.2.5 del D.M. 17 gennaio 2018.

62.1.3 Resistenza al Fuoco

Le verifiche di resistenza al fuoco potranno eseguirsi con riferimento a [UNI EN 1992-1-2](#).

62.2 Norme per il cemento armato normale

Nella esecuzione delle opere di cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto contenuto nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa vigente.

62.2.1 Armatura delle travi

Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata coerentemente con il modello a traliccio adottato per il taglio e quindi applicando la regola della traslazione della risultante delle trazioni dovute al momento flettente, in funzione dell'angolo di inclinazione assunto per le bielle compresse di calcestruzzo.

Le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad $A_{st} = 1,5 b$ mm²/m essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.

In ogni caso, almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

62.2.2 Armatura dei pilastri

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm e non potranno avere interassi maggiori di 300 mm.

Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di 12 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di $\frac{1}{4}$ del diametro massimo delle barre longitudinali.

62.2.3 *Copriferro e interferro*

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

62.2.4 *Ancoraggio delle barre e loro giunzioni*

Le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di 20 volte il diametro della barra. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 4 volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali giunzioni sono qualificate secondo quanto indicato al punto 11.3.2.9 del D.M. 17 gennaio 2018.

Per barre di diametro $\varnothing > 32$ mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

Nell'assemblaggio o unione di due barre o elementi di armatura di acciaio per calcestruzzo armato possono essere usate giunzioni meccaniche mediante manicotti che garantiscano la continuità. Le giunzioni meccaniche possono essere progettate con riferimento a normative o documenti di comprovata validità.

Tutti i progetti devono contenere la descrizione delle specifiche di esecuzione in funzione della particolarità dell'opera, del clima, della tecnologia costruttiva.

In particolare il documento progettuale deve contenere la descrizione dettagliata delle cautele da adottare per gli impasti, per la maturazione dei getti, per il disarmo e per la messa in opera degli elementi strutturali. Analoga attenzione dovrà essere posta nella progettazione delle armature per quanto riguarda: la definizione delle posizioni, le tolleranze di esecuzione e le modalità di piegatura. Si potrà a tal fine fare utile riferimento alla norma [UNI EN 13670](#) "Esecuzione di strutture di calcestruzzo".

62.3 Norme ulteriori per il cemento armato precompresso

Nella esecuzione delle opere di cemento armato precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto contenuto nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa vigente.

I sistemi di precompressione con armature, possono essere a cavi scorrevoli ancorati alle estremità (sistemi post-tesi) o a cavi aderenti (sistemi pre-tesi).

La condizione di carico conseguente alla precompressione si combinerà con le altre (peso proprio, carichi permanenti e variabili) al fine di avere le più sfavorevoli condizioni di sollecitazione.

Nel caso della post-tensione, se le armature di precompressione non sono rese aderenti al conglomerato cementizio dopo la tesatura mediante opportune iniezioni di malta all'interno delle guaine (cavi non aderenti), si deve tenere conto delle conseguenze dello scorrimento relativo acciaio-calcestruzzo.

Le presenti norme non danno indicazioni su come trattare i casi di precompressione a cavi non aderenti per i quali si potrà fare riferimento ad [UNI EN 1992-1-1](#).

Nel caso sia prevista la parzializzazione delle sezioni nelle condizioni di esercizio, particolare attenzione deve essere posta alla resistenza a fatica dell'acciaio in presenza di sollecitazioni ripetute.

62.3.1 Esecuzione delle opere in calcestruzzo armato precompresso

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

Nel caso di armature pre-tese, nella testata i trefoli devono essere ricoperti con adeguato materiale protettivo, o con getto in opera.

Nel caso di armature post-tese, gli apparecchi d'ancoraggio della testata devono essere protetti in modo analogo.

All'atto della messa in tiro si debbono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e l'allungamento conseguito. Per prodotti marcati CE si applicano le procedure di controllo previste dalle pertinenti norme europee armonizzate.

La distanza minima netta tra le guaine deve essere commisurata sia alla massima dimensione dell'aggregato impiegato sia al diametro delle guaine stesse in relazione rispettivamente ad un omogeneo getto del calcestruzzo fresco ed al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

I risultati conseguiti nelle operazioni di tiro, le letture ai manometri e gli allungamenti misurati, vanno registrati in apposite tabelle e confrontate con le tensioni iniziali delle armature e gli allungamenti teorici previsti in progetto.

La protezione dei cavi scorrevoli va eseguita mediante l'iniezione di adeguati materiali atti a prevenire la corrosione ed a fornire la richiesta aderenza.

Per la buona esecuzione delle iniezioni è necessario che le stesse vengano eseguite secondo apposite procedure di controllo della qualità.

62.4 Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e nelle norme tecniche vigenti ([UNI EN 1991-1-6](#)).

Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate in forza del d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e del D.M. 17 gennaio 2018.

Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera appaltata, saranno eseguiti in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato iscritto all'Albo, e che l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori entro il termine che gli verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che gli verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.

L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

62.5 Calcestruzzo di aggregati leggeri

Nella esecuzione delle opere in cui sono utilizzati calcestruzzi di aggregati leggeri minerali, artificiali o naturali, con esclusione dei calcestruzzi aerati, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto contenuto nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa vigente.

Per le classi di densità e di resistenza normalizzate può farsi utile riferimento a quanto riportato nella norma [UNI EN 206](#).

Valgono le specifiche prescrizioni sul controllo della qualità date nei punti 4.1 e 11.1. del D.M. 17 gennaio 2018.

Art. 63. COMPONENTI PREFABBRICATI IN C.A. E C.A.P.

63.1 Generalità

Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato che si avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate.

Per tutti gli elementi prefabbricati qualificati secondo quanto previsto nei punti A oppure C del punto 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018, si considerano assolti i requisiti procedurali di cui al deposito ai sensi dell'articolo 58 del d.P.R. 380/2001. Resta comunque l'obbligo degli adempimenti di cui al d.P.R. 380/01 presso il competente ufficio territoriale, nonché, nel caso di edifici con struttura a pannelli portanti quelli dell'articolo 56 del d.P.R. 380/2001. Ai fini dell'impiego, tali prodotti devono comunque rispettare, laddove applicabili, i seguenti punti 11.8.2, 11.8.3.4 ed 11.8.5 del citato decreto, per quanto non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Per la dichiarazione delle prestazioni ed etichettatura si applicano i metodi previsti dalla norme europee armonizzate, ed in particolare:

- Metodo 1: Dichiarazione delle caratteristiche geometriche e delle proprietà del materiale.
- Metodo 2: Dichiarazione delle proprietà di prodotto, da valutarsi applicando le vigenti Appendici Nazionali agli Eurocodici;
- Metodo 3: Dichiarazione basata su una determinata specifica di progetto, per la quale si applicano le presenti norme tecniche.

In ogni caso ai fini dell'accettazione e dell'impiego, tutti i componenti o sistemi strutturali devono rispondere ai requisiti del D.M. 17 gennaio 2018; in particolare i materiali base devono essere qualificati all'origine ai sensi del punto 11.1.

63.2 Documenti di accompagnamento

La Direzione dei Lavori è tenuta a rifiutare le eventuali forniture non conformi a quanto previsto dalle norme tecniche vigenti.

Oltre a quanto previsto nei punti applicabili del punto 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018, ogni fornitura in cantiere di elementi costruttivi prefabbricati, sia di serie che occasionali, dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del d.P.R. n. 380/2001, da consegnare alla Direzione dei Lavori dell'opera in cui detti elementi costruttivi vengono inseriti, che ne curerà la conservazione.

Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

- a) i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera, compreso l'elenco degli elementi forniti con relativi contrassegni;
- b) apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;
- c) le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti;
- d) elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego e la manutenzione dei manufatti. Tali elaborati dovranno essere consegnati dalla Direzione dei Lavori al Committente, a conclusione dell'opera;

e) per elementi di serie qualificati, certificato di origine firmato dal fabbricante, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal Direttore Tecnico responsabile della produzione. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, deve riportare il nominativo del progettista e copia dell'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale;

f) documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del Registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio incaricato ai sensi dell'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001; tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione della Direzione dei Lavori di cui all'art. 65 del d.P.R. n. 380/2001.

Prima di procedere all'accettazione dei manufatti, la Direzione dei Lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati, come prescritto dal punto 11.8.3.4 del succitato D.M.

Il fabbricante di elementi prefabbricati deve altresì fornire alla Direzione dei Lavori, e questi al Committente, gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal Progettista e dal Direttore Tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

g) destinazione del prodotto;

h) requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;

i) prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;

j) prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;

k) tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

Nella documentazione di cui sopra il progettista deve indicare espressamente:

- le caratteristiche meccaniche delle sezioni, i valori delle coazioni impresse, i momenti di servizio, gli sforzi di taglio massimo, i valori dei carichi di esercizio e loro distribuzioni, il tipo di materiale protettivo contro la corrosione per gli apparecchi metallici di ancoraggio, dimensioni e caratteristiche dei cuscinetti di appoggio, indicazioni per il loro corretto impiego;

- se la sezione di un manufatto resistente deve essere completata in opera con getto integrativo, la resistenza richiesta;

la possibilità di impiego in ambiente aggressivo e le eventuali variazioni di prestazioni che ne conseguono.

Art. 64. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi, danni collaterali o disturbo.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei Lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della Stazione Appaltante.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nei loro assestamenti e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della Stazione Appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Appaltatore essere trasportati fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

Art. 65. NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

65.1 NORME GENERALI

65.1.1 Generalità

La quantità dei lavori e delle provviste sarà determinata a misura, a peso, a corpo, in relazione a quanto previsto nell'elenco dei prezzi allegato.

Le misure verranno rilevate in contraddittorio in base all'effettiva esecuzione. Qualora esse risultino maggiori di quelle indicate nei grafici di progetto o di quelle ordinate dalla Direzione, le eccedenze non verranno contabilizzate. Soltanto nel caso che la Direzione dei Lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Appaltatore. Resta sempre salva in ogni caso la possibilità di verifica e rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

65.1.2 Contabilizzazione dei lavori a corpo e/o a misura

La contabilizzazione dei lavori a misura sarà realizzata secondo le specificazioni date nelle norme del presente Capitolato speciale e nella descrizione delle singole voci di elenco prezzi; in caso diverso verranno utilizzate per la valutazione dei lavori le dimensioni nette delle opere eseguite rilevate in sito, senza che l'appaltatore possa far valere criteri di misurazione o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità realmente poste in opera.

La contabilizzazione delle opere sarà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari di contratto. Nel caso di appalti aggiudicati col criterio dell'OEPV (Offerta Economicamente Più Vantaggiosa) si terrà conto di eventuali lavorazioni diverse o aggiuntive derivanti dall'offerta tecnica dell'appaltatore, contabilizzandole utilizzando i prezzi unitari relativi alle lavorazioni sostituite, come desunti dall'offerta stessa.

La contabilizzazione dei lavori a corpo sarà effettuata applicando all'importo delle opere a corpo, al netto del ribasso contrattuale, le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate in perizia, di ciascuna delle quali andrà contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.

65.1.3 Lavori in economia

Nell'eventualità siano contemplate delle somme a disposizione per lavori in economia (art. 179 del d.P.R. 207/2010), tali lavori non daranno luogo ad una valutazione a misura, ma saranno inseriti nella contabilità secondo i prezzi di elenco per l'importo delle somministrazioni al netto del ribasso d'asta, per quanto riguarda i materiali. Per la mano d'opera, trasporti e noli, saranno liquidati secondo le tariffe locali vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori incrementati di spese generali ed utili e con applicazione del ribasso d'asta esclusivamente su questi ultimi due addendi.

65.1.4 Contabilizzazione delle varianti

Nel caso di variante in corso d'opera gli importi in più ed in meno sono valutati con i prezzi di progetto e soggetti al ribasso d'asta che ha determinato l'aggiudicazione della gara ovvero con i prezzi offerti dall'appaltatore nella lista in sede di gara.

Le norme di misurazione per la contabilizzazione saranno le seguenti:

65.2 Scavi in Genere

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi di elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore deve ritenere compensato per tutti gli oneri che esso dovrà incontrare:

- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione della materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato, comprese le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per impalcature ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo e sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali ritenendosi già compreso e compensato con il prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con l'impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi. Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

65.3 Rilevati e Rinterri

Il volume dei rilevati sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, 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.

65.4 Calcestruzzi

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, ecc., e le strutture costituite da getto in opera, saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori. Nei relativi prezzi, oltre agli oneri delle murature in genere, si intendono compensati tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

65.5 Conglomerato Cementizio Armato

Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e spessore sarà valutato per il suo volume effettivo, senza detrazione del volume del ferro che verrà pagato a parte.

Quando trattasi di elementi a carattere ornamentale gettati fuori opera (pietra artificiale), la misurazione verrà effettuata in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo, e nel relativo prezzo si deve intendere compreso, oltre che il costo dell'armatura metallica, tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, nonché la posa in opera, sempreché non sia pagata a parte.

I casseri, le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computati separatamente con i relativi prezzi di elenco. Pertanto, per il compenso di tali opere, bisognerà attenersi a quanto previsto nell'Elenco dei Prezzi Unitari.

Nei prezzi del conglomerato sono inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché per il getto e la vibratura.

L'acciaio in barre per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo nonché la rete elettrosaldata sarà valutato secondo il peso effettivo; nel prezzo oltre alla lavorazione e lo sfrido è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

65.6 Trasporti

Con i prezzi dei trasporti si intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare è fatta a seconda dei casi, a volume od a peso con riferimento alla distanza.

Art. 66. ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della direzione, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi della Stazione Appaltante.

La Stazione Appaltante si riserva in ogni modo il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

L'Appaltatore presenterà alla Direzione dei Lavori per l'approvazione, prima dell'inizio lavori (e anticipando tale scadenza di un lasso temporale adeguato all'espletamento degli obblighi di cui al d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.), il programma esecutivo, secondo il comma 10, art. 43 del d.P.R. n. 207/2010, in accordo col programma di cui all'art. 21 del d.lgs. n. 50/2016 e s.m.i.

Art. 67. CARATTERISTICHE STRUTTURALI

67.1 DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione di una struttura in c.a. interrata di zavorramento delle vasche di compensazione, costituita da platea e pareti di sp.30cm.

67.2 STRUTTURE IN C.A.

Per quanto riguarda le strutture dei zavorramenti delle vasche di compensazione, saranno costituite da platea in c.a. di spessore 30 cm e muri in c.a. di spessore 30 cm

67.3 PRESCRIZIONI SUI MATERIALI

Relativamente alle strutture, si prevede l'utilizzo dei seguenti materiali:

CALCESTRUZZO PER TRAVI DI FONDAZIONE E ZAVORRAMENTO VASCHE DI COMPENSAZIONE

Classe di resistenza (N/mm²): C25/30

Classe di esposizione ambientale

(UNI EN 206 - UNI 11104): XC2

Dimensione massima degli aggregati d=32mm

Classe di consistenza S4

Rapporto acqua/cemento <0.60

Contenuto minimo di cemento Portland 42.5: >300Kg/mc

CALCESTRUZZO PER MURETTI E SOLETTA VASCA

Classe di resistenza (N/mm²): C32/40

Classe di esposizione ambientale

(UNI EN 206 - UNI 11104): XC4-CS1

Dimensione massima degli aggregati d=20mm

Classe di consistenza S5

Rapporto acqua/cemento <0.50

Contenuto minimo di cemento Portland 42.5: >340Kg/mc

ACCIAIO IN BARRE PER C.A. E RETI ELETTROSALDATE

Acciaio tipo B450C impiegabile anche come FeB44K

Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq f_{ynom} = 450 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq f_{tnom} = 540 \text{ N/mm}^2$

Allungamento (Agt) $k \geq 7.5\%$ (frattile 10%) Allungamento (Agt) $k \geq 7.5\%$ (frattile 10%).

ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

Acciaio tipo S275 JR

Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq f_{ynom} = 275 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq f_{tnom} = 430 \text{ N/mm}^2$

Copriferrì

Con riferimento al D.M. 17/01/2018 si definiscono i copriferrì minimi al fine di garantire i requisiti di durabilità; si è considerato inoltre il D.M. del 09/03/2007 per quanto riguarda le prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni. Il copriferrì, secondo la definizione fornita al punto 4.1.6.1.3 della suddetta norma, è la distanza tra la superficie più prossima alla superficie del cls e la superficie stessa del cls.