

SOMMARIO

PARTE I - DESCRIZIONE TECNICO-ECONOMICA DELL'APPALTO ULTERIORI CLAUSOLE DEL RAPPORTO AMMINISTRATIVO TRA STAZIONE APPALTALTE ED APPALTATORE

ART.1 ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'IMPRESA	11
ART.2 ONERI SOGGETTI A RIMBORSO.....	13
ART.3 PIANIFICAZIONE DELLA SICUREZZA	14
3.1 Tipologie dei piani e disposizioni.....	14
3.2 Piani di sicurezza non obbligatori	14
3.3 Piani di sicurezza obbligatori	14
3.4 Obblighi, oneri e procedure.....	14
ART. 4 RESPONSABILITÀ DELL'IMPRESA – DIFETTI DI COSTRUZIONE.....	15
Art. 4.1 Rappresentante tecnico dell'Impresa	15
Art. 4.2 Indicazione delle persone che possono riscuotere.....	15
Art. 4.3 Penali - disponibilità	15
ART. 5. ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI.....	16
5.1 Accettazione, qualità ed impiego dei materiali.....	16
5.2 Provvista dei materiali.....	16
5.4 Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto.....	17
5.5 Norme di riferimento.....	17
ART. 6 GHIAIA E PIETRISCO	17
6.1 Requisiti per l'accettazione	17
6.2 Norme per gli aggregati per confezione di calcestruzzi	17
6.3 Norme per gli aggregati leggeri.....	18
6.4 Sabbia.....	18
6.5 Acqua	19
6.6 Additivi per impasti cementizi	19
6.6.1 Generalità.....	19
6.6.2 Calcestruzzo	19
6.6.3 Additivi acceleranti	19
6.6.4 Additivi ritardanti	19
6.6.5 Additivi antigelo.....	20
6.6.6 Additivi fluidificanti e superfluidificanti.....	20
6.6.7 Additivi aeranti.....	20
6.6.8 Agenti espansivi	20
6.6.9 Metodi di prova	21
ART. 7 MALTE.....	21
7.1 Malte tradizionali	21
7.2 Malte speciali	22
7.3 Metodi di prova delle malte cementizie	22
ART. 8 GESSO	23
ART. 9 CALCI.....	23
ART. 10 LEGANTI IDRAULICI	23
10.1. Generalità	23
10.2 Denominazione dei tipi.....	23
10.2 Resistenze meccaniche e tempi di presa.....	23
10.3 Modalità di fornitura	23
10.4 Prelievo dei campioni	24
10.5 Conservazione	24
10.6 Particolari prescrizioni e obblighi	24
ART. 11 ADDITIVI.....	24
11.1 Additivi per calcestruzzi.....	24
11.2 Additivi per malte.....	24
ART. 12 MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI (1).....	25
12.0 Generalità	25

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

12.1	Requisiti ufficiali	25
12.2	Mattonelle, marmette e pietrini di cemento	25
12.3	Mattonelle di cemento	25
12.4	Marmette e marmettoni di cemento	25
12.5	Pietrini di cemento.....	26
12.6	Masselli in calcestruzzo.....	26
12.7	Vinile omogeneo	26
12.7.3	Prodotti di resina	27
ART. 13	– PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE	27
13.1	Generalità	27
13.2	Marmo	28
13.3	Granito	28
13.4	Travertino.....	28
13.5	Pietra	28
13.6	Requisiti d'accettazione	28
ART. 14	MANUFATTI IN PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE.....	29
14.7	Manufatti da lastre.....	29
14.8	Manufatti in spessore	29
14.9	Manufatti a spacco e sfaldo	29
14.10	Manufatti lapidei stradali	29
14.11	Prove d'accettazione	29
Art. 15	– Materiali per pavimentazione.....	29
15.1	Pavimenti sopraelevati modulari	29
15.1	Accessibilità	30
Art. 16-	Prodotti per rivestimenti interni ed esterni.....	30
16.1	Caratteristiche	30
16.2	Prodotti rigidi	30
16.2.1	Piastrelle di ceramica	31
16.2.2	Lastre di pietra naturale.....	31
16.2.3	Elementi di metallo o materia plastica	31
16.2.4	Lastre di cartongesso	31
16.2.5	Lastre di fibrocemento ecologico	31
16.2.6	Lastre di calcestruzzo	32
16.2.7	Prodotti vernicianti.....	32
Art. 17	– Sigillanti, adesivi e geotessili.....	32
17.1	Sigillanti	32
17.2	Adesivi	33
17.2.1	Adesivi per piastrelle.....	33
17.2.2	Metodi di prova	33
17.3	Geotessili.....	34
17.3.1	Geotessili. Norme di riferimento.....	34
17.3.2	Geotessili. Norme di riferimento.....	34
ART. 18	– IMPERMEABILIZZAZIONI E COPERTURE PIANE	35
18.1	Generalità	35
18.2	Membrane	35
18.3	Prodotti forniti in contenitori.....	35
18.4	Membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore.....	35
18.4.1.	Caratteristiche di accettazione.....	35
18.5	Membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore.....	36
18.6	Membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria.....	36
18.7	Membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua	36
18.8	Membrane destinate a formare strati di protezione	37
18.9	Membrane a base di elastomeri e di plastomeri	37
18.10	Prodotti forniti sotto forma di liquidi o paste	38
18.10.1	Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni	38
18.10.2	Malte asfaltiche	38
18.10.3	Asfalti colati	38
18.10.4	Mastice di rocce asfaltiche	38
18.10.5	Mastice di asfalto sintetico	38

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

18.10.6	Prodotti fluidi o in pasta a base di polimeri organici.....	39
18.11	Altre norme di riferimento	39
Art: 19	ACCIAI PER CEMENTO ARMATO NORMALE	39
19.1.0	Generalità	39
19.1.1	Acciaio laminato a caldo	40
19.1.2	Acciaio laminato a freddo	40
19.1.3	Barre e rotoli.....	40
19.1.4	Accertamento delle proprietà meccaniche.....	40
19.1.5	Reti e tralici elettrosaldati.....	40
19.1.6	Tolleranze dimensionali	40
19.1.7	Centri di trasformazione.....	40
19.2	ACCIAI PER CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO	41
19.3	ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE	41
19.3.0	Generalità	41
19.3.1	Acciaio laminato- Prodotti piani e lunghi.....	42
19.3.2	Acciaio laminato- Profilati aperti	42
19.3.3	Acciaio laminato- Profili cavi	42
19.3.4	Acciaio per getti	42
19.3.5	Acciaio per strutture saldate	43
19.3.6	Bulloni e chiodi	43
19.4	LAMIERE DI ACCIAIO	43
19.4.1	Lamiere zincate- Generalità	43
19.4.2	Lamiere zincate con procedimento continuo a caldo.....	43
19.4.3	Lamiere zincate preverniciate.....	44
19.4.4	Lamiere zincate plastificate	44
19.4.5	Lamiere rivestite con smalto porcellanato	44
19.4.6	Lamiere bugnate o striate	44
19.4.7	Lamiere grecate	44
19.5	PRODOTTI DI ACCIAIO ZINCATI IN DISCONTINUO	44
19.6	ACCIAIO INOSSIDABILE.....	45
20	TUBI DI ACCIAIO.....	45
20.1	Generalità	45
20.1.1.	Tubi di acciaio per impiantistica – Tubi zincati	45
20.1.2	Tubi per condotte.....	46
20.2.	PRODOTTI GRIGLIATI ELETTTROSALDATI E/O PRESSATI	46
20.3	GHISA EPRODOTTI IN GHISA	46
20.3.1	Ghisa grigia per getti	46
20.3.2	Ghisa malleabile per getti.....	47
20.3.3.	Ghisa a grafite sferoidale per getti.....	47
20.3.4	Tubi di ghisa grigia a sferoidale	47
20.4	TUBI IN RAME.....	47
20.5	TUBI E RACCORDI IN PVC RIGIDO. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	48
20.5.1	Tubi e raccordi per scarichi	49
20.5.2	Tubi e raccordi per fognature e scarichi interrati.....	49
20.5.3	Tubi e raccordi per adduzione d’acqua.....	50
20.5.4	Tubi a parete strutturata per scarichi	50
20.5.5.	Tubi, raccordi e valvole per fognature e scarichi in pressione	50
20.5.6.	Pluviali per esterno dei fabbricati.....	50
20.5.7.	Canali di gronda	51
20.6.	TUBI E RACCORDI DI ABS PER SCARICHI.....	51
20.7	TUBI E RACCORDI DI POLIPROPILENE (PP).....	51
20.7.1	Tubi e raccordi per scarichi all’interno dei fabbricati.....	51
20.7.2	Tubi e raccordi per fognature e scarichi interrati non in pressione.....	51
20.8.	TUBI, RACCORDI E VALVOLE DI POLIETILENE	52
20.8.1	Tubi, raccordi e valvole di polietilene per la distribuzione di gas combustibili	52
20.8.2	Tubi per distribuzione d’acqua (1)	52
20.8.3	Tubi e raccordi per scarichi all’interno di fabbricati	52
ART.21 -	PRODOTTI PER ASSORBIMENTO ACUSTICO.....	52
21.1	Definizioni.....	52

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

21.2	Classificazione dei materiali.....	52
21.3	Caratteristiche costruttive.....	53
ART. 22	MATERIALI FONOASSORBENTI CHE ASSUMONO LA FORMA DEFINITIVA IN OPERA	53
ART. 23	– PRODOTTI PER ISOLAMENTO ACUSTICO	53
23.1	Definizioni.....	53
23.2	Caratteristiche costruttive.....	54
23.3	Materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera	54
23.4	Idoneità all’impiego	54
ART. 24	– OSSERVANZA DI LEGGI E NORME TECNICHE.....	56
Art. 25	– Programma esecutivo dei lavori imprevisti urgenti ed indifferibili	57
ART. 26	– DEMOLIZIONI	57
26.1	Interventi preliminari.....	57
26.2	Sbarramento della zona di demolizione	57
26.3	Idoneità delle opere provvisorie	57
26.4	Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione.....	57
26.5	Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta	58
26.6	Proprietà degli oggetti ritrovati	58
26.7	Proprietà dei materiali da demolizione.....	58
26.8	Demolizione per rovesciamento.....	58
ART. 27	– SCAVI E SBANCAMENTI IN GENERALE.....	58
27.1	Ricognizione	58
27.2	Viabilità nei cantieri	58
27.3	Splateamento e sbancamento.....	59
27.4	Scavo a sezione obbligata: pozzi, scavi e cunicoli	59
27.5	Scavi in presenza d’acqua. Prosciugamento.....	59
27.6	Impiego di esplosivi	59
27.7	Deposito di materiali in prossimità degli scavi	60
27.8	Presenza di gas negli scavi	60
27.9	Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi.....	60
27.10	Smacchiamento dell’area	60
27.11	Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione.....	60
ART. 28.	– DIVIETI PER L’IMPRESA DOPO L’ESECUZIONE DEGLI SCAVI	60
ART. 29	MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI RELATIVI ALL’ ARMAMENTO	61
29.1	Lavori di armamento	61
29.2	Lavori di sostituzione dell’armamento, del materassino e delle platee flottanti.....	61
29.3.	Lavori di rinnovamento dell’ armamento su traversine in c.a.	62
29.4	Armamento a tutta gomma	62
Art. 30	– Poligonazione linea aerea di contatto – Molatura dei binari -	62
30.1	Poligonazione linea di contatto	62
30.2	Molatura dei binari	63
ART. 31	– RILEVATI E RINTERRI.....	64
ART.32	– PARATIE E DIAFRAMMI	64
32.1	Generalità	64
32.2	PALANCOLE INFISSE	64
32.2.1	Paratie e palancole metalliche infisse	64
32.2.2	Paratia a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato.....	65
32.3	PARATIE COSTRUITE IN OPERA.....	65
32.3.1	Paratie e pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati.....	65
32.3.2.	Diaframmi in calcestruzzo armato	65
Art. 33	MALTE - QUALITÀ E COMPOSIZIONE.....	65
33.1.	Generalità	65
33.2.	COMPOSIZIONE DELLE MALTE.....	66
33.2.1.	Malte comuni, idrauliche, cementizie, pozzolaniche - Malte bastarde.....	66
33.2.2.	Malte espansive (antiritiro).....	67
33.2.3.	Malte per iniezioni di cavi di precompressione	67
Art. 34	MURATURE	67
34.0.	Generalità	67
34.1.	MURATURE PORTANTI.....	68
34.1.1.	Muratura con elementi resistenti naturali	68

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

34.1.2. Muratura con elementi resistenti artificiali.....	68
34.1.3. Muratura armata	68
34.2. MURATURE IN ZONA SISMICA	68
34.2.0. Generalità	68
34.2.1. Materiali	69
34.2.2. Muratura ordinaria. Particolari costruttivi.....	69
34.3. MURATURA E RIEMPIMENTI DI PIETRAMA A SECCO	69
34.3.1. Muratura di pietrame a secco	69
34.3.2. Riempimenti di pietrame	69
34.3.3. Vespai.....	69
34.4. MURATURA DI PIETRAMA CON MALTA	70
34.4.1. Muratura a getto (a sacco).....	70
34.4.2. Muratura ordinaria (lavorata a mano).....	70
34.4.3. Muratura mista	70
34.5. MURATURA IN ELEMENTI NATURALI - TUFO - PIETRA DA TAGLIO	70
34.5.1. Muratura in conci di tufo.....	70
34.5.2. Muratura in pietra da taglio	70
34.6. MURATURA IN ELEMENTI ARTIFICIALI - MATTONI E BLOCCHETTI CEMENTIZI	71
34.6.0. Generalità	71
34.6.1. Muratura di tamponamento	71
34.6.2. Muratura in blocchetti cementizi vibro-compresi	71
34.7. PARETI AD UNA TESTA ED IN FOGLIO	71
34.7.0. Generalità	71
34.7.2. Pareti in tavelle prefabbricate vibro-compresse	71
34.7.4. Pareti in blocchi di gesso.....	71
Art. 35 CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI.....	72
35.0. Generalità	72
35.1.1. Calcestruzzo ordinario.....	72
35.1.2. Calcestruzzo ciclopico.....	72
35.2.1. Leganti.....	72
35.2.2. Inerti – Granulometria e miscele	72
35.2.3. Acqua	73
35.2.4. Cloruri	73
35.2.5. Additivi.....	73
35.2.6. Aggiunte.....	73
35.3 COMPOSIZIONE DEL CONGLOMERATO	73
35.2.8. Impasto del conglomerato	73
35.2.9. Conglomerati a prestazione garantita	74
35.2.10. Conglomerati a composizione	74
35.2.11. Conglomerato a composizione normalizzata.....	74
35.2.12. Requisiti di durabilità	74
35.2.13. Prelievo dei campioni - Controlli di accettazione.....	76
35.2.14. Preparazione e stagionatura dei provini.....	76
35.2.15. Prove e controlli vari	77
35.2.16. Trasporto del conglomerato.....	77
35.3. CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO ()	78
35.4. CALCESTRUZZI SPECIALI.....	78
35.4.1. Calcestruzzi cementizi con inerti leggeri.....	78
Art. 36 OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE.....	79
36.0. Generalità	79
36.1. CLASSI DI QUALITÀ DEL CONGLOMERATO	79
36.2. POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO	79
36.2.1. Controllo e pulizia dei casseri	79
36.2.2. Trasporto del conglomerato.....	80
36.2.3. Getto del conglomerato	80
36.2.4. Ripresa del getto.....	80
36.2.5. Vibrazione del conglomerato	80
36.2.6. Temperatura del conglomerato.....	80
36.2.7. Getto nella stagione fredda.....	80

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

36.2.8. Getto nella stagione calda.....	81
36.2.9. Protezione ed inumidimento - Stagionatura	81
36.2.10. Protezione dalla fessurazione	81
36.2.11. Maturazione a vapore	81
36.3. DISARMO DEI GETTI DI CONGLOMERATO.....	81
36.3.1. Generalità	81
36.3.2. Tempi minimi di disarmo	82
36.4. GETTI IN AMBIENTI AGGRESSIVI	82
36.5. ACCIAI PER CONGLOMERATI NORMALI	82
36.5.1. Regole specifiche	82
36.5.2. Ancoraggio delle barre	82
36.5.3. Piegatura delle barre.....	82
36.5.4. Copriferro ed interferro	82
36.5.5. Armature nei pilastri.....	83
Art. 37 CASSEFORME - ARMATURE - CENTINATURE.....	83
Art 38 STRUTTURE E MANUFATTI PREFABBRICATI.....	83
38.0. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	83
38.1. MATERIALI E CONTROLLI.....	83
38.1.1. Manufatti di produzione occasionale (2).....	83
38.1.2. Prodotti prefabbricati in serie (3).....	84
38.1.3. Marcatura	84
38.2. REGOLE PRATICHE E COLLAUDO	84
ART. 39 OPERE, STRUTTURE E MANUFATTI IN ACCIAIO OD ALTRI METALLI	84
39.0. GENERALITÀ	84
39.0.1. Accettazione dei materiali	84
39.0.2. Modalità di lavorazione.....	84
39.0.3. Modalità esecutive delle unioni	85
39.0.4. Montaggio di prova	85
39.0.5. Pesatura dei manufatti	85
39.0.6. Controllo del tipo e della quantità delle opere - Verifica delle strutture murarie	85
39.0.7. Collocamento e montaggio in opera - Oneri connessi	86
39.0.8. Verniciatura e zincatura.....	86
39.1. COSTRUZIONI IN ACCIAIO	86
39.1.1. Regole pratiche particolari	86
39.2. ELEMENTI STRUTTURALI IN ACCIAIO-CALCESTRUZZO.....	87
39.3. COSTRUZIONI CON ELEMENTI IN METALLI DIVERSI.....	87
ART. 40 – OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE.....	87
40.1. Definizioni	87
40.1.1.Categorie di impermeabilizzazioni.....	87
40.1.2Realizzazione	87
40.2 Compiti del direttore dei lavori	88
ART. 41 – ESECUZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI	88
41.1 Definizioni.....	88
41.2 Strati funzionali	88
41.3Realizzazione degli strati.....	89
41.4 Materiali	89
41.5Compiti del direttore dei lavori	90
ART. 42 OPERE STRADALI	91
42.1 CARREGGIATE.....	91
42.1.1Preparazione del sottofondo	91
42.1.2Costipamento del terreno in sito.....	91
42.1.3Modificazione della umidità in sito	91
42.2 FONDAZIONI	92
42.2.1Fondazione in pietrame e ciottolati	92
42.2.2Fondazione in ghiaia o pietrisco e sabbia.....	92
42.2. 3 Massiccata.....	92
42.2.4 Cilindratura delle massicciate	93
42.2.5 Massiccata in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica.....	94
42.2.6 Norme per la costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con cemento	95

42.2.6	Norme per la costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con legante bituminoso	96
42.3	RETE A MAGLIE SALDATE IN ACCIAIO PER ARMATURE DI FONDAZIONI O PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....	98
ART. 43	– STUDI PRELIMINARI E MODALITÀ DELLE PROVE DI LABORATORIO E IN SITO	98
ART. 44	– FONDAZIONI STRADALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	98
ART. 45	– BITUMI.....	100
45.1	Trattamento superficiale con bitume a caldo.....	101
45.2	Trattamenti superficiali a semipenetrazione con catrame.....	101
45.6	Trattamento a semipenetrazione con due mani di bitume a caldo	101
45.7	Trattamento a penetrazione con bitume a caldo	101
45.8	Manti conglomerati bituminosi semiaperti.....	102
45.9	Manti sottili eseguiti mediante conglomerati bituminosi chiusi	104
ART. 46	– PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....	106
ART. 47	– POZZETTI PER LA RACCOLTA DELLE ACQUE STRADALI. CADITOIE.....	106
47.1	Pozzetti per la raccolta delle acque stradali	106
47.2	Caditoie stradali.....	107
48.	BARRIERE STRADALI	107
48.2	Classificazione	108
48.3	Conformità delle barriere e dei dispositivi	108
48.4	Classificazione delle barriere e dei dispositivi di ritenuta speciali	108
48.5	Barriere di sicurezza in acciaio zincato	108
ART. 49	– IMPIANTI IDRICO SANITARI.....	110
49.1	Prescrizioni normative.....	110
49.2	Criteri di esecuzione.....	110
49.2.1	Posa in opera delle tubazioni	110
49.2.2	Ancordelle tubazioni a vista	110
49.2.3	Pulizia e disinfezione della rete idrica e dei serbatoi.....	110
49.3	RETE DI SCARICO DELLE ACQUE DI RIFIUTO	111
49.3.1	Generalità. Classificazioni.....	111
49.3.2)	Criteri di esecuzione.....	111
49.3.3	Diramazioni di scarico.....	112
49.4	RETE DI SCARICO DELLE ACQUE PIOVANE. CANALI DI GRONDA E PLUVIALI.....	112
49.4.1	Generalità	112
49.4.2	Compiti del direttore dei lavori	112
49.5	PROVE E VERIFICHE	112
49.5.1	Generalità	113
49.5.2	Prova di tenuta idraulica delle reti di distribuzione.....	113
49.5.3	Prova di portata rete acqua fredda.....	113
49.5.4	Prova idraulica a caldo	113
ART.50	– IMPIANTI ELETTRICI.....	113
50.1	Materiali e prescrizione di qualità dei materiali elettrici	113
50.1.1	Oneri specifici per l'appaltatore	114
50.1.2	Modalità di esecuzione degli impianti.....	114
50.1.3	Conduttori degli impianti elettrici	114
50.2	Tubazioni, cavidotti, scatole e pozzetti	114
50.3	Isolamento e sezioni minime dei conduttori.....	115
50.4	Parti dell'impianto di terra	115
50.4.1	Raccomandazioni	115
50.4.2	Prescrizioni particolari per locali da bagno. Divisione in zone e apparecchi ammessi	115
50.4.3	Collegamenti equipotenziali nei locali da bagno	116
50.4.4	Altre prescrizioni per i locali da bagno	116
50.4.5	Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi	116
50.4.6	Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione	117
50.4.7	Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche	117
50.4.8	Protezione delle condutture elettriche	117
50.4.9	Protezione dal fuoco.....	117
50.4.9.1	Propagazione del fuoco lungo i cavi	117
50.4.9.2	Provvedimenti contro il fumo	117
50.4.9.3	Problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi	117

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

50.5	Apparecchi e componenti.....	117
50.5.1	Norme relative agli interruttori automatici a bassa tensione	117
50.5.2	Interruttori differenziali (“salvavita”)	118
50.5.3	Fusibili e portafusibili	118
50.5.4	Quadri elettrici di distribuzione principale	118
50.5.5	Piccoli quadri elettrici di distribuzione locale	119
50.6	Verifiche dell’impianto.....	119
50.6.1	Generalità	120
50.6.2	Esame a vista	120
50.6.3	Verifica qualitativa e quantitativa	120
50.6.4	Verifica della sfilabilità dei cavi e controllo delle dimensioni dei tubi e dei condotti	120
50.6.4.1	Verifica dei gradi di protezione degli involucri (protezioni contro i contatti diretti)	121
50.6.4.2	Controllo dei collegamenti a terra	121
50.6.4.3	Controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici (bagno e doccia)	122
50.6.5	Verifica delle condutture, cavi e connessioni	122
50.6.6	Verifica dei dispositivi di sezionamento e di comando	123
50.6.7	Verifica dimensionamento componenti dell’impianto e apposizione dei contrassegni di identificazione	123
50.6.8	Collocazione ottimale dei terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione	123
50.7	Prove di verifica e controlli.....	123
50.7.1	Prova della continuità dei conduttori di protezione	124
50.7.2	Prova di funzionamento alla tensione nominale	124
50.7.3	Prova d’intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva	124
50.7.4	Prova d’intervento degli interruttori differenziali	124
50.7.5	Misura della resistenza d’isolamento dell’impianto	124
50.7.6	Misura della resistenza del dispersore	125
50.7.7	Misura dell’impedenza totale dell’anello di guasto	125
50.7.8	Misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro	125
50.7.9	Misura della caduta di tensione	125
50.7.10	Calcoli di controllo	125
50.7.11	Controllo del coefficiente di stipamento	125
50.7.13	Controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi	126
ART.51 – IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE. VERIFICHE ILLUMINOTECNICHE.....		126
51.1	Esami a vista.....	126
51.1.2	Impianti di illuminazione interna	126
51.1.2	Misura dell’illuminamento medio	126
51.1.3	Misura di luminanza nel campo visivo	126
51.1.4	Abbagliamento	127
51.1.5	Misura del contrasto	127
51.2	Impianti di illuminazione esterna	127
91.2.1	Misura dell’abbagliamento	127
51.2.3	Misura del colore della luce	128
ART.52 – IMPIANTI DI ANTIEFFRAZIONE E ANTINTRUSIONE.....		128
52.1	Norme di riferimento.....	128
52.2	Prove sulle apparecchiature.....	128
52.3	Caratteristiche tecniche degli impianti.....	128
52.4	Verifiche.....	128
52.5	Istruzioni per la manutenzione.....	129
ART.53 – SCAVI.....		131
53.1	Scavi di sbancamento.....	131
53.2	Scavi di fondazione o in trincea.....	131
53.3	Scavi subacquei.....	131
53.4	Scavi di gallerie, cunicoli e pozzi.....	131
53.5	Oneri aggiunti per gli scavi.....	132
53.6	Misurazione degli scavi.....	132
53.7	Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali.....	133
ART. 54- ARMAMENTO.....		133
54.1	Costruzione di binari.....	133
Art.55– Rilevati, rinterri e vespai.....		133
55.1	Rilevati.....	133



Azienda Trasporti Messina

Lavori di manutenzione preventiva e correttiva agli impianti di armamento ed elettrici della linea tranviaria, della sede e del deposito, tranviario di A.T.M. Messina, nonché il pronto intervento e soccorso in linea e le forniture necessarie alla continuità e sicurezza del servizio tranviario.

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

55.2 Rinterri	133
55.3 Preparazione dei piani di posa dei rilevati	133
55.4 Riempimento con misto granulare	133
55.5 Paratie di calcestruzzo armato	133
55.6 Vespai	134
ART.56 – MURATURE, CALCESTRUZZI, SOLAI, IMPERMEABILIZZAZIONI	134
56.1 Calcestruzzi	134
56.1.2 Casseformi	134
56.2 Acciaio per armature e reti elettrosaldate	134
56.2.1 Acciaio per c.a.	134
56.3 impermeabilizzazioni, ecc.	134
56.3.1 Impermeabilizzazioni	134
56.3.2 Isolamento termo-acustico di pareti verticali o intercapedini di murature, solai, terrazzi, ecc.	134
56.3.3 Massetto isolante	134
56.3.4 Misurazione delle coibentazioni	134
56.4.Lavori in metallo	134
56.4.1 Ringhiere e cancellate semplici	134
56.4.2 Ringhiere e cancellate con ornati	135
56.5 Pavimenti e rivestimenti	135
56.6 Tinteggiature, coloriture e verniciature	135
56.6.1 Opere in ferro semplici e senza ornati	135
56.6.2 Opere in ferro con ornati	135
56.6.3 Serrande metalliche	135
56.7 Infissi	135
56.7.1 Modalità di misurazione delle superfici	135
56.7.2 Infissi in metallo	135
ART. 57 – IMPIANTI ELETTRICI	135
57.1 Impianti elettrici Elenco prezzi	135
57.2 Quadri elettrici relativi alle centrali, tubi protettivi, ecc.	136
57.3 Canalizzazioni e cavi	136
57.4 Apparecchiature in generale e quadri elettrici	136
57.5 Rete Aerea - Filo di Contatto	136
57.6 Blocchi di calcestruzzo – Pali e mensole	136
57.7 Circuito di terra	137
57.8 Opere di assistenza agli impianti	137
ART. 58 TUBAZIONI, POZZETTI PREFABBRICATI, PEZZI SPECIALI, APPARECCHIATURE E IMPIANTI 137	
58.1 Posa in opera di tubazioni	137
58.2 Pezzi speciali per tubazioni	137
58.3 Valvole, saracinesche	137
58.4 Pozzetti prefabbricati	137
58.5 Caditoie prefabbricate	138
58.6 Apparecchiature impianti	138
ART. 59 OPERE STRADALI E PAVIMENTAZIONI VARIE	138
59.1 Cigli e cunette	138
59.2 Carreggiata	138
59.2.1 Compattazione meccanica dei rilevati	138
59.2.2 Massicciata	138
59.2.3 Impietramento od ossatura	138
59.2.4 Cilindratura di massicciata e sottofondi	138
59.2.5 Fondazioni e pavimentazioni in conglomerato cementizio; fondazioni in terra stabilizzata	139
59.2.6 Trattamenti protettivi delle pavimentazioni – manti di conglomerato – pavimentazioni di cemento	139
59.2.7 Acciottolati, selciati, lastricati, pavimentazioni in cemento, di porfido	139
59.2.8 Pavimentazioni di marciapiedi	139
59.2.9 Soprastrutture stabilizzate	139
59.2.10 Conglomerati bituminosi	139



Azienda Trasporti Messina

Lavori di manutenzione preventiva e correttiva agli impianti di armamento ed elettrici della linea tranviaria , della sede e del deposito, tranviario di A.T.M. Messina, nonché il pronto intervento e soccorso in linea e le forniture necessarie alla continuità e sicurezza del servizio tranviario. .

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

DISCIPLINARE TECNICO PER I LAVORI

CAPITOLO I

QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI, DEI MANUFATTI E DELLE FORNITURE IN GENERE

ART.1 ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'IMPRESA

Oltre agli oneridi cui agli artt. 5,6,7,8,14 e 15, comma 8, del Capitolato Generale, all'art. 112 del Regolamento ed agli altri specificati nel presente Capitolato d'oneri o nell'Elenco dei prezzi contrattuali o comunque in altri allegati di progetto, sono a carico dell'Impresa gli oneri e gli obblighi seguenti:

1. **La formazione del cantiere** e l'esecuzione di tutte le opere a tal uopo occorrenti, comprese quelle di recinzione e di protezione necessarie per mantenere la continuità delle comunicazioni, nonché di scoli, acque e canalizzazioni esistenti.
2. **L'installazione delle attrezzature** ed impianti necessari ed atti, in rapporto all'entità dell'opera, ad assicurare la migliore esecuzione ed il normale ed ininterrotto svolgimento dei lavori.
3. **L'apprestamento delle opere provvisionali quali** ponteggi, impalcature, assiti, srecati, armature, centinature, casserature, ecc. compresi spostamenti, sfridi, mantenimenti, smontaggi a fine lavori. Le incastellature, le impalcature e le costruzioni provvisionali in genere, se prospettanti all'esterno del cantiere o aggettanti su spazi pubblici o privati, dovranno essere idoneamente schermate. Tra le opere in argomento è compresa altresì un'adeguata illuminazione del cantiere.
4. **La sistemazione delle strade** e dei collegamenti esterni ed interni, la collocazione, ove è necessario, di ponticelli, andatoie, scalette di adeguata portanza e sicurezza.
5. **L'installazione di tabelle e segnali luminosi** nel numero sufficiente, sia di giorno che di notte, nonché l'esecuzione di tutti i provvedimenti che la Direzione Lavori riterrà indispensabili per garantire la sicurezza delle persone e dei veicoli la continuità del traffico. I segnali saranno conformi alle disposizioni del Nuovo Codice della Strada e del relativo Regolamento di esecuzione.
6. **Prevenzione delle malattie e degli infortuni** con l'adozione di ogni necessario provvedimento e predisposizione inerente all'igiene e sicurezza nel lavoro, essendo l'Appaltatore obbligato ad attenersi a tutte le disposizioni e norme di Leggi e dei Regolamenti vigenti in materia all'epoca di esecuzione dei lavori.
7. **La pulizia del cantiere** e la manutenzione ordinaria e straordinaria di ogni apprestamento provvisoriale.
8. **La fornitura dei mezzi di trasporto** per gli spostamenti della Direzione dei Lavori e del personale di assistenza.
9. **Le spese per gli allacciamenti provvisori**, e relativi contributi e diritti, dei servizi di acqua, elettricità, gas, telefonone fognature necessari per il funzionamento del cantiere e l'esecuzione dei lavori, nonché le spese di utenza e consumo relative ai predetti servizi.
10. P.m.
11. P.m.
12. **Fornitura di tutti i necessari attrezzi**, strumenti e personale esperto per tracciamenti, rilievi misurazioni, saggi, picchettazioni ecc. relativi alle opere di consegna, verifiche in corso d'opera, contabilità e collaudo dei lavori
13. **Tracciato piano - altimetrico** e tutti tracciamenti di dettaglio riferentesi alle opere in genere.
14. **Lo smacchiamento generale della zona interessata** dai lavori, ivi concluso il taglio degli alberi, siepi e l'estirpazione delle ceppaie.
15. **La fornitura di notizie statistiche** sull'andamento dei lavori, per periodi mensili, a decorrere dal sabato immediatamente successivo alla consegna degli stessi, come di seguito: a) numero degli operai impiegati, distinti nelle varie categorie, per ciascun giorno del mese con le relative ore lavorative. b) genere di lavoro eseguito nel mese, giorni in cui si è lavorato e cause relative. Dette notizie dovranno pervenire alla Direzione non oltre il Mercoledì immediatamente successivo al termine del mese, stabilendosi una penale, per ogni giorno di ritardo, di Euro 5,00 (1).
16. **L'esaurimento delle acque superficiali** o di infiltrazione concorrenti nei cavi e l'esecuzione di opere provvisionali per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.
17. **La riparazione dei danni**, dipendenti da forza maggiore, che si verificassero negli scavi, nei rinterrati, agli attrezzi ed a tutte le opere provvisionali.
18. **Le pratiche presso Amministrazioni ed Enti** per permessi, licenze, concessioni, autorizzazioni, collaudi, ecc. per: opere di presidio, occupazione temporanee di suoli pubblici o privati, apertura di cave di prestito, uso di discariche, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversamenti, cautelamenti, trasporti speciali, abilitazione di impianti nonché le spese ad esse relative per le tasse, diritti, indennità, canoni, cauzioni ecc. (2). In difetto rimane ad esclusivo carico dell'Impresa ogni eventuale multa o contravvenzione nonché il risarcimento di eventuali danni (3).
19. **La conservazione ed il ripristino delle vie**, dei passaggi e dei servizi, pubblici o privati che venissero interrotti per l'esecuzione dei lavori, provvedendosi a proprie spese con opportune opere provvisorie o deviazioni. O ve l'appalto contemplasse la costruzione di nuove strade, l'Appaltatore sarà anche obbligato a mantenere e conservare tutte le servitù attive e passive esistenti sulle strade oggetto dell'appalto, rimanendo responsabile di ogni conseguenza, che l'Ente, sotto tale riguardo, dovesse sopportare.
20. **Il risarcimento dei danni** che in dipendenza del modo di esecuzione dei lavori venissero arrecati a proprietà pubbliche e private od a persone, restando libere ed indenni l'Ente appaltante ed il suo personale.
21. **La fornitura dei cartelli indicatori** e la relativa installazione, nel sito o nei siti indicati dalla Direzione, entro 5 giorni dalla consegna dei lavori. I cartelli delle dimensioni minime di mt. 1,00 x 2,00 recheranno impresse a colori indelebili

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

le diciture riportate nello schema di cui alla tabella 5, con le opportune modifiche delle integrazioni da apportare, ove occorra, in relazione alle peculiarità delle singole opere. In particolare, nello spazio per aggiornamento dati, dovranno essere indicate le sospensioni e le interruzioni intervenute nei lavori, le relative motivazioni, le previsioni di ripresa ed i nuovi tempi. Per le opere con rilevante sviluppo dimensionale sarà installato, conformemente alle disposizioni della D.L., un numero di cartelli adeguato alla estensione del cantiere. Detti cartelli, come pure le relative armature di sostegno, dovranno essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza e di decoroso aspetto e mantenuti in ottimo stato fino al collaudo dei lavori. Per la mancanza o per il cattivo stato del prescritto numero di cartelli indicatori, sarà applicato all'Appaltatore una penale di €150,00. Sarà inoltre applicata una penale di €15,00 giornaliera dal giorno della constatata inadempienza fino a quella dell'apposizione o riparazione del cartello mancante o deteriorato. L'importo delle penali sarà addebitato sul certificato di pagamento in acconto, successivo all'inadempienza.

- 22. L'esecuzione di modelli e campionature di lavori, e forniture che venissero richiesti dalla D.L.**
- (1) Con limite massimo di €75,00 per ogni relativa inadempienza
 - (2) Va specificato comunque che tali oneri sono quelli riferiti unicamente alla costruzione e collaudo delle opere, restando evidentemente esclusi quelli relativi alla successiva gestione ed utilizzo delle stesse. Va altresì precisato che, ove non diversamente disposto dall'Elenco dei prezzi, l'onere per il conferimento a discarica del materiale di risulta è a carico dell'Amministrazione.
 - (3) L'Appaltatore dovrà peraltro sottostare a tutte le prescrizioni che gli verranno imposte dagli Enti, Uffici, ecc. cui è devoluto per legge o regolamento il controllo dei calcoli e degli esecutivi riguardanti impianti e trutture in genere, senza con questo potersi ritenere legittimato ad accampare diritti di sorta. In particolare, in caso di attraversamento di corsi d'acqua e di linee ferroviarie, calcoli idraulici, strutturali e relativi esecutivi dovranno essere approvati rispettivamente dagli Uffici del Genio Civile e dell'Amministrazione ferroviaria (V anche per le condotte il D.M. 23.2.1971: "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e di canali con ferrovie ed altre linee di trasporto").
- 23. La conservazione dei campioni fino al collaudo**, muniti di sigillo controfirmati dalla Direzione e dell'Appaltatore, in idonei locali o negli uffici direttivi.
- 24. Il carico, trasporto e scarico dei materiali delle forniture e dei mezzi d'opera ed il collocamento a deposito od in opera con le opportune cautele atte ad evitare danni o infortuni.**
- 25. Il ricevimento dei materiali e forniture escluse dall'appalto nonché la loro sistemazione, conservazione e custodia, garantendo a proprie spese e con piena responsabilità il perfetto espletamento di tali operazioni .**

Tab. 5 - Schema tipo di cartello indicatore

<ul style="list-style-type: none"> • Amministrazione centrale • Stazione Appaltante..... • Committente • Ufficio competente alla gestione dell'opera • Responsabile del procedimento • Titolo del lavoro in appalto..... • Importo dei lavori e degli oneri di sicurezza • Immagini e/o grafici illustrativi di tale lavoro (quando tecnicamente possibile): <div style="border: 1px solid black; height: 30px; margin-top: 5px;"></div>
<ul style="list-style-type: none"> • Estremi della legge o del piano finanziario..... • Concessionario dell'opera • Impresa/e esecutrice (compresi i dati di qualificazione per categorie ed importi oppure di iscrizione alla C.C.I.A.A.) • Progettista/i • Coordinatore di progettazione • Responsabile dei lavori • Direttore/i dei lavori • Coordinatore di esecuzione..... • Direttore operativo • Ispettore di cantiere • Direttore del cantiere • Assistente/i tecnico/i • Subappaltatore/i (compresi i dati di qualificazione per categorie ed importo oppure di iscrizione alla C.C.I.A.A.) • Spazio per aggiornamento dei dati o per comunicazioni al pubblico: <div style="border: 1px solid black; height: 30px; margin-top: 5px;"></div>
<p><i>Nota: Ulteriori informazioni sull'opera possono essere assunte presso l'Ufficio competente (specificare per esteso anche con l'indirizzo della sede).</i></p>

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

26. **La custodia di opere escluse** dall'appalto eseguite da ditte diverse per conto dell'Ente o della stessa direttamente. La riparazione dei danni che, per ogni causa o per negligenza dell'Appaltatore, fossero appostati ai materiali forniti od ai lavori da altri compiuti.
27. **L'autorizzazione al libero accesso** alla Direzione Lavori ed al personale di assistenza e sorveglianza, in qualsiasi momento, nei cantieri di lavoro o di produzione dei materiali, per le prove, i controlli, le misure e le verifiche previsti dal presente Capitolato.
28. **L'autorizzazione al libero accesso ad altre Imprese o Ditte** ed al relativo personale dipendente, ai cantieri di lavoro, nonché l'uso parziale o totale di ponteggi, impalcature, opere provvisorie ed apparecchi di sollevamento, senza diritto a compenso, per tutto il tempo occorrente all'esecuzione dei lavori e delle forniture scorporate, fatta eccezione per le spese d'utenza (energia elettrica ecc.) ove rilevanti, da addebitarsi a tali Ditte (su convalida della D.L.).
29. **L'assunzione di un Direttore del cantiere**, ove l'Impresa ne abbia il titolo, nella persona di un tecnico professionalmente abilitato, regolarmente iscritto all'albo di categoria, e di competenza professionale estesa ai lavori da dirigere. Il nominativo ed il domicilio di tale tecnico dovranno essere comunicati alla Direzione, per iscritto, prima dell'inizio dei lavori (V. in particolare l'art. 24 del presente Capitolato).
30. **Le prove di carico e le verifiche delle varie strutture** (pali di fondazioni, travi, solai, mensole, rampe ecc.) che venissero ordinate dalla Direzione o dal Collaudatore; l'apprestamento di quanto occorrente (materiali, mezzi d'opera, opere provvisorie, operi e strumenti) per l'esecuzione di tali prove e verifiche, a norma dell'art. 193 del Regolamento, salvo quanto diversamente previsto in Elenco prezzi od in altri documenti di progetto in rapporto a determinate operazioni od a particolari tipi di strutture.
31. **Le spese per i collaudi tecnici**, le prove di funzionamento e quant'altro necessario per accertare la rispondenza funzionale degli impianti, secondo prescrizioni di legge o su disposizione dell'Amministrazione e/o degli Organi di controllo, con la notazione di riserva di cui al precedente punto 27.30.
32. **Le spese di collaudazione**, per tutte le indagini, prove e controlli che l'Organo di collaudo riterrà opportuno disporre, a insindacabile giudizio, e per eventuali ripristini.
33. **L'osservanza delle norme di polizia stradale**, di quelle di polizia mineraria, nonché di tutte le prescrizioni, leggi e regolamenti in vigore per l'uso di mine, ove tale uso sia consentito.
34. **La consegna e l'uso di tutte o di parte delle opere eseguite**, previo accertamento verbalizzato in contraddittorio, ancor prima di essere sottoposte a collaudo.
35. **La custodia, la conservazione, la manutenzione ordinaria** straordinaria di tutte le opere fino al collaudo, come specificato al precedente art. 20.
36. **Lo sgombero e la pulizia del cantiere** entro un mese dall'ultimazione dei lavori, con la rimozione di tutti i materiali residui, i mezzi d'opera, le attrezzature e gli impianti esistenti nonché con la perfetta pulizia di ogni parte e di ogni particolare delle opere da sfrabbricidi, calcinacci, sbavature, pitture, unto ecc.
37. **Le spese di contratto ed accessorie** e cioè tutte le spese e tasse, nessuna esclusa, inerenti e conseguenti alla stipulazione del contratto e degli eventuali atti complementari, le spese per le opere esecutive, le tasse di registro e di bollo principali e complementari
38. **La fornitura dei locali** uso ufficio, strutture di servizio per gli operai, sono a carico dell'Ente che renderà disponibili per l'Impresa mq 60,00----- complessivi di aree. Sono a carico dell'Ente le spese di energia elettrica, riscaldamento e telefoniche degli uffici e locali predetti.

ART.2 ONERI SOGGETTI A RIMBORSO

Per gli oneri e gli obblighi relativi ai punti che seguono, fermo restando l'impegno dell'Impresa all'attuazione delle attività in esse previste, si darà luogo nei confronti dello stesso al rimborso delle spese affrontate, sulla base di apposita e specifica documentazione giustificativa, se necessario preventivata e previamente approvata dalla Direzione dei Lavori e dal Responsabile del procedimento:

2.1 La vigilanza e la guardiania del cantiere (2) (se appositamente richiesta ed ove non considerata nel compenso a corpo, se presente), nel rispetto dell'art. 22 della Legge 13 settembre 1982, n. 646, nei tempi e nei modi stabiliti dall'Amministrazione, per una più sicura e continua custodia di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera esistenti nello stesso (siano essi di pertinenza dell'Appaltatore, dell'Ente o di altre Ditte), nonché delle opere eseguite od in corso di esecuzione e delle piantagioni.

2.2 L'approntamento di un laboratorio di cantiere, fisso o mobile che l'Ente ritenga di istituire, con le idonee attrezzature indicate dalla Direzione, dei lavori e con il necessario personale specializzato (la spesa per tale approntamento e per la relativa gestione dovrà comunque essere preventivamente approvata).

2.3 Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, che venissero in ogni tempo ordinati dalla Direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, presso gli Istituti organizzati, sui materiali e forniture da impiegare od

impiegati o sulle opere, in corrispettivo a quanto prescritto dalla normativa di accettazione e di esecuzione o su specifica previsione del Capitolato speciale di appalto, a norma dell'art. 15, comma 7 , del Capitolato generale.

2.4 Le indagini geognostiche aggiuntive ed il relativo studio geotecnico, su eventuale e specifica richiesta della Direzione dei lavori, per l'eventuale modifica delle soluzioni strutturali e del dimensionamento delle opere di fondazione o di sostegno, delle condizioni di posa relativi, dei rivestimenti di gallerie, ecc. ed in genere di qualunque opera correlata alle caratteristiche dei terreni interessati, ferma restando, a carico dell'Appaltatore, la verifica cautelativa in autotutela delle indagini e degli studi progettuali.

2.5 L'esecuzione di esperienze ed analisi, come anche verifiche, assaggi e relative spese che venissero in ogni tempo ordinati dalla Direzione lavori, presso il laboratorio di cantiere o presso gli Istituti autorizzati, su materiali e forniture da impiegare od impiegati o sulle opere, in corrispettivo a quanto previsto dalla normativa di accettazione e di esecuzione, fermo restando quanto previsto dall'art. 15, comma 8 , del Capitolato Generale.

2.6 La calcolazione di tutte o di parte delle strutture resistenti e della relativa progettazione esecutiva, nelle ipotesi di cui al punto 27.4 , fermo restando che l'approvazione del progetto da parte della Direzione dei lavori non solleva l'Appaltatore ed i professionisti allo stesso riferibili (e per rispettive competenze) dalla responsabilità relativa alla stabilità di dette opere.

2.7 La calcolazione di tutti o di parte degli impianti compresi nell'appalto e la relativa progettazione esecutiva, nella ipotesi e con la notazione di cui al punto 29.6.

2.8 Le prove di carico e di verifica delle seguenti strutture , con l'apprestamento di quanto previsto al precedente punto 27.30, ordinate dalla Direzione dei lavori ma i cui oneri non siano contemplati, in Elenco prezzi od in altri documenti contrattuali, tra quelli posti a carico dell'Impresa. : p.m

2.9 La riproduzione dei grafici, disegni ed allegati vari di progetto o di perizie redatta nel corso dei lavori, con esclusione degli allegati di contratto.

2.10 Le spese per il personale di assistenza che l'Impresa su richiesta della Direzione dei lavori , metta a disposizione di altre ditte od imprese incaricate dall'Amministrazione per l'esecuzione dei lavori complementari od impiantistici connessionali all'appalto, nonché le spese di utenza per i consumi di energia od altro relativa tali lavori.

(2) Tale vigilanza potrà essere estesa anche ai periodi di sospensione dei lavori ed al periodo intercorrente tra l'ultimazione ed il collaudo, salvo l'anticipata consegna delle opere all'Ente appaltante.

2.11 I contributi per gli allacciamenti di utenza relativi agli impianti, se anticipati per conta dell'Amministrazione a richiesta della stessa.

ART.3 PIANIFICAZIONE DELLA SICUREZZA

3.1 Tipologie dei piani e disposizioni

La pianificazione della sicurezza in cantiere sarà articolata ed attuata nel rispetto delle disposizioni dell'art 31 della Legge, del D. Leg.vo 9 aprile 2008, n 81.

3.2 Piani di sicurezza non obbligatori

Per i lavori che non rientrano nella disciplina del Titolo IV del D. leg.vo 9 aprile 2008 l'Impresa a norma dell'art. 3 comma 1- bis ,lett b della Legge (1) , avrà l'obbligo, entro trenta giorni dall'aggiudicazione e comunque prima della consegna dei lavori, di predisporre il piano delle misure per la sicurezza fisica dei lavoratori (PSS: Piano di Sicurezza Sostitutivo). Del piano sarà messo a disposizione dei rappresentanti della sicurezza almeno dieci giorni prima dell'inizio dei lavori(2).

3.3 Piani di sicurezza obbligatori

Per lavori che rientrano invece nella disciplina del D. leg.vo citato l'Impresa avrà l'obbligo e potrà dell'art. 1 comma 1 bis lettera a) e c) della legge , entro trenta giorni dall'aggiudicazione e comunque prima della consegna dei lavori , redigere e consegnare all'Ente 1) Eventuali proposte integrative del Piano di Sicurezza e di Coordinamento; 2) Un Piano Operativo di Sicurezza (POS) per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori, da considerare come piano complementare di dettaglio di cui al punto 1) o del piano di cui al precedente punto 30 .1.1.

3.4 Obblighi, oneri e procedure

Tutti i piani superiormente individuati faranno parte del contratto di appalto o di concessione. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi, da parte dell'Impresa, previa formale costituzione in mora dell'intessato, costituiranno causa della risoluzione del contratto. L'Impresa prima dell'inizio dei lavori ovvero in corso d'opera, potrà presentare al Coordinatore per l'esecuzione proposte di modifiche od integrazioni al piano od ai piani trasmessi dall'Ente per esigenze di adeguamento tecnologico o di rispetto di eventuali norme disattese. Esso inoltre, durante l'esecuzione dell'opera, osserverà le misure generali di tutela di cui all'art.15 del D. leg.vo n. 81/08 e curerà in particolare gli aspetti e le incombenze di cui all'art.95 del

D. leg.vo n. 81/08.. Inoltre a norma dell'art. 9 dello stesso decreto : a) adotterà le misure conformi alle prescrizioni di cui all'allegato IV del D. leg.vo ; b) curerà le condizioni di rimozione dei materiali pericolosi previo , se del caso, coordinamento col committente responsabile dei lavori; c) curerà che lo stoccaggio e l'evacuazione dei detriti e delle maceri avvengano correttamente. Infine l'Impresa curerà che sia affissa in cantiere copia della notifica preliminare di cui all'art. 99 del D. leg.vo n. 81/08 e la trasmissione del Piano di Sicurezza alle imprese esecutrici ed ai lavoratori autonomi (art.101) L'accettazione da parte dell'Impresa e delle imprese aventi comunque titolo ad operare in cantiere del Piano di sicurezza e coordinamento di cui all'art. 100 del D. leg.vo citato e la redazione del Piano Operativo di Sicurezza (POS) costituiscono, per il cantiere interessato, adempimento delle disposizioni di cui all'art. 18 commi 1,2,7 ed all'art.15 comma 1 , lett. c del D. Leg. Vo n. 81/08. La Direzione dei Lavori, il Direttore Tecnico del cantiere, ed il Coordinatore l'esecuzione vigileranno sull'osservanza del o dei Piani di Sicurezza.

ART. 4 RESPONSABILITÀ DELL'IMPRESA – DIFETTI DI COSTRUZIONE

L'Impresa è l'unico responsabile dell'esecuzione delle opere appaltate in conformità alle migliori regole dell'arte, della rispondenza di dette opere e parti di esse alle condizioni contrattuali, del rispetto di tutte le norme di legge e di regolamento. Le disposizioni impartite dalla Direzione Lavori, la presenza nei cantieri del personale di assistenza e di sorveglianza, l'approvazione dei tipi, procedimenti e dimensionamenti strutturali e qualunque altro intervento devono intendersi esclusivamente connessi con la miglior tutela dell'Ente e non diminuiscono la responsabilità dell'Impresa che sussiste in modo assoluto ed esclusivo alla consegna dei lavori di collaudo, fatto salvo il maggior termine di cui agli artt. 1667 e 1669 del C.C. Per i difetti di costruzione si richiama in ogni caso quanto stabilito dall'art. 18 del Capitolato generale d'Appalto.

- (1) Con esclusione degli oneri per la sicurezza in cantiere e degli eventuali oneri compensati a corpo o soggetti a rimborso.
- (2) V. anche l'art. 106 del D. Leg.vo n. 50/2016
- (3) Tale percentuale è fissata (con decreto del Ministro delle infrastrutture e dei Trasporti da emanarsi entro il 30 giugno di ogni anno) nella misura eccedente la predetta percentuale del 2%.
- (4) L'importo dei lavori da eseguire per ogni anno intero è dedotto in via convenzionale dal crono programma di cui all'art. 42 del Regolamento n. 554/99.

Art. 4.1 Rappresentante tecnico dell'Impresa

A norma dell'art. 4 del Capitolato Generale, l'Appaltatore che non conduce i lavori personalmente dovrà farsi rappresentare per mandato da persona fornita dei requisiti voluti. Il mandato dovrà essere depositato presso l'Amministrazione. Tale persona dovrà dichiarare per iscritto l'accettazione dell'incarico e dovrà assumere dimora, per tutto la durata dei lavori, in luogo prossimo agli stessi.

Art. 4.2 Indicazione delle persone che possono riscuotere

La persona o le persone autorizzate a riscuotere, ricevere e quietanzare le somme dovute in acconto od a saldo saranno indicate nel contratto (1). Tale autorizzazione dovrà essere comprovata, nel caso delle ditte individuali, mediante certificato della Camera di Commercio e nel caso di Società mediante appositi atti legali. La cessazione della decorrenza dell'incarico delle persone designate a riscuotere dovrà essere notificata tempestivamente all'Amministrazione, non potendosi, in difetto, attribuire alla stessa alcuna responsabilità per pagamenti a persone non più autorizzate.

Art. 4.3 Penali - disponibilità

In caso di ritardo nell'inizio dell'intervento correttivo urgente oltre il termine di trenta minuti dalla chiamata saranno applicate le penali di cui al C.S.A.

La mancata esecuzione delle manutenzioni degli impianti dei dispositivi degli scambi e delle casse di manovra o il mancato rispetto degli oneri di cui al presente Disciplinare, comporteranno una contestazione scritta della violazione contrattuale.

Alla terza contestazione emessa per inadempienza contrattuale, l'Azienda ha facoltà di recedere dal contratto dandone comunicazione all'Impresa con preavviso di trenta giorni, salva l'adozione del risarcimento dei danni.

Ogni giorno alle ore 10,30, un rappresentante dell' Azienda ed uno dell' Appaltatore redigeranno congiuntamente il “ modulo



Azienda Trasporti Messina

Lavori di manutenzione preventiva e correttiva agli impianti di armamento ed elettrici della linea tranviaria, della sede e del deposito, tranviario di A.T.M. Messina, nonché il pronto intervento e soccorso in linea e le forniture necessarie alla continuità e sicurezza del servizio tranviario.

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

disponibilità giornaliera" riportante, oltre alla data ed alle firme dei due rappresentanti, lo stato di disponibilità degli impianti il cui permanere nello stato di guasto o anomalia può comportare l'insorgere di rischi per la sicurezza e regolarità del servizio. In particolare verrà rilevato lo:

- stato di funzionalità degli scambi, delle casse di manovra degli stessi;
- stato di funzionalità dell'anello della rete primaria in MT e delle cabine
- stato di funzionalità della linea di contatto di trazione elettrica e dei dispositivi di interruzione;
- stato di funzionalità delle Sottostazioni Elettriche;
- stato di funzionalità della rete di telecomunicazioni ;
- stato di funzionalità del sistema SCADA.

L'intero impianto sarà considerato indisponibile al servizio in presenza anche di un solo guasto interessante uno degli impianti suddetti .

L'intero impianto dovrà essere disponibile al servizio per almeno (vedi capitolato d'oneri).....% del numero di giorni del periodo di durata del contratto.

Non saranno conteggiati ai fini della valutazione della disponibilità le non funzionalità per guasti o danni agli impianti provocati da imperizia nell'utilizzo, uso improprio o comunque per cause non addebitabili all'Impresa.

Inoltre non potranno essere considerati indisponibili gli impianti in conseguenza di:

- adeguamenti o modifiche degli impianti stessi disposti dall'Azienda;
- interventi di manutenzione correttiva resi necessari a seguito di incidente atto vandalico o guasto procurato da terzi;
- messa fuori servizio a seguito di controlli periodici conseguenti ad obblighi di legge;

Qualora alla fine del contratto dal conteggio complessivo dei giorni in cui l'impianto non è stato disponibile ai sensi di quanto sopra, verrà nello stato finale applicata una penale di Euro 5.000,00 che verrà decurtata dal pagamento dell'ultimo SAL.

ART. 5. ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI

5.1 Accettazione, qualità ed impiego dei materiali

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del capitolato speciale e relativi disciplinari tecnici allegati ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera soltanto dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi dell'art.137 del regolamento n. 554/1999. L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in quest'ultimo caso l'impresa deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese. Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'Impresa a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio. Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo. L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguita una lavorazione più accurata, non ha diritto all'aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite. Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza, o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata un'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 specificatamente previste 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 titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione e alla relazione 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 dal capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

5.2 Provvista dei materiali

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'impresa è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'impresa dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

A richiesta della stazione appaltante l'impresa deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

Fatti salvi eventuali obblighi di garanzia dell'Impresa esecutrice sui dispositivi di armamento e sugli impianti della linea e del Deposito, nel caso di interventi di sostituzione di componenti di tali dispositivi di armamento o degli impianti medesimi, l'Ente può disporre, per il tramite della Direzione Lavori, l'impiego di eventuale materiale di scorta di cui la stessa abbia già disponibilità.

5.4 Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lavori può prescriverne uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Nel caso di cui al comma 1, se il cambiamento importa una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si fa luogo alla determinazione del nuovo prezzo ai sensi degli articoli 136 e 137 del regolamento n. 554/1999.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile del procedimento. In tal caso si applica l'art. 6 del presente capitolato.

5.5 Norme di riferimento

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI vigenti in materia, anche se non espressamente richiamati nel presente capitolato speciale d'appalto. In assenza di nuove e aggiornate norme, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale si applicano le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, a insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, a eseguire o a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente capitolato speciale d'appalto o dalla direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari e UNI vigenti, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione di verbale di prelievo.

ART. 6 GHIAIA E PIETRISCO

6.1 Requisiti per l'accettazione

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature, rispondenti alle prescrizioni di cui al paragrafo 11.1.92 delle "norme tecniche per le costruzioni" e conformi alla parte armonizzata della norma europea UNIEM 12620.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature, devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

La ghiaia deve essere bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili o terrose, o comunque dannose.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

6.2 Norme per gli aggregati per confezione di calcestruzzi

Sugli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo la direzione dei lavori può fare eseguire le seguenti prove:

UNI 8520-1	<i>Aggregati per confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche.</i>
UNI 8520-2	<i>Aggregati per confezione di calcestruzzi. Requisiti.</i>
UNI 8520-7	<i>Aggregati per confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 UNI 2332.</i>
UNI 8520-8	<i>Aggregati per confezione di calcestruzzi. Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili.</i>
UNI 8520-13	<i>Aggregati per confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini.</i>
UNI 8520-16	<i>Aggregati per confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro).</i>
UNI 8520-17	<i>Aggregati per confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi.</i>
UNI 8520-20	<i>Aggregati per confezione di calcestruzzi. Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi.</i>
UNI 8520-21	<i>Aggregati per confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note.</i>
UNI 8520-22	<i>Aggregati per confezione calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali.</i>
UNI EN 1367-2	<i>Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio.</i>
UNI EN 1367-4	<i>Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento.</i>
UNI EN 1744-1	<i>Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica.</i>

6.3 Norme per gli aggregati leggeri

Sugli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo la direzione dei lavori può fare eseguire le seguenti prove:

UNI 7549-1	<i>Aggregati leggeri. Definizione, classificazione e pezzatura.</i>
UNI 7549-2	<i>Aggregati leggeri. Identificazione visuale degli scisti e delle argille espansi.</i>
UNI 7549-3	<i>Aggregati leggeri. Analisi granulometrica.</i>
UNI 7549-4	<i>Aggregati leggeri. Determinazione della massa volumica del materiale in mucchio (peso in mucchio).</i>
UNI 7549-5	<i>Aggregati leggeri. Determinazione della massa volumica media del granulo.</i>
UNI 7549-6	<i>Aggregati leggeri. Determinazione del coefficiente di imbibizione.</i>
UNI 7549-7	<i>Aggregati leggeri. Determinazione della resistenza dei granuli allo schiacciamento.</i>
UNI 7549-8	<i>Aggregati leggeri. Determinazione del potere macchiante.</i>
UNI 7549-9	<i>Aggregati leggeri. Determinazione della perdita al fuoco.</i>
UNI 7549-10	<i>Aggregati leggeri. Determinazione della resistenza al gelo.</i>
UNI 7549-11	<i>Aggregati leggeri. Determinazione della stabilità al trattamento a vapore.</i>
UNI 7549-12	<i>Aggregati leggeri. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.</i>

6.4 Sabbia

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, solfati e 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. La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; dev'essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive.

Tabella 10.1 – Pezzature normali

	Trattenuto dal	Passante al
Sabbia	setaccio 0,075 UNI 2332	setaccio 2 UNI 2332

Le sabbie da impiegarsi nel confezionamento dei conglomerati cementizi devono corrispondere alle caratteristiche granulometriche stabilite dal R.D. 16 novembre 1939, n. 229.

Nelle sabbie per conglomerati è ammessa una percentuale massima del 10% di materiale trattenuto sul crivello 7,1, vedi **UNI 2334** o sul setaccio 2, vedi **UNI 2332-1**, a seconda che si tratti di sabbia per conglomerati cementizi o di sabbia per conglomerati bituminosi; in ogni caso non si devono avere dimensioni inferiori a 0,05 mm.

Le sabbie possono essere naturali o di frantumazione, devono presentare una perdita per decantazione in acqua inferiore al 2%.

L'appaltatore non può impiegare sabbie di mare che non siano state preventivamente lavate a fondo con acqua dolce.

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego. Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultano da certificato emesso in seguito a esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia normalmente deve avvenire dai cumuli sul luogo di impiego, diversamente può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai sili. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale e in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi prova riguardano l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

6.5 Acqua

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, priva di materie terrose e non essere aggressiva.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o uso potrà essere trattata con speciali additivi per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto.

6.6 Additivi per impasti cementizi

6.6.1 Generalità

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti.

Per le modalità di controllo e accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

6.6.2 Calcestruzzo

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 9 gennaio 1996 e relative circolari esplicative, in particolare l'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- dovranno essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non dovranno contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo, in tal caso si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

6.6.3 Additivi acceleranti

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento; in caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso dovrà essere opportunamente diluito.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti

- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla **UNI EN 934-2**.

6.6.4 Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti sono da utilizzarsi per il trasporto del calcestruzzo in betoniera al fine di ritardarne l'indurimento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti

- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla **UNI EN 934-2**.

6.6.5 Additivi antigelo

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e lo 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme:

UNI 7109 *Additivi per impasti cementizi. Additivi antigelo. Idoneità e relativi metodi di controllo.*

UNI 7120 *Additivi per impasti cementizi. Determinazione dei tempi di inizio e di fine presa delle paste cementizie contenenti additivi antigelo.*

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

– l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;

– la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

6.6.6 Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla **UNI EN 934-2**.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

– determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla **UNI 8020**;

– l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;

– la prova di essudamento prevista dalla **UNI 7122**.

6.6.7 Additivi aeranti

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

– la determinazione del contenuto d'aria secondo la **UNI 6395**;

– l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;

– prova di resistenza al gelo secondo la **UNI 7087**;

– prova di essudamento secondo la **UNI 7122**.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

6.6.8 Agenti espansivi

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica che indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra il 7 e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme:

UNI 8146 *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo.*

UNI 8147 *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo.*

UNI 8148 *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo.*

UNI 8149 *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.*

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;
 - determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.
- Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

6.6.9 Metodi di prova

La direzione dei lavori, per quanto non specificato, per valutare l'efficacia degli additivi potrà disporre l'esecuzione delle seguenti prove:

UNI 7110	<i>Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata e in acqua satura di calce.</i>
UNI 7112	<i>Additivi per impasti cementizi. Determinazione delle sostanze zuccherine riducenti.</i>
UNI 7114	<i>Additivi per impasti cementizi. Determinazione del potere schiumogeno degli additivi aeranti e fluidificanti-aeranti.</i>
UNI 7115	<i>Additivi per impasti cementizi. Determinazione della densità degli additivi liquidi o in soluzione.</i>
UNI 7116	<i>Additivi per impasti cementizi. Determinazione dell'alcalinità totale.</i>
UNI 7117	<i>Additivi per impasti cementizi. Determinazione della tensione superficiale di soluzioni contenenti additivi.</i>
UNI 7118	<i>Additivi per impasti cementizi. Determinazione del pH di soluzioni contenenti additivi.</i>
UNI EN 934-2	<i>Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni e requisiti.</i>
UNI 10765	<i>Additivi per impasti cementizi. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità.</i>

ART. 7 MALTE

7.1 Malte tradizionali

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi, non deve essere aggressiva né contenere solfati o cloruri in percentuale dannosa.

La sabbia da impiegare per il confezionamento delle malte deve essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose.

Le calci aeree, le pozzolane e i leganti idraulici devono possedere le caratteristiche tecniche e i requisiti previsti dalle vigenti norme: R.D. 16 novembre 1939, n. 2230 e R.D. n. 2231, Legge 26 maggio 1965, n. 595, D.M. 14 gennaio 1966, D.M. 3 giugno 1968, D.M. 3 agosto 1972.

L'impiego di malte premiscelate e pronte per l'uso è consentito purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel D.M. 3 giugno 1968 così come modificato dal D.M. 13 settembre 1993.

I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo la seguente tabella:

Tabella 13.1 – Classi e tipi di malta (D.M. 20 novembre 1987)

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M4	Idraulica	–	–	1	3	–
M4	Pozzolanica	–	1	–	–	3
M4	Bastarda	1	–	2	9	–
M3	Bastarda	1	–	1	5	–
M2	Cementizia	1	–	0,5	4	–
M1	Cementizia	1	–	–	3	–

Tabella 13.2 – Rapporti di miscela delle malte(AITEC)

Tipo di malta	Rapporti in volume	Quantità per 1 m ³ di malta (kg)
Calce idrata,sabbia	1: 3,5	142 – 1300

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

	1: 4,5	110 – 1300
Calce idraulica, sabbia	1:3	270 – 1300
	1:4	200 – 1300
Calce eminentemente idraulica, sabbia	1:3	330 – 1300
	1:4	250 – 1300
Calce idrata, cemento, sabbia	2:1:8	125 – 150 – 1300
	2:1:9	110 – 130 – 1300
Cemento, sabbia	1:3	400 – 1300
	1:4	300 – 1300

Alla malta cementizia si può aggiungere una piccola quantità di calce aerea con funzione plastificante.

Malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori seguenti:

- 12 N/mm² [120 kgf/cm²] per l'equivalenza alla malta M1
- 8 N/mm² [80 Kgf/cm²] per l'equivalenza alla malta M2
- 5 N/mm² [50 kgf/cm²] per l'equivalenza alla malta M3
- 2,5 N/mm² [25 Kgf/cm²] per l'equivalenza alla malta M4.

7.2 Malte speciali

Le malte speciali a base cementizia (espansive, autoportanti, antiritiro, ecc.) composte da cementi ad alta resistenza, inerti, silice, additivi, da impiegarsi nei ripristini di elementi strutturali in c.a., impermeabilizzazioni, iniezioni armate, devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo. In caso di applicazione di prodotti equivalenti gli stessi devono essere accettati e autorizzati dalla direzione dei lavori.

Per qualunque contestazione si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI 8993** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione.*
- UNI 8994** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Controllo dell'idoneità.*
- UNI 8995** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della massa volumica della malta fresca.*
- UNI 8996** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione dell'espansione libera in fase plastica.*
- UNI 8997** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Malte superfluide. Determinazione della consistenza mediante cabaletta.*
- UNI 8998** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.*
- UNI EN 12190** *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Determinazione della resistenza a compressione delle malte da riparazione.*

7.3 Metodi di prova delle malte cementizie

Sulle malte cementizie la direzione dei lavori può fare eseguire le seguenti prove:

- UNI 7044** *Determinazione della consistenza delle malte cementizie mediante l'impiego di tavola a scosse.*
- UNI EN 1015-1** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della distribuzione granulometrica (mediante staccatura).*
- UNI EN 1015-2** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Campionamento globale e preparazione delle malte di prova.*
- UNI EN 1015-3** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante tavola a scosse).*
- UNI EN 1015-4** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante penetrazione della sonda).*
- UNI EN 1015-6** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della massa volumica apparente della malta fresca.*
- UNI EN 1015-7** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione del contenuto d'aria della malta fresca.*
- UNI EN 1015-19** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della permeabilità al vapore d'acqua delle malte da intonaco indurite.*
- UNI ENV 1170-8** *Malte e paste di cemento rinforzate con fibre di vetro (GRC). Prova mediante cicli climatici.*

ART. 8 GESSO

Il gesso è ottenuto per frantumazione, cottura e macinazione di roccia sedimentaria, di struttura cristallina, macrocristallina oppure fine, il cui costituente essenziale è il solfato di calcio biidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), dovrà presentarsi perfettamente asciutto, di recente cottura, di fine macinazione, privo di materie eterogenee e non alterato per estinzione spontanea. Le caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche delle rocce dovranno inoltre corrispondere alle prescrizioni della norma **UNI 5371**.

I gessi dovranno essere forniti in sacchi sigillati di idoneo materiale, riportanti il nominativo del produttore e la qualità del gesso contenuto. La conservazione dovrà essere effettuata con tutti gli accorgimenti atti a evitare degradazioni per umidità.

ART. 9 CALCI

Le calci impiegate dovranno avere le caratteristiche e i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2231, recante norme per l'accettazione delle calci.

ART. 10 LEGANTI IDRAULICI**10.1. 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 calci 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 per altro riferimento il D.M. 14 settembre 2005 che ha emanato le nuove “Norme tecniche per le costruzioni”(1)

Uni en 197-1 Cemento. Composizione, specificazione e criteri di conformità per i cementi comuni.

Uni en 197-2 Cemento. Valutazione della conformità.

10.2 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) (2).

(1) Vedi, sull’argomento, il punto 11.9.1 di tali norme.

(2) Esempi di denominazione: Cemento Portland EN 197-1 –CEM 142,5R; Cemento Portland al calcare EN 197-1 – CEM 11/A 32,5 N.

10.2 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 sicurezza meccanica parzialmente riportati nella tabella 16.

10.3 Modalità di fornitura

La fornitura dei leganti idraulici dovrà avvenire in sacchi sigillati, ovvero in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola od 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 ZA4 della norma UNI EN 197.1 ed in particolare : il marchio CE, il numero d’identificazione dell’organismo di certificazione; il nome o il 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, R)

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

TAB. 16 - 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	≥ 75
32,5 R	≥ 10	—	≤ 52,5	
42,5 N	≥ 10	—	≥ 42,5	
42,5 R	≥ 20	—	≤ 62,5	≥ 45
52,5 N	≥ 20	—	≥ 52,5	
52,5 R	≥ 30	—	—	

10.4 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 legame prelevato da dieci sacchi per ogni partita da 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.

10.5 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"

10.6 Particolari prescrizioni e obblighi

I cementi pozzolanici dovranno prevalentemente essere impiegati per opere destinate a venire in contatto con terreni gessosi, acque di mare o solfatare 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 resistente 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 od acque fisicamente o chimicamente aggressivi. Ne è escluso l'impiego per opere strutturali.

ART. 11 ADDITIVI

11.1 Additivi per calcestruzzi

Materiale aggiunto durante il procedimento di miscelazione del calcestruzzo, in quantità non maggiore del 5% in massa del contenuto di cemento del calcestruzzo, dovrà essere conforme alla parte armonizzata della seguente norma:

UNI EN 934-2 –Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.

La designazione degli additivi dovrà riportare: il nome ed il tipo di additivo; il riferimento alla norma; il codice per identificazione il tipo di additivo (numero del prospetto della norma che riporta i requisiti prestazionali es: UNI EN 934-2:T3.1/3.2). La marcatura CE dovrà essere accompagnata dalle seguenti informazioni: numero d'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 ZA1 della norma.

11.2 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. 12 MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI (1)
12.0 Generalità

Alcuni materiali in argomento potranno essere usati, oltre che per pavimentazioni, anche per rivestimenti (piastrelle, materiali resilenti, ecc.) anche in questo caso dovrà comunque essere rispettata, senza alcuna eccezione, la normativa di seguito riportata.

Per i materiali non normati, l'accettazione sarà discrezionalmente devoluta alla valutazione della Direzione Lavori che opererà sulla base delle caratteristiche dichiarate dal fabbricante ed opportunamente certificate.

12.1 Requisiti ufficiali

I materiali per pavimentazione ed in particolare piastrelle d'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 in piastrelle saranno almeno quelle di resistenza alla rottura per urto e per flessione, all'usura per attrito radente o per getto di sabbia, prova di gelività e, per i materiali cementati a caldo, anche la prova d'impronta.

Si riportano in tab. 47, per alcuni tipi di materiale, i limiti di accettazione prescritti.

TAB. 47 - Materiali per pavimentazioni - Caratteristiche meccaniche

TIPO DI MATERIALE	Resistenza (*)		Coefficiente di usura al tribometro (*) mm
	all'urto N.m	a flessione N/mm ²	
Piastrelle comuni di argilla	2,0	2,5	15
Piastrelle presso-arrotate di argilla	2,0	3,0	25
Mattonelle di cemento a superficie levigata	2,0	3,0	12
Mattonelle di cemento a superficie striata o con impronta	2,5	3,0	12
Marmette a mattonelle a mosaico	2,0	4,0	10
Mattonelle grificate	2,0	5,0	4
Lastre e quadrelli di marmo saccharoide	—	—	10
Lastre e quadrelli di calcare compatto	—	—	6
Lastre e quadrelli di calcare granito	—	—	4
Mattonelle di asfalto	4	3	15

(*) Valori riferiti alle prove di cui al R.D. n. 2234

20 bis

(1) V. anche Materiali per rivestimenti.

12.2 Mattonelle, marmette e pietrini di cemento

Le mattonelle, le marmette, ed i pietrini di cemento dovranno essere conformi, per dimensioni e caratteristiche, alle norme UNI da 2623 a 2629 o di progetto. 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 e uniformi.

12.3 Mattonelle di cemento

Di spessore complessivo non inferiore a 18mm, avranno uno strato superficiale di assoluto cemento colorato di spessore costante non inferiore a 5mm.

12.4 Marmette e marmettoni di cemento

Le marmette avranno spessore complessivo non inferiore a 18 e 22 mm., per dimensioni di 20x25 cm di lato, mentre i marmettoni 30x30 e 40x40 avranno spessori rispettivi e non inferiori a 28 e 32 mm. Lo strato superficiale, costituito da un impasto di cemento, polveri, graniglie e scaglie di marmo, avrà uno spessore non inferiore ad 1/3 dell'intero spessore dell'elemento.

Le scaglie avranno assortimento 10/25, 15/30, 25/45, o diversamente prescritto, rispettivamente per elementi di lato 20, 25, 30, e 40 cm; dovranno essere dei colori richiesti ed accuratamente selezionate. I cementi saranno del tipo ad alta resistenza o bianchi; l'impasto dovrà essere vibro-compresso, con pressione meccanica non inferiore a 15 N/mm². Tolleranza sulle dimensioni dei lati: + 0,5/-1 mm.

12.5 Pietrini di cemento

Potranno avere forma quadrata (25x25) e rettangolare (20x10 e 30x15): Nel formato minore (20x10) avranno spessore complessivo non inferiore a 15mm costituito da due strati uno dei quali il superiore, di assoluto cemento puro, colorato o meno, non inferiore a 5mm; negli altri due formati avranno spessore complessivo non inferiore a 15mm per usi pedonali ed a 18mm per impieghi carrabili: La superficie superiore dei pietrini potrà essere liscia, bocciardata, bugnata (25 o 100 bugne), scanalata o ad impronte varie. Tolleranza sulle dimensioni come al punto precedente.

12.6 Masselli in calcestruzzo

Prodotti di norma negli spessori da 40 a 80mm (ma anche oltre 100mm), in semplice, doppio o triplo strato, con superficie trattata con materiali di alta resistenza all'usura, presenteranno formati come da elenco, aspetto, giunti, planarità, spigoli e tolleranze come da norma UNI EN 1338 (Requisiti e metodi di prova) massa volumica non inferiore a 2,20 kg/dm³, resistenza a compressione non inferiore a 55N/mm², assorbimento d'acqua in classe 2 (vI 6% in massa), resistenza caratteristica a trazione indiretta per taglio non inferiore a 3,6MPa, resistenza all'abrasione di classe 3 (Vi 23mm) per impieghi usuali e di classe 4 (VI 20mm) per impieghi pesanti (esterni od interni carrabili). La colorazione corrisponderà al tipo prescritto o sarà scelta dalla Direzione dei Lavori su almeno tre diverse campionature; in ogni caso sarà ottenuta con pigmenti inorganici.

I prodotti saranno marcati CE; il sistema di attestazione della conformità sarà del tipo 4. Marcatura ed etichettatura saranno conformi all'Appendice ZA, punto ZA 3 della norma.

12.7. Vinile omogeneo

Costruito da una miscelazione omogenea di resine viniliche a base di policloruro di vinile e/o copolimeri di cloruro di vinile, stabilizzanti, plastificanti, lubrificanti cariche inorganiche e pigmenti, il vinile omogeneo potrà essere confezionato in pezzi e piastrelle, queste ultime nelle dimensioni standard di 40x40 cm scostamento limite di +/-0,3 mm e dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla seguente norma di unificazione:

UNI EN 649 – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni.- Rivestimenti omogenei ed eterogenei per pavimentazioni a base di policloruro di vinile.- Specifica.

I manufatti avranno struttura compensata a più strati omogenei saldamente uniti sotto pressione a caldo e quindi composizione uniforme attraverso l'intero spessore, sia come impasto, che come colore di eventuale marmorizzazione. Lo spessore nominale dovrà essere non inferiore a 2mm con scostamento limite di +/- 0,15 mm.

Per le altre caratteristiche si manda al punto 3 della UNI citata; per le prove, alla UNI 5574.

12.7.1 Vinile non omogeneo

Costituito da mescolanze viniliche variamente dosate, comprendenti in tutto o in parte gli ingredienti di cui al precedente punto, avrà una struttura costituita da due o più strati equilibrati di composizione diversa: uno strato superiore di usura (copertura) in tinta unita o con marmorizzazione, trasparente oppure traslucido ed uno non inferiore (sottostrato) in uno o più strati funzione decorativa e/o di supporto: Per la normativa dovrà farsi riferimento alla norma UNI EN 649 di con cui in precedenza. Nella copertura colorata, in tinta unita o in marmorizzazione, il colore dovrà restare uniforme per l'intero spessore di usura e la marmorizzazione penetrante; neella copertura trasparente, il film dovrà risultare di uniforme trasparenza e lucentezza e privo di irregolarità; nella copertura traslucida stampata sul rovescio il disegno dovrà essere uniformemente stampato e trasparire in grado uniforme.

La resistenza del colore alla luce del giorno non dovrà essere minore di quella della striscia di riferimento n.5 della scala dei blu (prova UNI EN ISO 877); l'adesione degli strati non dovrà essere minore di 7 N/cm. Per le altre caratteristiche ed i relativi metodi di prova si rimanda alla UNI EN 649, precedentemente citata ed alla UNI 5574. Si richiamano le ulteriori norme:

UNI EN 650 –Rivestimenti per pavimentazioni. Rivestimenti a base di policloruro di vinile su supporto di iuta o di feltro poliestere oppure su supporto di feltro poliestere con policloruro di vinile. Specifica.

UNI EN 651 – Idem . Rivestimenti resilienti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con strato di schiuma. Specifica

UNI EN 652 – Idem. Rivestimenti a base di policloruro di vinile con supporto a base di sughero. Specifica

UNI EN 653 – Idem . Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile espanso(cushioned). Specifica

UNI EN 654 –Idem. Piastrelle semiflessibili di policloruro di vinile.Specifica.

UNI EN 655 – Idem: Piastrelle di agglomerato di sughero con strato di usura di policloruro di vinile. Specifica.

UNI EN 13413 – Idem Rivestimenti di pavimenti a base di policloruro di vinile su supporto di fibra minerale. Specifiche.

UNI EN 13553 – Idem: Rivestimenti per pavimenti a base di polivinilcloruro per aree umide speciali. Specifiche.

12.7.2 Gomma

Per i prodotti in gomma da pavimento sia le lastre o piastrelle che i rotoli, confezionati con buone mescolanze di elastomero naturale o sintetico (in percentuale non inferiore al 10% per i tipi civili ed al 30% per i tipi industriali), vulcanizzanti e stabilizzanti, cariche e pigmenti inorganici, saranno privi di difetti quali porosità o rugosità, avranno superficie superiore piana e ben levigata od a rilievo ed in ogni caso priva di efflorescente di natura tale da alterare il colore del pavimento. I prodotti potranno essere uno strato colorato o con sottostrato, con superficie liscia o rigata od a bolli, con rovescio ad impronta tela per attacco con adesivi od a peduncoli sottoquadri per attacco con cemento.

Nei pavimenti per uso civile lo spessore, se non diversamente prescritto, dovrà essere non inferiore a 3 mm (attacco ad impronta tela) od a 4mm (attacco a peduncoli) con tolleranza di $\pm 0,2$ mm ; nei pavimenti per uso industriale lo spessore, se non diversamente prescritto, dovrà essere non inferiore a 4mm per le lastre con superficie liscia e rovescio a peduncoli o con superficie a bolli e rovescio liscio e non inferiore a 10mm per le lastre con superficie rigata od a bolli e rovescio a sottoquadri.

Le lastre di uso industriale avranno tolleranza sullo spessore di $\pm 0,2$ mm per spessori fino a 4mm e di $\pm 0,5$ mm per spessori superiori. Le lastre saranno di unico colore, generalmente nero ma anche in altra tinta se, infiammabili, saranno ottenute con mescole a base di gomma coloprenica.

Sia per i prodotti civili che per quelli industriali sarà fatto riferimento alle norme che seguono. Per i requisiti, ai dati riportati in nota(1)

UNI EN 1816 – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni, Specifica per rivestimenti di gomma liscia omogenei ed eterogenei con supporto di schiuma per pavimentazioni.

UNI EN 1817 – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia omogenei ed eterogenei con supporto di schiuma per pavimentazioni.

UNI EN 12199 – Idem. Specifica per rivestimenti omogenei ed eterogenei di gomma con rilievo.

UNI EN 14521 – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia per pavimentazioni con o senza supporto di schiuma.

UNI 8272 - Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni (1-2-6-8-11)

12.7.3 *Prodotti di resina*

Saranno costituiti da resine mono o bicomponenti (epossidiche, poliuretatiche, combinate, ecc.) caricate o meno con farine di quarzo, filmogene, autolivellanti, o per applicazione a spola e presenteranno, come da prescrizione, le seguenti caratteristiche significative: durezza, resistenza all'abrasione, alla flessione e compressione, allungamento a rottura, modulo di elasticità, assorbimento d'acqua, resistenza all'urto e agli agenti chimici, alla penetrazione ed alla fiamma, stabilità dimensionale e resistenza all'invecchiamento.

Le prove relative faranno riferimento alle norme UNI8298 o in mancanza, a norme europee od internazionali. Per la terminologia si farà riferimento alla presente tabella (V anche la norma UNI 8297). Si richiamano le norme:

UNI 8636 – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Significatività delle caratteristiche.

UNI 10966 – Rivestimenti resinosi per pavimenti. Istruzioni per la progettazione

ART . 13 – PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE

13.1 *Generalità*

La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato, le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

Per le prove da eseguire presso i laboratori ufficiali autorizzati si rimanda alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2232 (Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione), al R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 (Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione), e alle norme UNI vigenti.

I campioni delle pietre naturali da sottoporre alle prove da prelevarsi dalle forniture esistenti in cantiere debbono presentare caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche conformi a quanto prescritto nei contratti, in relazione al tipo della pietra e all'impiego che di essa deve farsi nella costruzione.

Tabella 13.1 – Valori indicativi di tenacità

Roccia	Tenacità
Calcare della norma.	1
Gneiss	1,20
Granito	1,50
Arenaria calcarea	1,50
Basalto	2,30

Arenaria silicea	2,60
------------------	------

Tabella 13.2 – Valori indicativi di resistenza a taglio

Roccia	Carico di rottura (Mpa)
Arenarie	3 – 9
Calcari	5 – 11
Marmi	12
Granito	15
Porfido	16
Serpentini	18 – 34
Gneiss	22 – 31

13.2 Marmo

Roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino).

A questa categoria appartengono:

- i marmi propriamente detti (calcari metamorfici ricristallizzati), i calcefiri e i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le brecce calcaree lucidabili;
- gli alabastrini calcarei;
- le serpentiniti;
- oficalciti.

13.3 Granito

Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, felspati, felspatoidi).

A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline, costituite da quarzo, felspati sodico-potassici e miche);
- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.);
- le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione come gneiss e serizzi.

13.4 Travertino

Roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili.

13.5 Pietra

Roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.

A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariata, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono riconducibili a uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte;
- rocce dure e/o compatte.

Esempi di pietre del primo gruppo sono: varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, ecc.), varie rocce piroclastiche (peperini, tufi, ecc.); al secondo gruppo appartengono le pietre a spacco naturale (quartziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc.), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi, ecc.).

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle norme, dimensioni, tecniche di lavorazione e alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma **UNI 8458**.

13.6 Requisiti d'accettazione

I prodotti in pietra naturale o ricostruita devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

a) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonché essere conformi a eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc. che riducono la resistenza o la funzione;

b) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;

c) delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):

- massa volumica reale e apparente, misurata secondo la norma **UNI 9724, Parte 2^a**;
- coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma **UNI 9724, Parte 2^a**;
- resistenza a compressione, misurata secondo la norma **UNI 9724, Parte 3^a**;

- resistenza a flessione, misurata secondo la norma **UNI 9724, Parte 5^a**;
- resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234;

d) per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato e alle prescrizioni di progetto.

I valori dichiarati saranno accettati dalla direzione dei lavori anche in base ai criteri generali del presente capitolato speciale d'appalto.

ART. 14 MANUFATTI IN PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE

14.7 Manufatti da lastre

I manufatti da lastre devono essere ricavati da lastre di spessore non superiore a 8 cm; si hanno i seguenti prodotti:

- a) lastre refileate;
- b) listelli;
- c) modulmarmo-modulgranito.

14.8 Manufatti in spessore

I manufatti in spessore devono essere ricavati da blocchi o lastre di spessore superiore a 8 cm; si hanno i seguenti prodotti:

- a) masselli;
- b) binderi;
- c) cordoni.

14.9 Manufatti a spacco e sfaldo

Tra i manufatti a spacco si indicano:

- a) cubetti di porfido;
- b) smolleri;
- c) lastre di ardesia;
- d) lastre di quarzite;
- e) lastre di serpentino;
- f) lastre di beola;
- c) lastre di arenaria.

14.10 Manufatti lapidei stradali

Le caratteristiche dimensionali e di accettazione dei manufatti lapidei stradali devono rispondere alle seguenti norme:

- UNI 2713** Manufatti lapidei stradali. Bocchette di scarico, di pietra.
- UNI 2714** Manufatti lapidei stradali. Risvolti di pietra, per ingressi carrai.
- UNI 2715** Manufatti lapidei stradali. Guide di risvolto, di pietra, per ingressi carrai.
- UNI 2716** Manufatti lapidei stradali. Scivolo di pietra, per ingressi carrai.
- UNI 2717** Manufatti lapidei stradali. Guide di pietra.
- UNI 2718** Manufatti lapidei stradali. Masselli di pietra, per pavimentazione.
- UNI 2712** Manufatti lapidei stradali. Cordoni di pietra.

14.11 Prove d'accettazione

Per quanto non espressamente indicato, per l'accettazione dei materiali lapidei si rinvia alle prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI 9724-1** Materiali lapidei. Descrizione petrografia.
- UNI 9724-2** Materiali lapidei. Determinazione della massa volumica apparente e del coefficiente di imbibizione.
- UNI 9724-3** Materiali lapidei. Determinazione della resistenza a compressione semplice.
- UNI 9724-4** Materiali lapidei. Confezionamento sezioni sottili e lucide.
- UNI 9724-5** Materiali lapidei. Determinazione della resistenza a flessione.
- UNI 9724-6** Materiali lapidei. Determinazione della microdurezza Knoop.
- UNI 9724-7** Materiali lapidei. Determinazione della massa volumica reale e della porosità totale e accessibile.

Art. 15 – Materiali per pavimentazione

15.1 Pavimenti sopraelevati modulari

Per l'accettazione dei pavimenti sopraelevati modulari e i relativi componenti e accessori si farà riferimento alle prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI 10465** Pavimenti sopraelevati modulari. Termini e definizioni.

- UNI 10466** *Pavimenti sopraelevati modulari. Requisiti.*
- UNI 10467-1** *Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Generalità.*
- UNI 10467-2** *Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Misurazione delle caratteristiche geometrico. Dimensionali del pannello.*
- UNI 10467-3** *Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Prove di carico sul modulo di pavimento.*
- UNI 10467-4** *Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Prove di carico sui componenti.*
- UNI 10467-5** *Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Misurazione della resistenza elettrica sul modulo di pavimento.*

In particolare la struttura portante del pavimento sopraelevato da collocare in ambienti esterni deve essere resistente alle intemperie e all'umidità in modo da non essere usurata durante il deflusso delle acque meteoriche; inoltre deve essere in grado di contrarsi e dilatarsi per effetto delle escursioni termiche senza causare danni al pavimento.
dei tappeti a pelo.

15.1 Accessibilità

Per pavimentazione antisdrucciolevole si intende una pavimentazione realizzata con materiali il cui coefficiente di attrito, misurato secondo il metodo della British Ceramic Research Association Ltd. (B.C.R.A.) Rep. CEC. 6/81, sia superiore ai seguenti valori:

- 0,40 per elemento scivolante cuoio su pavimentazione asciutta;
- 0,40 per elemento scivolante gomma dura standard su pavimentazione bagnata.

I valori di attrito predetto non devono essere modificati dall'apposizione di strati di finitura lucidanti o di protezione che, se previsti, devono essere applicati sui materiali stessi prima della prova.

Le ipotesi di condizione della pavimentazione (asciutta o bagnata) debbono essere assunte in base alle condizioni normali del luogo ove sia posta in opera.

Gli strati di supporto della pavimentazione devono essere idonei a sopportare nel tempo la pavimentazione e i sovraccarichi previsti nonché ad assicurare il bloccaggio duraturo degli elementi costituenti la pavimentazione stessa.

Gli elementi costituenti una pavimentazione devono presentare giunture inferiori a 5 mm, stilate con materiali durevoli, essere piani con eventuali risalti di spessore non superiore a 2 mm.

I grigliati inseriti nella pavimentazione devono essere realizzati con maglie non attraversabili da una sfera di 2 cm di diametro. I grigliati a elementi paralleli devono comunque essere posti con gli elementi ortogonali al verso di marcia.

Art. 16- Prodotti per rivestimenti interni ed esterni

16.1 Caratteristiche

Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti-facciate) e orizzontali (controsoffitti) dell'edificio. Prima dell'esecuzione degli intonaci dovranno essere rimosse le parti di muratura di supporto poco aderenti. Gli intonaci finiti devono avere lo spessore maggiore o uguale a quello indicato nel progetto esecutivo o voce dell'elenco prezzi, compreso l'onere per la formazione degli spigoli, angoli, suggellature all'incrocio con i pavimenti e i rivestimenti e quanto altro richiesto dalla direzione dei lavori per definire le opere. L'intonaco non dovrà presentare scarsa aderenza al supporto, peli, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, ecc., in tal caso, a discrezione del direttore dei lavori, dovranno essere demoliti e rifatti dall'appaltatore

I prodotti per rivestimenti si distinguono secondo:

1) *stato fisico:*

- rigidi (rivestimenti in ceramica – pietra – vetro – alluminio – gesso – ecc.);
- flessibili (carte da parati – tessuti da parati – ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci – vernicianti – rivestimenti plastici – ecc.).

2) *collocazione:*

- per esterno;
- per interno.

3) *collocazione nel sistema di rivestimento:*

- di fondo;
- intermedi;
- di finitura.

Il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

16.2 Prodotti rigidi

16.2.1 Piastrelle di ceramica

Con riferimento al D.M. 26 giugno 1997, recante istituzione dei marchi «ceramica artistica e tradizionale» e «ceramica di qualità», la ceramica artistica e tradizionale deve recare il marchio previsto.

Per le piastrelle di ceramica, per qualunque altra indicazione o contestazione si rimanda alle prescrizioni delle norme UNI vigenti.

16.2.2 Lastre di pietra naturale

Per le lastre di pietra naturale valgono le indicazioni del progetto esecutivo circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o a integrazione di indicazioni del progetto esecutivo valgono i criteri di accettazione generali indicati nell'art. 18. Sono comunque da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione dagli agenti atmosferici e altro.

16.2.3 Elementi di metallo o materia plastica

Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto esecutivo.

Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi, ecc.) e alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte in norme UNI in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati e alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure in loro mancanza valgono quelle dichiarate dal fabbricante e accettate dalla direzione dei lavori.

Saranno inoltre predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.

Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc. le caratteristiche di resistenza all'usura, ai mutamenti di colore, ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento.

La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione, produzione di rumore tenuto anche conto dei sistemi di fissaggio al supporto.

16.2.4 Lastre di cartongesso

Il cartongesso è un materiale costituito da uno strato di gesso racchiuso fra due fogli di cartone speciale resistente e aderente.

In cartongesso si possono eseguire controsoffitti piani o sagomati, pareti divisorie che permettono l'alloggiamento di impianti tecnici e l'inserimento di materiali termo-acustici. Queste opere possono essere in classe 1 o classe 0 di reazione al fuoco e anche REI 60' / 90' / 120' di resistenza al fuoco.

Il prodotto in lastre deve essere fissato con viti autofilettanti a una struttura metallica in lamiera di acciaio zincato mentre nel caso di contropareti, deve essere fissato direttamente sulla parete esistente con colla e tasselli, le giunzioni devono essere sigillate e rasate con appositi materiali.

Per i requisiti d'accettazione si rinvia all'articolo sui prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

16.2.5 Lastre di fibrocemento ecologico

Il fibrocemento ecologico è composto da cemento e fibre organiche stabilizzate. I prodotti in fibrocemento vengono ottenuti da una miscela i cui componenti sono: cemento, acqua, silice, cellulosa, fibre sintetiche. Si riportano le seguenti percentuali indicative di composizione:

- 40% legante (cemento Portland);
- 30% aria (pori);
- 12% acqua;
- 11% additivi (polvere calcarea, fibrocemento in polvere);
- 5% fibre di processo (cellulosa);
- % fibre di rinforzo (sintetiche organiche, alcool polivinilico, poliacrilonitrile).

Nell'impasto deve essere impiegato cemento Portland a granulometria fine, che abbia come caratteristiche indurimento rapido e presa lenta. Le varie fibre devono essere preparate e trattate con lo scopo di renderle il più possibile stabili.

Il prodotto deve essere indeformabile, flessibile, robusto e incombustibile, resistere a severe condizioni climatiche, agli urti e a elevati sovraccarichi.

Per la posa in opera di lastre di fibrocemento ecologico ondulate si rimanda alle prescrizioni sui prodotti per coperture discontinue. Le lastre per coperture che possono essere di diverso tipo:

- lastre piane;
- lastre ondulate rette;
- lastre ondulate curve;
- lastre a greca.

Le lastre in fibrocemento ecologico per essere accettate devono possedere le seguenti caratteristiche::

- incombustibilità;
- elevata resistenza meccanica;
- indeformabilità;

- elasticità e grande lavorabilità;
- fonoassorbente;
- imputrescibilità e inattaccabilità da parte di funghi e parassiti;
- impermeabilità all'acqua;
- permeabilità al vapore;
- elevata resistenza ai cicli gelo/disgelo;
- leggerezza;
- assenza di manutenzione.

16.2.6 Lastre di calcestruzzo

Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'articolo su prodotti di calcestruzzo con in aggiunta le caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) e agli elementi aggressivi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria.

Per gli elementi piccoli e medi fino a 1,2 m come dimensione massima si debbono realizzare opportuni punti di fissaggio e aggancio. Per gli elementi grandi (pannelli prefabbricati) valgono per quanto applicabili e/o in via orientativa le prescrizioni dell'articolo sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo.

16.2.7 Prodotti vernicianti

I prodotti vernicianti sono prodotti applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola e hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi UV;
- ridurre il passaggio della CO₂;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco;
- avere funzione passivante del ferro;
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto esecutivo o in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

Art. 17 – Sigillanti, adesivi e geotessili

17.1 Sigillanti

Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc.

Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto o alle norme:

UNI 9610 Edilizia. *Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Requisiti e prove.*

UNI 9611 Edilizia. *Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Confezionamento.*

in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore e accettati dalla direzione dei lavori.

17.2 Adesivi

Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto a uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente e alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

17.2.1 Adesivi per piastrelle

Gli adesivi per piastrelle dovranno rispondere ai requisiti previsti dalle seguenti norme:

UNI EN 1323 *Adesivi per piastrelle. Lastra di calcestruzzo per le prove.*

UNI EN 1324 *Adesivi per piastrelle. Determinazione dell'adesione mediante sollecitazione al taglio di adesivi in dispersione.*

UNI EN 1308 *Adesivi per piastrelle. Determinazione dello scorrimento.*

UNI EN 1346 *Adesivi per piastrelle. Determinazione del tempo aperto.*

UNI EN 1347 *Adesivi per piastrelle. Determinazione del potere bagnante.*

UNI EN 1348 *Adesivi per piastrelle. Determinazione dell'aderenza mediante trazione su adesivi cementizi.*

17.2.2 Metodi di prova

I metodi di prova sui requisiti dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

UNI EN 828 *Adesivi. Bagnabilità. Determinazione mediante misurazione dell'angolo di contatto e della tensione superficiale critica della superficie solida.*

UNI EN 1066 *Adesivi. Campionamento.*

UNI EN 924 *Adesivi. Adesivi con e senza solvente. Determinazione del punto di infiammabilità.*

UNI EN 1067 *Adesivi. Esame e preparazione di campioni per le prove.*

UNI EN 1465 *Adesivi. Determinazione della resistenza al taglio per trazione di assemblaggi a due substrati rigidi incollati.*

UNI EN 1841 *Adesivi. Metodi di prova degli adesivi per rivestimenti di pavimentazione e pareti. Determinazione delle variazioni dimensionali di un rivestimento per pavimentazione in linoleum a contatto con un adesivo.*

UNI 9056 *Adesivi. Determinazione della viscosità apparente con viscosimetro a rotazione.*

UNI 9059 *Adesivi. Determinazione del tempo di gelificazione di resine ureiche.*

UNI 9445 *Adesivi. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo sfera e anello degli adesivi termofusibili.*

UNI 9446 *Adesivi. Determinazione della massa volumica apparente di adesivi in polvere per rivestimenti ceramici.*

UNI 9447 *Adesivi. Determinazione dell'appiccicosità col metodo della sfera rotolante (rolling ball tack).*

UNI 9591 *Adesivi. Determinazione della resistenza al distacco (peeling) a caldo di un adesivo per incollaggio di policloruro di vinile (PVC) su legno.*

UNI 9594 *Adesivi. Determinazione del tempo aperto massimo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione.*

UNI 9595 *Adesivi. Determinazione della rapidità di presa a freddo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione.*

UNI 9752 *Adesivi. Determinazione del potere bagnante di un adesivo mediante la misura dell'angolo di contatto.*

UNI 10765 *Additivi per impasti cementizi. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità.*

UNI EN 26922 *Adesivi. Determinazione della resistenza alla trazione dei giunti di testa.*

UNI EN 28510-1 *Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 90.*

- UNI EN 28510-2** *Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 180°.*
- UNI EN 29142** *Adesivi. Guida alla scelta di condizioni normalizzate di laboratorio per le prove di invecchiamento su giunti adesivi.*
- UNI EN 29653** *Adesivi. Metodo per la determinazione del potere adesivo mediante prova di resistenza al taglio.*

In luogo delle certificazioni di prova l'appaltatore potrà fornire la certificazione rilasciata dal produttore previa accettazione della direzione dei lavori.

17.3 Geotessili

Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) e in coperture. La natura del polimero costituente è : poliesteri, polipropilene, poliammide.

Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo. Sono caratterizzati da:

- da filamento continuo (o da fiocco);
- il trattamento legante è meccanico (o chimico o termico);

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette s'intende comprovato quando il prodotto risponde a una norma UNI di cui al successivo punto e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore e accettati dalla direzione dei lavori.

17.3.1 Geotessili. Norme di riferimento

Quando non è specificato nel progetto esecutivo, i geotessili devono essere rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- UNI EN 918** *Geotessili e prodotti affini. Prova di punzonamento dinamico (metodo della caduta del cono).*
- UNI EN ISO 9863-2** *Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite. Procedura per la determinazione dello spessore dei singoli strati di prodotti multiestrato.*
- UNI EN ISO 10319** *Geotessili. Prova di trazione a banda larga.*
- UNI EN ISO 10321** *Geotessili. Prova di trazione a banda larga per giunzioni e cuciture.*
- UNI ENV 12447** *Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'idrolisi.*
- UNI ENV 12224** *Geotessili e prodotti affini. Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici.*
- UNI ENV 12225** *Geotessili e prodotti affini. Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interrimento.*
- UNI ENV 12226** *Geotessili e prodotti affini. Prove generali per valutazioni successive a prove di curabilità.*
- UNI EN ISO 12236** *Geotessili e prodotti affini. Prova di punzonamento statico (metodo CBR).*
- UNI ENV ISO 13438** *Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'ossidazione.*

17.3.2 Nontessuti. Norme di riferimento

Per quanto non espressamente indicato per i nontessuti si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI 8279-1** *Nontessuti. Metodi di prova. Campionamento.*
- UNI 8279-3** *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della permeabilità all'aria.*
- UNI 8279-4** *Nontessuti. Metodi di prova. Prova di trazione (metodo di Grab).*
- UNI 8279-5** *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'assorbimento di liquidi (metodo del cestello).*
- UNI 8279-6** *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'assorbimento di liquidi (metodo della rete).*
- UNI 8279-7** *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'ascensione capillare.*
- UNI 8279-11** *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza alla perforazione con il metodo della sfera.*
- UNI 8279-12** *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della variazione dimensionale a caldo.*
- UNI 8279-13** *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del coefficiente di permeabilità radiale all'acqua.*
- UNI 8279-14** *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza al punzonamento e della deformazione a rottura (metodo della penetrazione).*
- UNI 8279-16** *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del tempo di assorbimento di acqua (metodo della goccia).*
- UNI EN 29073-1** *Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della massa areica.*
- UNI EN 29073-3** *Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della resistenza a trazione e dell'allungamento.*
- UNI EN 29092** *Tessili. Nontessuti. Definizione.*

ART. 18 – IMPERMEABILIZZAZIONI E COPERTURE PIANE**18.1 Generalità**

I prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane sono sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo o a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo o a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

18.2 Membrane

Le membrane si classificano in base:

- 1) al materiale componente (esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
- 2) al materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
- 3) al materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
- 4) al materiale di finitura della faccia inferiore (esempio: poliestere non tessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

18.3 Prodotti forniti in contenitori

I prodotti forniti in contenitori possono essere:

- 1) mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- 2) asfalti colati;
- 3) malte asfaltiche;
- 4) prodotti termoplastici;
- 5) soluzioni in solvente di bitume;
- 6) emulsioni acquose di bitume;
- 7) prodotti a base di polimeri organici.**

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura, le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alla posa in opera.

Il direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.) devono rispondere alle prescrizioni del progetto e in mancanza o a loro completamento alla norma **UNI 8178**.

18.4 Membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore

Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- invecchiamento termico in acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente a trazione e avere adeguata impermeabilità all'aria.

18.4.1. Caratteristiche di accettazione

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alle norme:

UNI 9380-1 *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per strato di barriera e/o schermo al vapore.*

UNI 9380-2 *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per strato di barriera e/o schermo al vapore.*

oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

Le membrane rispondenti alle varie parti della norma **UNI 8629** per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego:

UNI 8629-1 *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Caratteristiche prestazionali e loro significatività.*

UNI 8629-2	<i>Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per elemento di tenuta.</i>
UNI 8629-3	<i>Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPE per elemento di tenuta.</i>
UNI 8629-4	<i>Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione per tipi EPDM e IIR per elementi di tenuta.</i>
UNI 8629-5	<i>Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP (con autoprotezione metallica) per elemento di tenuta.</i>
UNI 8629-6	<i>Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi a base di PVC plastificato per elementi di tenuta.</i>
UNI 8629-7	<i>Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF (con autoprotezione metallica) per elemento di tenuta.</i>
UNI 8629-8	<i>Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per elemento di tenuta.</i>

18.5 Membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore

Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;
- invecchiamento termico in acqua.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma **UNI 9168**, oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

Le membrane rispondenti alle norme **UNI 9380** e **UNI 8629** per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

18.6 Membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria

Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- le giunzioni devono resistere alla trazione e alla permeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma:

UNI 9168-1 *Membrane complementari per impermeabilizzazione. Limiti di accettazione dei tipi con armatura cartafeltro o vetro velo.*

UNI 9168-2 *Membrane complementari per impermeabilizzazione. Limiti di accettazione dei tipi BOF.*

Oppure per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

Le membrane rispondenti alle norme **UNI 9380** e **UNI 8629** per le caratteristiche precitate sono valide anche per formare strati di tenuta all'aria.

18.7 Membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua

Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria e acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);

– le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione e avere impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla varie parti della norma **UNI 8629** (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

18.8 Membrane destinate a formare strati di protezione

Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla varie parti della norma **UNI 8629** (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

18.9 Membrane a base di elastomeri e di plastomeri

Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri dei tipi elencati nel seguente lettera *a*) utilizzate per impermeabilizzazione delle opere elencate nel seguente lettera *b*) devono rispondere alle prescrizioni elencate nel successivo lettera *c*).

a) I tipi di membrane considerati sono:

- membrane in materiale elastomerico senza armatura (per materiale elastomerico si intende un materiale che sia fondamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata);
- membrane in materiale elastomerico dotate di armatura (per materiale plastomerico si intende un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente generalmente a quello di impiego ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (come per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate);
- membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura;
- membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura;
- membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene);
- membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfanato) dotate di armatura;
- membrane polimeriche accoppiate (membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione altra funzione particolare, comunque non di tenuta. In questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore);

b) Classi di utilizzo:

Classe A – membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio, bacini, dighe, sbarramenti, ecc.);

Classe B – membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio, canali, acquedotti, ecc.);

Classe C – membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (per esempio, fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc);

Classe D – membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce.

Classe E – membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio, discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.);

Classe F – membrane adatte per il contatto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio, acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).

Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi.

c) Le membrane di cui alla lettera a) sono valide per gli impieghi di cui alla lettera b) purché rispettino le caratteristiche previste nelle varie parti della norma **UNI 8898** (varie parti):

18.10 Prodotti forniti sotto forma di liquidi o paste

I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana) a secondo del materiale costituente, devono rispondere alle caratteristiche e i valori di limiti di riferimento normalmente applicati; quando non sono riportati limiti si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettati dalla direzione dei lavori.

18.10.1 Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni

I bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere ai limiti specificati, per i diversi tipi, alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI 4157 Edilizia. Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni. Campionamento e limiti di accettazione.

UNI 4163 Impermeabilizzazione delle coperture. Bitumi da spalmatura. Determinazione dell'indice di penetrazione dei bitumi.

Tabella 24.1 – Caratteristiche dei bitumi da spalmatura

Indicazione per la designazione	Penetrazione a 25°C dmm/min	Punto di rammollimento (palla anello°C/min)
0	40	55
15	35	65
25	20	80

18.10.2 Malte asfaltiche

Le malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alle seguenti norme:

UNI 5660 Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Caratteristiche e prelievo dei campioni.

UNI 5661 Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo palla-anello.

UNI 5662 Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione dello scorrimento su piano inclinato.

UNI 5663 Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione della fragilità (punto di rottura).

UNI 5664 Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua.

18.10.3 Asfalti colati

Gli asfalti colati per impermeabilizzazioni **UNI 5665** Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Trattamento di termo-ossidazione.

devono rispondere alle seguenti norme:

UNI 5654 Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Caratteristiche e prelievo dei campioni.

UNI 5655 Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo palla-anello.

UNI 5656 Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione dello scorrimento su piano inclinato.

UNI 5657 Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione della fragilità a freddo.

UNI 5658 Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua.

UNI 5659 Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Trattamento di termo-ossidazione.

18.10.4 Mastice di rocce asfaltiche

Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alle seguenti norme:

UNI 4377 Impermeabilizzazione delle coperture. Mastice di rocce asfaltiche per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati.

18.10.5 Mastice di asfalto sintetico

Il mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alle seguenti norme:

UNI 4378 Impermeabilizzazione delle coperture. Mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati.

UNI 4379 Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione dell'impronta nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici.

- UNI 4380** Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione delle sostanze solubili in solfuro di carbonio presenti nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici.
- UNI 4381** Impermeabilizzazione delle coperture. Estrazione del bitume dai mastici di rocce asfaltiche e dai mastici di asfalto sintetici.
- UNI 4382** Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione degli asfaltini presenti nei bitumi contenuti nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici.
- UNI 4383** Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione dei carbonati presenti nel materiale minerale.
- UNI 4384** Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione delle sostanze insolubili in acido cloridrico presenti nel materiale minerale contenuto nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici.
- UNI 4385** Impermeabilizzazione delle coperture. Controllo granulometrico del materiale minerale contenuto nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici.

18.10.6 Prodotti fluidi o in pasta a base di polimeri organici

I prodotti fluidi o in pasta a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanic, epossipoliuretanic, epossicatrame, polimetencatrame, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati) devono essere valutate in base alle caratteristiche e limiti di riferimento normalmente applicati; quando non sono riportati limiti si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettati dalla direzione dei lavori.

18.11 Altre norme di riferimento

- UNI 8178** Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali.
- UNI 9380-1** Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per strato di barriera e/o schermo al vapore.
- UNI 9380-2** Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per strato di barriera e/o schermo al vapore.
- UNI 9460** Coperture discontinue. Codice di pratica per la progettazione e l'esecuzione di coperture discontinue con tegole di laterizio e cemento

Art: 19 ACCIAI PER CEMENTO ARMATO NORMALE

19.1.0 Generalità

Per il cemento armato ordinario è ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili, del tipo ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure di cui al punto 11.2.1 delle Norme Tecniche cui è fatto riferimento nelle Generalità e controllati con le modalità riportate nel punto 11.2.2.10 delle stesse norme.

I controlli in cantiere (o nei luoghi di lavorazione) sono obbligatori. Egli saranno riferiti agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.2.2.10(3) delle norme, in tre spezzoni marcati dello stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri per 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 (o luogo di lavorazione) 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 11.2.10.3. delle Norme Tecniche e qui riprodotta. Ove i risultati non siano conformi, si opererà come particolarmente previsto nello stesso paragrafo.

E' previsto l'uso di acciai inossidabili o zincati, purchè 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.

TAB. 28 - 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

19.1.1 Acciaio laminato a caldo

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato **B450C** e caratterizzato da una tensione caratteristica di snervamento (f_{yk}) di 450 N/mm² e di rottura (f_{tk}) di 450 N/mm², dovrà rispettare i requisiti riportati nella tab. 11.2.1 delle norme tecniche, parzialmente riprodotta a fianco.

TAB. 29 - Acciaio per c.a. laminato a caldo. Requisiti (parziali)

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

19.1.2 Acciaio laminato a freddo

L'acciaio per cemento armato trafilato a freddo, denominato **B450A** e caratterizzato dai medesimi valori normali dell'acciaio laminato a caldo, dovrà rispettare i requisiti riportati nella corrispondente Tab. 11.2.1b e qui riprodotta parzialmente.

------(1)
 Diametro barre compreso tra 5 e 32 mm; Diametro rotoli fino a 16mm. I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marcatura differenziata.

19.1.3 Barre e rotoli

Tutti gli acciai per cemento armato dovranno essere, come già specificato nelle generalità, del tipo "ad aderenza maggiorata". Le barre, caratterizzate dal diametro della barra tonda liscia equivalente, avranno diametro compreso tra 6 e 50 mm (1). Per gli acciai forniti in rotoli, il diametro massimo ammesso sarà non superiore a 16 mm.

TAB. 30 - Acciaio per c.a. laminato a freddo. Requisiti (parziali)

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

19.1.4 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.

19.1.5 Reti e tralicci elettrosaldati

Dovranno essere costituiti con barre aventi diametro compreso tra 5 e 12 mm, formanti maglia con lato non superiore a 330mm. I nodi delle reti dovranno resistere ad una forza di distacco, determinata secondo UNI EN ISO 15630-2 pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore. La marcatura dovrà rientrare nella casistica di cui al punto 11.2.2.5 delle norme tecniche.

19.1.6 Tolleranze dimensionali

L deviazione ammissibile per la massa normale delle barre deve rientrare nei limiti previsti dalla Tab. 11.2.III delle norme tecniche.

19.1.7 Centri di trasformazione

I centri di trasformazione possono ricevere e lavorare solo per prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista al punto 11.2.1.3 delle norme. In ogni caso i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi degli attestati di qualificazione del prodotto d'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 11.2.2.10.3 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 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 d'origine.

19.2 ACCIAI PER CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO

Gli acciai per armature da precompressione potranno essere forniti in rotoli (fili, tecce, trefoli), su bobine (trefoli), ed in fasci (barre). I fili potranno essere lisci, ondulati, con impronte, tondi o di altre forme: saranno individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equie sante(2). Le barre potranno essere lisce, a filtratura continuata o parziale, con risalti: saranno individuate mediante il diametro nominale.

I fili dovranno essere forniti in rotoli di diametro tale che, all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10m, non presentino curvature con freccia superiore a 400mm, il produttore dovrà indicare il diametro minimo di avvolgimento. Ciascun rotolo di filo (liscio, ondulato o con impronte) dovrà essere esente da saldature. Saranno ammesse le saldature sui fili componenti le trecce ed i trefoli se effettuate prima della trafilatura; per i trefoli sono ammesse saldature anche durante l'operazione di cordatura purchè tali saldature siano opportunamente distanziate e sfalsate.

Per quanto riguarda la marcatura dei prodotti, generalmente costituita da sigillo od etichettatura sulle legature, e per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato ai punti 11.2.1.2 e 11.2.1.3 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" in parte richiamate nelle generalità.

All'atto della posa in opera gli acciai dovranno presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili, pieghe; non sarà per tanto ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento. Sarà tollerata unicamente un'ossidazione che scompaia con lo sfregamento di un panno asciutto. Per il resto, dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui al 11.2.3 delle superiori disposizioni e di quelle che in materia venissero successivamente emanate.

19.3 ACCIAI PER STUTTURE METALLICHE

19.3.0 Generalità

Gli acciai da impiegare nelle strutture metalliche dovranno rispettare le prescrizioni contenute nel paragrafo 11.2.4 delle "Norme Tecniche" di cui al D.M. 14 settembre 2005, più volte richiamato, con le eventuali successive modifiche ed integrazioni. Potranno essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della Direttiva 89/106 CEE(3)

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche, il prelievo dei saggi, la posizione del prelievo, la preparazione delle provette e le modalità di prova dovranno osservarsi le prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-1, UNI EN 10045-1. Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla EN 1090. Si richiamano inoltre le norme:

UNI EN 10025-1 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Condizioni tecniche generali di fornitura.

UNI EN 10210-1 Profili cavi finiti a caldo di acciai non legati ed a grana fine per impieghi strutturali di fornitura.

UNI EN 10219-1 Profili formati a freddo di acciaio non legato ed a grana fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura.

- (1) Per barre con diametri superiori a 40mm la struttura va considerata composta e valgono le regole delle strutture composte acciaio-agglomerato cementizio.
- (2) Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle Infrastrutture. Servizio Tecnico Centrale(STC)
- (3) Tali caratteristiche saranno peraltro contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, la marcatura CE di cui DPR246/93

I controlli di cantiere sono obbligatori. Dovranno essere effettuate per ogni fornitura minimo tre prove, di cui almeno due sugli spessori massimo e minimo. I dati sperimentali ottenuti dovranno soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle norme della serie UNI EN 10025 ovvero della tabella più avanti riportata per i profilati cavi, per quanto concerne l'allungamento e la resistenza, nonché le norme superiormente richiamate per le caratteristiche chimiche. Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura (R_m) non dovrà risultare inferiore ai limiti tabellari (v. es Tab. 31 per i prodotti di cui alla norma UNI EN 10020-2)

Il prelievo dei campioni sarà effettuato a cura del Direttore dei lavori (tecnico di sua fiducia) che dovrà validare mediante sigle, etichettature indelebili ecc., i campioni inviati in laboratorio per le prove richieste.

Per la particolare procedura, per le caratteristiche delle certificazioni rilasciate e per gli ulteriori controlli d'obbligo da parte dei laboratori di prova, si rinvia comunque al punto 11.2.4.8.3 delle norme tecniche.

Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da scaglie, paglie, ripiegature, cricche ed altri difetti che ne possano pregiudicare ragionevolmente la possibilità d'impiego. Sarà tollerata la presenza di lievi sporgenze o rientranze, di leggere rigature e violature, purchè non venga superata la tolleranza in meno prescritta sullo spessore. Valgono sull'argomento le norme UNI EN 10163-1-2-3

TAB. 31 - Prodotti piani e lunghi di acciaio non legato UNI EN 10025-2. Carichi unitari di rottura a trazione

DESIGNAZIONE Secondo EN 10027-1 (1)	Carico unitario di rottura a trazione R _m (N/mm ²)				
	Spessore nominale in mm				
	< 3	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250 ≤ 400
S235JR	360 - 510	360 - 510	350 - 500	340 - 490	-
S235J0	360 - 510	360 - 510	350 - 500	340 - 490	-
S235J2	360 - 510	360 - 510	350 - 500	340 - 490	330 - 480
S275JR	430 - 580	410 - 560	400 - 540	380 - 540	-
S275J0	430 - 580	410 - 560	400 - 540	380 - 540	-
S275J2	430 - 580	410 - 560	400 - 540	380 - 540	330 - 540
S355JR	510 - 680	470 - 630	450 - 600	450 - 600	-
S355J0	510 - 680	470 - 630	450 - 600	450 - 600	-
S355J2	510 - 680	470 - 630	450 - 600	450 - 600	450 - 600
S355K2	510 - 680	470 - 630	450 - 600	450 - 600	450 - 600
S450J0*	-	550 - 720	530 - 700	-	-

* Applicabile solo per prodotti lunghi.

19.3.1 Acciaio laminato- Prodotti piani e lunghi

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti e lamiere devono appartenere in uno dei tipi previsti nella norma UNI EN 10025(1:6) ed essere in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale secondo le procedure di cui al punto 11.2.4.8 delle "Norme Tecniche"

Il produttore dovrà dichiarare nelle forme previste, le caratteristiche di cui al prospetto ZA1 dell'appendice ZA della norma UNI EN 10025.1. Tali caratteristiche dovranno rispettare, per i diversi tipi di acciaio di cui alle UNI EN 10025(2:6) i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche(2)

19.3.2 Acciaio laminato- Profilati aperti

Avranno dimensioni e tolleranze come da relative norme UNI tra cui si citano: UNI 5397 (Travi ad ali larghe e parallele; UNI 5398 Travi IPE ad ali parallele); UNI 5679 (Travi IPN); UNI 5681 (Profilati a T a spigoli vivi).

19.3.3 Acciaio laminato- Profili cavi

Gli acciai di uso generale in forma di profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nostro laminato a caldo), dovranno appartenere ad uno dei tipi aventi le caratteristiche meccaniche di cui alle specifiche norme riportate nella tabella che segue nelle classi di duttilità JR, JO, J2 e K2. Il produttore dovrà dichiarare le caratteristiche tecniche come al precedente punto 46.3.1.

19.3.4 Acciaio per getti

Per l'esecuzione di parti in getti di acciaio Fe G 400, Fe G 450, Fe G

, UNI 3158 ed UNI 3158 FA152-85 o equivalenti. Quando detti acciai debbano essere saldati, dovranno sottostare alle stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza similare.

TAB. 32 - Caratteristiche tecniche per profilati cavi

ACCIAIO	Norma	Tabelle di riferimento	
Profilati cavi finiti a caldo	UNI EN 10210-1	Non legati:	A1, A2, A3
		A grana fine:	B1, B2, B3
Profilati cavi saldati formati a freddo	UNI EN 10219-1	Materiale di partenza allo stato:	A1, A2, A3
		- Normalizzato:	B1, B3, B4
		- Termomeccanico:	B2, B3, B5

19.3.5 Acciaio per strutture saldate

L'acciaio da saldare, oltre a soddisfare le condizioni indicate nelle generalità, dovrà soddisfare, per ciò che riguarda la composizione chimica e la temperatura minima di impiego (con riferimento alla fragilità alle basse temperature), le prescrizioni di cui al punto 11.2.4.4. delle "Norme Tecniche".

19.3.6 Bulloni e chiodi

Dovranno possedere le caratteristiche riportate al punto 11.2.4.6. delle "Norme Tecniche".

-
- (1) Per gli acciai designati in tabella il simbolo "S" indica gli acciai per impieghi strutturali, il numero indica il carico unitario di snervamento minimo prescritto, in N/mm² e gli ulteriori simboli indicano caratteristiche aggiuntive secondo la Circolare d'informazione CI 10 dell'ECISS.
 - (2) Tali caratteristiche saranno peraltro contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. 246/93.

19.4 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 3mm. Tolleranze dimensionali, di forma e sulla massa.

19.4.1 Lamiere zincate- 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 ZN99,5 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)(1).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 cromico(passivamente) con esclusione, per tale ultima operazione, dei prodotti a superficie levigata.

19.4.2 Lamiere zincate con procedimento continuo a caldo

Salvo diversa prescrizione, per tutti i manufatti pervisti in lamiera zincata quali coperture, rivestimenti, infissi, serrande, gronde, converse, serbatoi d'acqua, 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 di ferro-zinco molto sottile ed uniforme(2).

La zincatura Z450 sarà tassativamente prescritta per le lamiere destinate alla costruzione dei serbatoi d'acqua o da impiegarsi in ambienti aggressivi. In nessun caso la fornitura potrà prevedere manufatti con grado di zincatura Z140

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2
TAB. 33 - 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

Nei caso di rivestimenti differenziati le relative specifiche, non risultando ancora unificate, saranno appositamente indicate.

19.4.3 Lamiere zincate preverniciate

Saranno ottenute con procedimento industriale di verniciatura continua, orevia fosfatizzazione a caldo ed essiccamento in forno a temperature rapportate al processo di polimerizzazione. Le forniture potranno essere a base di resine alchiliche-ammidiche, acriliche termoplastiche o termoaderenti, epossimelaminiche o ureiche, ecc. Qualunque sia comunque il prodotto verniciante, lo spessore reso dello stesso dovrà risultare, per la faccia esposta, non inferiore a 30 micron e per quella non esposta, non inferiore a 10 micron. Qualora che per quest'ultima non fosse richiesta la verniciatura, si darà corso al trattamento con una mano di fondo (primer).

I controlli di qualità accerteranno la tipologia, lo spessore e la durezza del rivestimento, il grado di polimerizzazione, la resistenza all'abrasione ed al distacco ed il grado di brillantezza. Si farà riferimento alla norma:

UNI EN 10169 – Prodotti piatti di acciaio ricoperti con rivestimento organico.

19.4.4 Lamiere zincate plastificate

Salvo diversa prescrizione, saranno costituite da lamiera zincata rivestita con cloruro di polivinile plastificato UNI EN 5575 o fluoruro di polivinilidene (PFV). Saranno impiegate foglie lisce o goffrate, del colore richiesto, di spessore non inferiore a 150 micron.

19.4.5 Lamiere rivestite con smalto porcellanato

Saranno realizzate in accordo con la normativa UNI 8762, 9757 e 10821.

19.4.6 Lamiere bugnate o striate

Impiegate per la formazione di piani pedonabili o carrabili, dovranno rispondere, per dimensioni e tolleranze, alle prescrizioni delle norme UNI 4630 (lamiere bugnate) e UNI 3151 (lamiere striate). 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 lamatura, 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.

19.4.7 Lamiere grecate

Qualunque sia il materiale di formazione (acciaio lucido zincato, preverniciato plastificato, inossidabile; alluminio naturale, smaltato, rame, ecc.) saranno ottenute tramite profilatura a freddo e tranciatura con stampo e controstampo; di conseguenza le lamiere saranno fornite, per lunghezze anche superiori a 10m, in unico pezzo.

Le lamiere si presenteranno prive di svergolamenti, deformazioni e difetti superficiali di qualunque genere; i rivestimenti dovranno essere ben aderenti e continui, senza danni di sorta. Lo spessore non sarà mai inferiore a 0,6 mm per le lamiere da impiegarsi nei manti di copertura, a 0,7 mm per quelle da impiegarsi nei solai con soletta collaborante ed a 0,8 mm per i solai a secco. La tolleranza sullo spessore sarà conforme alle relative norme UNI EN ed in ogni caso mai superiore al +10%. Si richiamano la EN 14752 ed il punto 11.2.4.8.1.1. delle Norme Tecniche.

19.5 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 – 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. 34 - 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. 35 - 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	138	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

TAB. 36 - Acciai inossidabili AISI ed UNI. Tabella di corrispondenza approssimativa

NOMENCLATURA AISI		NOMENCLATURA UNI
Serie 300	301	x 12 Cr Ni 17 07
	302	x 10 Cr Ni 18 09
	304	x 5 Cr Ni 18 10
	316	x 5 Cr Ni Mo 17 12
Serie 400	430	x 8 Cr 17
	409L	x 2 Cr Ti 12

19.6 ACCIAIO INOSSIDABILE

Caratterizzato da un contenuto di cromo superiore del 12% dovrà presentare elevata resistenza all'ossidazione ed alla corrosione e rispondere alle classifiche e prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 10088-1 – Acciai inossidabili. Lista

UNI EN 10088-2- Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali.

Oltre alla classificazione UNI EN verrà anche usata abitualmente la classificazione AISI (American Iron and Steel Institute) per la quale si riporta sotto una tabella di approssimativa corrispondenza.

Per la designazione si farà riferimento alla UNI EN 10027/1, specificando che trattasi di acciai designati per composizione chimica dove "X" sta per acciaio legato, il primo numero indica la percentuale di carbonio ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi in lega, in %.

20 TUBI DI ACCIAIO

20.1 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 alla normativa generale di unificazione di seguito riportata:

UNI EN – 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 – Idem . Tubi saldati.

I tubi dovranno risultare ragionevolmente dritti a vista e presentare sezione circolare entro tolleranze prescritte; saranno privi di difetti superficiali (interni ed esterni) che possano pregiudicarne l'impiego: è ammessa la loro eliminazione purchè 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.

20.1.1. Tubi di acciaio per impiantistica – Tubi zincati

Già commercialmente definiti "tubi gas", potranno essere impiegati, secondo prescrizione, nelle normali installazioni per condutture di acqua calda e fredda, impianti di riscaldamento ecc.. I tubi potranno essere senza saldatura o saldati e dovranno rispondere alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 10255 – Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura ed alla filettatura. Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10240 – Rivestimenti protettivi interni o esterni per tubi di acciaio. Prescrizioni per rivestimenti di zincatura per immersione a caldo applicati in impianti automatici.

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

Il materiale sarà costituito di acciaio del tipo S195T con carico unitario di rottura a trazione "Rm" di 320:520 Mpa (N/mm²) ed allungamento minimo del 20%. Le tolleranze sulle masse e gli spessori delle pareti saranno conformi ai valori riportati nella superiore norma.

TAB. 37 - Tubi di acciaio non legati adatti alla saldatura ed alla filettatura. Designazione e caratteristiche fisiche

Designazione		Rif. DN	Spessore s (mm)			PESO CONVENZIONALE DEI TUBI (kg/m)					
DE	FIL.		Serie leggera	Serie media	Serie pesante	Non filettati			Filettati con manicotto		
						Serie leggera	Serie media	Serie pesante	Serie leggera	Serie media	Serie pesante
17,2	3/8	10	2,0	2,3	2,9	0,74	0,84	1,02	0,75	0,85	1,03
21,3	1/2	15	2,3	2,6	3,2	1,08	1,21	1,44	1,09	1,22	1,45
26,9	3/4	20	2,3	2,6	3,2	1,39	1,56	1,87	1,40	1,57	1,88
33,7	1	25	2,9	3,2	4,0	2,20	2,41	2,93	2,22	2,43	2,95
42,4	1 1/4	32	2,9	3,2	4,0	2,82	3,10	3,79	2,85	3,13	3,82
48,3	1 1/2	40	2,9	3,2	4,0	3,24	3,56	4,37	3,28	3,60	4,41
60,3	2	50	3,2	3,6	4,5	4,49	5,03	6,19	4,56	5,10	6,26
76,1	2 1/2	65	3,2	3,6	4,5	5,75	6,42	7,93	5,85	6,54	8,05
88,9	3	80	3,2	4,0	5,0	6,76	8,36	10,30	6,93	8,53	10,50
114,3	4	100	3,6	4,5	5,4	9,83	12,20	14,50	10,10	12,50	14,80

20.1.2 Tubi per condotte

Dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma di unificazione (1)

UNI EN 10224 – Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura.

L'acciaio adoperato dovrà possedere, in rapporto al tipo, le caratteristiche meccaniche riportate nella tab. 38.

Diametri esterni e spessori saranno conformi al Prospetto 4 della norma. Le tolleranze sul diametro esterno (tubi del tipo BW saldati e elettricamente) saranno del +/- 1%, con un minimo di +/- 0,5 mm, per i tubi con diametro < 219,1 mm, e del +/- 0,75% per i tubi con diametro maggiore. Per i tubi senza saldatura sarà fatto riferimento, in funzione del rapporto spessore/diametro, al Prospetto 7 della norma.

TAB. 38 - Tubi di acciaio per condotte. Caratteristiche meccaniche

QUALITÀ DI ACCIAIO	PROVA DI TRAZIONE			
	Carico unitario di rottura R _m (Mpa)	Carico unitario di snervamento R _e (Mpa)		Allungamento long. trasv. %
		T ≤ 16 mm	T > 16 mm	
L 235	360 - 500	235	225	25 23
L 275	430 - 570	275	265	21 19
L 355	500 - 650	355	345	21 19

20.2. PRODOTTI GRIGLIATI ELETTTROSALDATI E/O PRESSATI

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

UNI 1102 – Pannelli e gradini di grigliato e/o pressato. Terminologia, tolleranze, requisiti e metodi di prova (1:3)

20.3 GHISA EPRODOTTI IN GHISA
20.3.1 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, gocce fredde ed altri difetti. Il materiale dei getti dovrà essere compatto e lavorabile alla lima ed aalo scalpello in tutte le parti. I singoli pezzi dovranno uscire perfetti in fusione, a superficie liscia e dovranno essere accuratamente sbavati e liberati dalla sabbia di formazione.

20.3.2 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.

20.3.3. Ghisa a grafite sferoidale per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma EN 1563.

TAB. 39 - Ghise per getti. Caratteristiche da trazione

GHISA SFEROIDALE	Resistenza a trazione R_m min (N/mm ²)	GHISA GRIGIA	Resistenza a trazione R_p min (N/mm ²)
900-2	900	100	100
800-2	800	150	150
700-2	700	200	200
600-3	600	250	250
500-7	500	300	300
450-10	450	350	350
400-15	400		
400-18	400		
350-22	350		

20.3.4 Tubi di ghisa grigia a sferoidale

I tubi saranno costituiti di ghisa di seconda fusione, centrifugata e ricotta, e saranno esenti da difetti di lavorazione che ne possano pregiudicare la funzionalità e la durata. Salvo diversa indicazione, i tubi saranno catramati o bitumati a caldo sia internamente che esternamente e tale strato protettivo, che dovrà risultare continuo e ben aderente, non dovrà pregiudicare i caratteri organolettici dell'acqua eventualmente convogliata. I tubi di ghisa sferoidale saranno rivestiti internamente, di norma, in malta cementizia centrifugata.

(1) La norma è valida per dimensioni trasversali dei tubi da 26,9 mm a 2743mm.

Le giunzioni tra i vari tubi potranno essere di tipo rigido od elastico: in quest' ultimo caso le guarnizioni che verranno fornite con tubi saranno fabbricate con gomme sintetiche resistenti sia all' invecchiamento che alla corrosione.

Per le tubazioni di ghisa grigia(per le condotte in pressione) dovrà essere rispettata, con riferimento alla qualità, alle prescrizioni ed alle prove, la norma UNI 5336. Tubi, raccordi e pezzi speciali saranno prodotti con ghisa UNI EN 1561. La pressione di prova per i tubi centrifugati sarà di 3,5 Mpa (1) fino a DN 600 nelle tre classi LA: A eB; oltre DN 600 sarà rispettivamente di 1,5, 2,0 e 2,5 Mpa per le tre classi (le classi AeB indicano tubi con pressione maggiorato del 10% e del 20% sulla serie normale LA)

Per i tubi di ghisa sferoidale, si farà riferimento alle norme UNI EN 545. Le caratteristiche meccaniche per tutti i DN, saranno le seguenti: carico unitario di rottura a trazione non inferiore a 420N/mm², allungamento a rotturamin. 10%, durezza Brinell max 230kg/mm² (per i tubi) e 250 kg/mm² (per i raccordi ed accessori).

I tubi saranno provati idraulicamente in officina alle pressioni di cui al punto 6.5.2. della UNI EN 545 e per la durata di almeno 10s; per k>9 (2) , laq pressione minima di prova assumerà i seguenti valori: 5Mpa per DN 40:300; 4 Mpa per DN 350 : 600; 3,2 Mpa per Dn 700: 1000; 2,5 Mpa per DN 1200:2000. Per K <9 sarà fatto riferimento ai valori riportati in prospetto 13 della UNI EN citata.

20.4 TUBI IN RAME

Dovranno essere di rame Cu- DHP (disossidato al fosforo) e prefabbricati con procedimento senza saldatura. Potranno essere forniti sia allo stato incrudito, in verghe, sia allo stato ricotto, in rotoli. In ogni caso dovranno essere conformi alla seguente norma:

UNI EN 1057 – Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento.

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

I tubi presenteranno residuo carbonioso sulla superficie interna non superiore a 0,2 mg/dm² e resistenza a trazione non inferiore a 220MPa per il tipo ricotto(R220) a 250 MPa per il tipo semiduro(R250) ed a 290 Mpa per il tipo duro (R290).

Le prove di trazione, di durezza, della pellicola di carbonio e di curvatura saranno effettuate secondo quanto riportato al punto 8 della norma. Potrà essere richiesta, per l'evidenziazione di eventuali microfori, la prova a correnti indotte, secondo UNI 7045.

Per l'impiego negli impianti idrosanitari i tubi dovranno avere la superficie interna con trattamento anticorrosione ed inoltre rispondere alle prescrizioni del D.P.R. 3 agosto 1968 n. 1095; saranno forniti, inoltre di guaina in PVC di spessore non inferiore a 2 mm stellata internamente e resistente ad una temperatura di almeno 100° C.

Per l'impiego negli impianti di climatizzazione i tubi potranno essere richiesti nel tipo preisolato (polietilene espanso a celle chiuse protetto con film dello stesso materiale) con guaina estrusa sul tubo o con guaina tubolare (3) di spessore prescritto.

I tubi di diametro da 10mm e fino a 54mm dovranno essere marcati in modo indelebile sulla lunghezza ad intervalli

Ripetuti non maggiori di 600mm, coi seguenti dati: riferimento alla (EN 1057), dimensioni nominali; diametro esterno per spessore, identificazione, con simbolo, dello stesso metallurgico, marchio del produttore, data di produzione: anno e trimestre o mese. I tubi al di fuori della gamma sopra riportata, dovranno essere marcati, analogamente, almeno in corrispondenza di entrambe le estremità.

- (2) Restano esclusi pertanto gli isolamenti ottenuti con materassino avvolto termosaldato

TAB. 40 - Tubi di rame. Diametri nominali e spessori raccomandati (parziali)

Diametro esterno nominale d	Spessore di parete nominale e							
	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	2,0
6	*		*		*			
8	*		*		*			
10	*	*	*		*			
12	*		*		*			
14								
15		*	*		*			
16								
18			*		*			
22				*	*	*	*	
25								
28				*	*	*	*	
35						*	*	
40								
42						*	*	
54						*	*	*
64								*

* dimensioni europee raccomandate

TAB. 41 - Guaina coibente estrusa. Caratteristiche

conduttività termica a 50 °C	0,040 W/mK
temperature di esercizio	-30 ÷ +95 °C
densità media del rivestimento	30 kg/m ³
spessore minimo del rivestimento	6 mm
resistenza alla diffusione del vapore (UNI 9233)	$\mu > 10000$
reazione al fuoco	classe 1

20.5 TUBI E RACCORDI IN PVC RIGIDO. RIFERIMENTI NORMATIVI

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 con plastificato (PVC-U). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema.

UNI EN 1401 -1 Sistemi di tubazioni in materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazione per tubi, i raccordi ed il sistema.

UNI EN 1452-1 Sistemi di tubazione 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)

UNI EN 1453-1- Sistemi di tubazione 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 tubazione 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 10968 - Sistemi di tubazione di materia plastica per scarichi interrati non a pressione. Sistemi di tubazione a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene(PP)e polietilene(PE). Parte I. Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

20.5.1 Tubi e raccordi per scarichi

Definiti secondo UNI EN 1329-1, dai codici "B" (2) e "D" (3) 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 normale dn e spessore di parete minimo e min come da tabella che segue, con tolleranze come da prospetti 1e3 della norma citata. Per le ulteriori dimensioni(bicchieri, raccordi e relative tipologie) si farà riferimento al punto 6 della stessa norma.

TAB. 72 - 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 (mm)	-	-	-	-	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

Come caratteristiche meccaniche e fisiche i tubi presenteranno una percentuale reale di rottura (TIR) per prova d'urto >10% salvo requisiti addizionali per installazione da effettuarsi a bassa temperatura (>-10° C v punto 7.1.2 della norma) temperatura di rammollimento Vicat (VST) > 79°C; ritiro longitudinale <5% e resistenza al diclorometano (prove EN 727, 743, 580 come da prospetto 19). Le giunzioni ed il sistema dovranno inoltre avere le caratteristiche di idoneità all'impiego come da prospetto 21 della stessa norma.

I tubi ed i raccordi destinati all'impiego nell'area D dovranno essere requisiti aggiuntivi come da punto 10 della norma e comunque rigidità nominale non minore di SN4. I materiali dovranno essere conformi alla EN 681-1; gli elastomeri termoplastici (TPE9 ai requisiti prestazionali a lungo termine di cui al prospetto 21. Gli adesivi non dovranno nuocere alle proprietà dei componenti del sistema.

I tubi dovranno essere marcati a distanza minima di 1m 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 l'impiego a bassa temperatura (4). La marcatura minima per i raccordi sarà conforme al prospetto 25 della UNI EN 1329-1

20.5.2 Tubi e raccordi per fognature e scarichi interrati

Definiti dai codici "U"(5) ed "UD"(6) in rapporto all'area di applicazione, saranno formati con PVC-U come al punto precedente ed avranno colore e spessore di norma marrone-arancio (RAL8023) o grigio (RAL 7037) (7).

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(8). Per le ulteriori dimensioni e tipologie di prodotti (bicchieri, raccordi, ecc) si farà riferimento al punto 6 della UNI EN 1401-1

(1)V. anche UNI EN 1452-3 (Raccordi); 1452-4(valvole ed attrezzature ausiliarie) 1452-5(idoneità all'impiego del sistema),;1452-6(Guida per l'installazione).

(2)Codice B: codice per l'area di applicazione per componenti destinati all'uso sopra terra all'interno degli edifici od in esterno, fissati alle pareti.

(3) Codice D: codice riferito ad un'area sotto ed entro 1m 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)

(4) Il simbolo per impiego a bassa temperatura è costituito dalla figura di un cristallo di ghiaccio.

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

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

(7) Secondo il registro dei colori RAL 840-HR

(8) I prodotti SN/SDR 51 sono utilizzabili esclusivamente nell'area "U".

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
" " "	3,2	3,2	4,0	4,9	6,2	7,7	9,8	12,3	15,4	19,6	24,5
SNS/SDR 34	3,2	3,7	4,7	5,9	7,3	9,2	11,7	14,6	18,4	-	-

I tubi ed i raccordi avranno caratteristiche meccaniche e fisiche come indicate al precedente punto 58.2.2 e per le quali si richiamano i prospetti 12 e 13 della UNI EN 1401-1. Lo stesso dicasi per quanto riguarda la marcatura.

20.5.3 Tubi e raccordi per adduzione d'acqua

Saranno fabbricati con una composizione di policloruro di vinile con 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 nei colori grigio, blu e crema. Avranno diametro esterno nominale di 12, 16, 20, 25, 32, 40,50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200,1000mm 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 $C=2,0$)(1): S20 (SDR 41) PN6; S16 (SDR 33) PN6; S12,5 (SDR 26) PN8 S10 (SDR 21) pn 10 S 8 (SDR 17) PN 12,5 S 6,3 (SDR 13,6) PN 16 S 5 (SDR 11) PN 20.

La massa volumica "p" dei tubi, misurata secondo ISO 1183 a 23° dovrà essere compresa tra i 1350 e 1460 kg/m³ la resistenza minima richiesta, MRS, come definita dalla EN 1452.1 dovrà essere almeno di 25 MPa(2) . La pressione operativa ammissibile (PFA) per temperatura fino a 25° sarà uguale alla pressione nominale PN; per temperature comprese tra i 25 e 45°C, alla PN sarà applicato un coefficiente di riduzione dato dal diagramma riportato nell' Appendice A della UNI EN 1452-2.

Come caratteristiche meccaniche i tubi con spessore nominale di parete >14,9mm, provati secondo EN 744, dovranno avere un TIR >10%; i tubi della serie da S5 A S 10 dovranno essere sottoposti a prova di livello medio, M, e quelli della serie da S 12,5 a S20 a prova di livello elevato, H, secondo prospetto 6. Si farà invece riferimento al prospetto 7 per la prova di resistenza alla pressione idrostatica interna (secondo EN 921). I tubi dovranno presentare temperatura di rammollimento Vicat(VST) > 80°C, ritiro longitudinale>5% e non devono contenere cloruro di vinile monomero in quantità maggiore di 1ppm (ISO6401).

La marcatura sarà conforme al prospetto 10 della norma e dovrà contenere, oltre alle informazioni di rito, il diametro esterno nominale x 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".

20.5.4 Tubi a parete strutturata per scarichi

Potranno essere impiegati per scarichi a bassa ed alta temperatura all'interno dei fabbricati (marcati B) per condotte di ventilazione e per scarichi pluviali all'interno: avranno diametro esterno nominale di 32,40,50,63,75,80,82,90,100,110,125,140,160,180,200,250,315mm e spessore globale di parete minimo di 3,0 mm per diametro fino a 100 mm, di 3,2 mm di 3,2 mm per diametri fino a 160mm e di 3,9 4,9 6,2 per diametri di 200, 250, e 315mm.

I tubi avranno caratteristiche meccaniche, fisiche e di sistema analoghe ai tubi di cui al precedente punto 58.2.2 ai quali si demanda anche per quanto riguarda la marcatura.

20.5.5. 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.

20.5.6. Pluviali per esterno dei fabbricati

Dovranno presentare superfici interne ed esterne lisce, pulite ed esenti da cavità, bolle, impurità, porosità ed altri difetti superficiali e dovranno risultare conformi ai requisiti prescritti dalla seguente norma:

UNI EN 12200-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per pluviali all'esterno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

I tubi a sezione circolare avranno diametri esterni nominali preferenziali e spessori come da tabella che segue, con tolleranze espresse dai prospetti 1 e 2 della superiore norma. Per i tubi a sezione non circolare, le tolleranze saranno riferite alle precedenti usando la dimensione maggiore come dimensione nominale.

TAB. 74 -Tubi e raccordi per pluviali a sezione circolare. Diametri preferenziali e spessori minimi di parete

Diametro esterno nominale mm	50	53	63	68	75	80	82	90	100	105	110	125	140	160
Spessori di parete (sistemi a tenuta) "	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	27	3,2
(sistemi non a tenuta) "	1,2	1,3	1,3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,8	1,8	1,8	2,0	-	-	-

Come caratteristiche meccaniche i tubi presenteranno una resistenza all'urto caratterizzata da un TIR 10% ⁽¹⁾ una resistenza a trazione a 42 N/mm² (prova EN 638) ed un allungamento a rottura $\geq 100\%$; come caratteristiche fisiche i tubi presenteranno una temperatura di rammollimento Vicat 75°C (EN 727) ed un ritiro longitudinale $\leq 3\%$ (EN 763, met. A: liquido o EN 743, met. B: aria).

La marcatura minima per tubi e raccordi sarà conforme ai prospetti 13 e 14 della norma e comprenderà almeno: il tipo di materiale, il marchio di fabbrica, il riferimento alla norma; la dimensione nominale, lo spessore di parete, l'angolo nominale α (per i raccordi), il simbolo "R" (per acqua piovana) e la rintracciabilità.

20.5.7. Canali di gronda

Dovranno essere realizzati con cloruro di polivinile non plastificato (PVC-U) con l'eventuale aggiunta di opportuni additivi, nel rispetto comunque della seguente norma di unificazione:

UNI EN 607 - Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato. Definizioni, requisiti e prove.

I canali presenteranno superfici perfettamente lisce, prive di rigature, cavità o altri difetti, resistenza a trazione non inferiore a 42 MPa, allungamento a rottura non inferiore al 100%, temperatura di rammollimento minima di 75°C, contrazione a caldo del 3% massima; ulteriori requisiti saranno conformi al Prospetto 3 della UNI EN riportata. L'impermeabilità, provata come all'Appendice C della norma, dovrà essere assoluta.

Gli anelli di giunzione non dovranno produrre effetti negativi sulle proprietà dei canali e degli accessori e dovranno far sì che l'assemblaggio di prova sia conforme a quanto specificato al punto 10 della norma.

La marcatura dovrà comprendere: il marchio di fabbrica, il riferimento al materiale ed alla norma, la larghezza dell'apertura superiore, in mm.

20.6. TUBI E RACCORDI DI ABS PER SCARICHI

I tubi e raccordi di ABS per scarichi dovranno essere conformi alla normativa UNI EN. di seguito riportata:

UNI EN 1455-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati.

Acrilonitrilebutadiene-stirene (ABS). Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

UNI EN 1455-2 - Idem. Guida per la valutazione della conformità.

Potranno essere di due serie (S 25 ed S 16,7), di cui la prima per applicazione solo in area "B" ⁽²⁾ ed avranno diametro esterno nominale di 32, 40, 70, 63, 75, 80, 90, 100, 110; 125, 160 mm con spessori minimi da 1,8 a 4,7 mm (in rapporto al diametro ed alla serie) come da prospetto 3 della UNI EN 1455-1. Il materiale sarà ABS copolimero o terpolimero con aggiunta di ASA (acrilonitrile-stirene-acrilestere): l'impiego è indirizzato allo scarico di acque all'interno degli edifici; alle tubazioni di ventilazione ed allo scarico di acque piovane.

La marcatura minima richiesta sui tubi dovrà riportare: il tipo di materiale ed il riferimento alla norma; il marchio di fabbrica; il diametro nominale DN; lo spessore minimo di parete o la serie SN; il codice dell'area di applicazione ("B" o "BD"); il tipo di bicchiere; il comportamento in clima freddo (se richiesto); il codice di rintracciabilità. Per i raccordi, anche l'angolo nominale.

20.7 TUBI E RACCORDI DI POLIPROPILENE (PP)

20.7.1 Tubi e raccordi per scarichi all'interno dei fabbricati

I tubi ed i raccordi in argomento dovranno essere conformi alla seguente norma europea recepita dall'UNI:

UNI EN 1451-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati.

Polipropilene (PP). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema.

Potranno essere di tre serie (S 20, S 16 ed S 14) di cui la prima per applicazione solo in area "B" ⁽³⁾ ed avranno diametro esterno nominale da 32 a 315 mm (con intermedi come al punto precedente) e spessori di parete, in rapporto alla serie, dati dal prospetto 3 della norma. La rigidità anulare dei tubi, secondo EN ISO 9969, sarà 4 kN/m^2 per la serie S 16 e $\geq 6,3 \text{ kN/m}^2$ per la serie S 14. La marcatura riporterà i dati indicati al punto che precede.

20.7.2 Tubi e raccordi per fognature e scarichi interrati non in pressione

I tubi ed i raccordi in argomento dovranno essere conformi alla seguente norma europea recepita dall'UNI:

UNI EN 1852-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Polipropilene (PP).

Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema.

Potranno essere di codice "U" ⁽⁴⁾ o "D" ⁽⁵⁾, avranno diametri esterni nominali di 110, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 450, 500, ... 1600 mm e tre serie: S 20 (SN 2 - SDR 41,0), S 16 (SN 4 - SDR 33,0), S 11,2 (SN 8 - SDR 23,4) caratterizzate dallo spessore minimo di parete di cui al prospetto 3a dalla norma (per i materiali PP-HM, S 13,3, prosp. 3b). Come caratteristiche meccaniche-fisiche avranno TIR 10% e ritiro longitudinale a caldo 2%. La marcatura, sia per i tubi che per i raccordi, sarà analoga a quanto indicato al punto 58.3.

⁽¹⁾ TIR = percentuale reale di rottura.

⁽²⁾ V. nota al precedente punto 58.2.2.

⁽³⁾ V. nota al precedente punto 58.2.2.

⁽⁴⁾ Codice "U": codice per componenti intesi all'impiego interrato, a più di un metro dalla struttura dell'edificio.

⁽⁵⁾ Codice "D": codice per componenti intesi all'impiego interrato, nell'ambito della struttura dell'edificio a meno di un metro dall'edificio.

20.8. TUBI, RACCORDI E VALVOLE DI POLIETILENE

20.8.1 Tubi, raccordi e valvole di polietilene per la distribuzione di gas combustibili

Dovranno rispondere alle norme UNI EN 1555-1 (Generalità.), UNI EN 1555-2 (Tubi), UNI EN 1555-3 (Raccordi); UNI EN 1555-4 (Valvole) nonché alle parti 5 e 7 per l'idoneità all'impiego del sistema e la guida alla conformità e dovranno resistere ad una pressione massima di esercizio "MOP" di 10 bar ad una temperatura di riferimento di 20 °C. Per la composizione del *compound* sarà fatto riferimento al prospetto 1 della UNI EN 1555-1.

I tubi avranno colore giallo o nero con strisce gialle di identificazione, diametri di 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, ... 630 mm; spessore di parete minimo connesso ai due tipi di serie (SDR 17,6 e SDR il) come da prospetto 2 della norma e caratteristiche meccaniche come da prospetto 4 della stessa che caratterizza il PE 80 ed il PE 100. La marcatura, oltre alle indicazioni di cui in precedenza, specificherà anche il tipo di fluido interno (gas).

20.8.2 Tubi per distribuzione d'acqua (1)

Dovranno rispondere alle specifiche della seguente norma europea recepita dall'UNI:

UNI EN 12201-2 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PP). Tubi.

I tubi avranno colore blu o nero con strisce blu di identificazione, diametri di 16, 20, 25, 32, 40, 65, 63, 75, 90, 110, 124, 140, 160, ... 1600 mm, spessori minimi di parete connessi ai tipi di polietilene e di serie (PE 80: serie SDR 17PN8; SDR 11 - PN12,5) e (PE 100: SDR 26 - PN 6; SDR 17 - PN 10; SDR 11 - PM 16; SDR 7,4 - PN 25) ⁽²⁾ come da prospetto 2 e caratteristiche meccaniche e fisiche come da prospetti 3, 4 e 5. La marcatura, oltre, ai soliti dati, specificherà le dimensioni (*dn x en*), la serie SDR, il materiale (PE 80 o 100) e la classe di pressione in bar (PN).

20.8.3 Tubi e raccordi per scarichi all'interno di fabbricati

Dovranno rispondere alle specifiche della seguente norma europea recepita dall'UNI:

UNI EN 1519-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura). All'interno di fabbricati. Polietilene (PP). Specificazioni per tubi, raccordi ed il sistema.

I tubi avranno di norma colore nero, diametri di 32, 40, 50, 56, 63, 75, 80, 90, 100, ... 315 mm e spessori minimi di parete in rapporto alle serie previste (S 16 e S 12,5) come da prospetto 3 della norma (la serie S 16 solo per applicazione in area "B"). La marcatura specificherà in particolare il codice di area (B o BD), la serie (per l'area BD), il tipo di bicchiere. Lo stesso dicasi per i raccordi.

ART.21 - PRODOTTI PER ASSORBIMENTO ACUSTICO

21.1 Definizioni

Si definiscono materiali assorbenti acustici (o materiali fonoassorbenti) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa.

Questa proprietà è valutata con il coefficiente di assorbimento acustico (α), definito dall'espressione:

$$\alpha = W_a/W_i$$

dove:

W_i = energia sonora incidente;

W_a = energia sonora assorbita.

21.2 Classificazione dei materiali

Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare) la proprietà fonoassorbente dipende dalla spessore.

I materiali fonoassorbenti si classificano secondo lo schema di seguito riportato.

a) Materiali fibrosi:

- 1) Minerali (fibra di amianto, fibra di vetro, fibra di roccia);
- 2) Vegetali (fibra di legno o cellulosa, truciolari).

b) Materiali cellulari.

1) Minerali:

- calcestruzzi leggeri (a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa);
- laterizi alveolari;
- prodotti a base di tufo.

2) Sintetici:

- poliuretano a celle aperte (elastico-rigido);
- polipropilene a celle aperte.

(¹) Tutti i costituenti del sistema devono essere conformi alle prescrizioni regolamentari vigenti. Si citano D.M. 21/3/1973 - Disciplina degli imballaggi, recipienti, utensili destinati a venire in contatto con gli alimenti; Circ. 2/12/1978, n. 102 M.S. - Disciplina igienica concernente le materie plastiche, le gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da rendere potabile.

(²) Per le relazioni tra PN, MRS, S, SDRv il prospetto A1 della norma.

21.3 Caratteristiche costruttive

Per tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

– lunghezza-larghezza: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali;

in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione dei lavori;

– spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione dei lavori;

– massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione tecnica;

– coefficiente di assorbimento acustico: misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma **UNI ISO 354 (UNI EN 20354)**, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto o in assenza a quelli dichiarati dal produttore e accettati dalla direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- resistività al flusso d'aria (misurate secondo **ISO/DIS 9053**);
- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico – fisica con altri materiali.

I prodotti vengono valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI e in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali o estere).

ART. 22 MATERIALI FONOASSORBENTI CHE ASSUMONO LA FORMA DEFINITIVA IN OPERA

Per i materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite a un campione significativo di quanto realizzato in opera. La direzione dei lavori deve inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

Entrambe le categorie di materiali fonoassorbenti devono rispondere a una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, tra quelle della seguente tabella, in relazione alla loro destinazione d'uso (pareti, coperture, controsoffittature, pavimenti, ecc.).

ART. 23 – PRODOTTI PER ISOLAMENTO ACUSTICO

23.1 Definizioni

Si definiscono materiali isolanti acustici (o materiali fonoisolanti) quelli atti a diminuire in forma sensibile la trasmissione di energia sonora che li attraversa.

Questa proprietà viene valutata con il potere fonoisolante (R) definito dalla seguente formula:

$$R = 10 \log W_i/W_t$$

dove:

- W_i = energia sonora incidente;
- W_t = energia sonora trasmessa.

Tutti i materiali comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia posseggono proprietà fonoisolanti.

Per materiali omogenei questa proprietà dipende essenzialmente dalla loro massa areica.

Quando sono realizzati sistemi edilizi compositi (pareti, coperture, ecc.) formate da strati di materiali diversi, il potere fonoisolante di queste strutture dipende, oltre che dalla loro massa areica, dal numero e qualità degli strati, dalle modalità di accoppiamento, dalla eventuale presenza d'intercapedini d'aria.

23.2 Caratteristiche costruttive

Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- dimensioni: lunghezza-larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione dei lavori;

- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione dei lavori;

- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione tecnica;

- potere fonoisolante: misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma **UNI 8270/3**, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto o in assenza a quelli dichiarati dal produttore e accettati dalla direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- modulo di elasticità;
- fattore di perdita;
- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI e in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali o estere).

23.3 Materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera

Per i materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite a un campione significativo di quanto realizzato in opera. La direzione dei lavori deve inoltre attivare i controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

23.4 Idoneità all'impiego

Entrambe le categorie di materiali fonoisolanti devono rispondere a una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego in relazione alla loro destinazione d'uso.



Azienda Trasporti Messina

Lavori di manutenzione preventiva e correttiva agli impianti di armamento ed elettrici della linea tranviaria , della sede e del deposito, tranviario di A.T.M. Messina, nonché il pronto intervento e soccorso in linea e le forniture necessarie alla continuità e sicurezza del servizio tranviario. .

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

CAPITOLO II

MODO DI ESECUZIONE DELLE CATEGORIE DI LAVORO

ART. 24 – OSSERVANZA DI LEGGI E NORME TECNICHE

L'esecuzione dei lavori in appalto nel suo complesso è regolata dal presente capitolato speciale d'appalto e per quanto non in contrasto con esso o in esso non previsto e/o specificato, valgono le norme, le disposizioni e i regolamenti appresso richiamati:

Legge 20 marzo 1865, n. 2248 – *Legge sui lavori pubblici (Allegato F) eccetto gli artt 326,329,340,341 e 345.*

C.M. 5 maggio 1966, n. 2136 – *Istruzioni sull'impiego delle tubazioni in acciaio saldate nella costruzione degli acquedotti.*

C.M. 7 gennaio 1974, n. 11633 – *Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto.*

C.M. 2 dicembre 1978, n. 102 – *Disciplina igienica concernente le materie plastiche, gomme per tubazioni e accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da potabilizzare.*

D.M. 24 novembre 1984 – *Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8.*

D.M. 12 dicembre 1985 – *Norme tecniche relative alle tubazioni.*

C.M. 20 marzo 1986, n. 27291 – *D.M. 12 dicembre 1985. Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni*

Decreto de Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 14/09/2005 – Norme Tecniche per le costruzioni.

D.M. 22 gennaio 2008 n.37 – *Attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.*

D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 – *Nuovo codice della strada.*

Legge 11 febbraio 1994, n. 109 – *Legge quadro in materia di lavori pubblici [come modificata e integrata dalla L.R. 2 agosto 2002, n. 7]. E L.R. n.7*

D.P.R. 554/99.

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 – *Attuazione dell'art.1 della legge 3 agosto 2007 n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.*

C.M. 29 ottobre 1996 – *Istruzioni generali per la redazione dei progetti di restauro nei beni architettonici di valore storico – artistico in zona sismica.*

D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 – *Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio.*

D.M. 8 gennaio 1997, n. 99 – *Regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature.*

Dir.P.C.M. 3 marzo 1999 – *Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici.*

D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 – *Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.*

D.Lgs. 29 ottobre 1999, n. 490 – *Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'articolo 1 della legge 8 ottobre 1997, n. 352.*

C.M. 14 dicembre 1999, n. 346/STC – *Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 20. Concessione ai laboratori per prove sui materiali da costruzione.*

D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554 – *Regolamento di attuazione della legge 11 febbraio 1994, n. 109 legge quadro in materia di lavori pubblici, e successive modificazioni.*

D.M. 19 aprile 2000, n. 145 – *Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni.*

C.M. 7 maggio 2001, n. 161/318/10 – *Norme tecniche per la fabbricazione di tubi destinati alla costruzione di condotte per l'acqua – D.M. 12 dicembre 1985 – Chiarimenti.*

Legge 1 agosto 2002, n. 166 – *Disposizioni in materia di infrastrutture e trasporti (Collegato alla finanziaria 2002).*

L.R. 13 settembre 1999, n. 20 – *Nuove norme in materia di interventi contro la mafia e di misure di solidarietà in favore delle vittime della mafia e dei loro familiari.*

L.R. 2 agosto 2002, n. 7 – *Norme in materia di opere pubbliche. Disciplina degli appalti di lavori pubblici, di fornitura, di servizi e nei settori esclusi.*

Regolamento di Polizia Ferroviaria per la trazione elettrica - Approvazione :D.M. 2 Maggio 1906, n. 1345;

D.M. 6 maggio 1916 – *Visite sessennali generali alle opere metalliche ferroviarie;*

Circolare Ministeriale n. 14/62 del 3 marzo 1962 – *Visite biennali agli impianti di segnalamento e manovra;*

Circolare Ministeriale n. 22/96 del 28 febbraio 1996 – *modificata dalla circolare n. 10/2002 del 14 novembre 2002*

– Visite semestrali di controllo all'armamento, ai fabbricati, alle opere d'arte ed alle opere metalliche ferroviarie;

Disciplinari tecnici allegati al presente Capitolato a costituirne parte integrante

D. Leg.vo 18/04/2016 n.50 Codice contratti Pubblici di Lavori, Servizi e Forniture.

Art . 25 – Programma esecutivo dei lavori imprevisti urgenti ed indifferibili

Per l'esecuzione di lavori di manutenzione o (pronto intervento) urgenti disposti con ordinativo dalla Direzione Lavori, entro 3 (tre) giorni dalla data del relativo verbale di consegna ai sensi dell'art. 45 comma 10 del regolamento n. 554/1999, e comunque prima dell'inizio dei lavori , l'Impresa deve predisporre e consegnare alla direzione lavori un programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa.

Tale programma dovrà essere coerente con i tempi di ultimazione dall'Impresa previsti ed approvati dall'Ente e deve essere approvato dalla direzione dei lavori, mediante apposizione di un visto, entro 3 (tre) giorni dalla data di ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la direzione dei lavori si sia pronunciata il programma si intenderà accettato, fatte salve palesi illogicità o indicazioni erronee palesemente incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.

ART. 26 – DEMOLIZIONI**26.1 Interventi preliminari**

L'Impresa prima dell'inizio delle demolizioni deve assicurarsi dell'interruzione degli approvvigionamenti idrici, gas, allacci di fognature; dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante «Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto».

Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie:

- 1) materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
- 2) rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
- 3) una miscellanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento-amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

26.2 Sbarramento della zona di demolizione

Nella zona sottostante la demolizione deve essere vietata la sosta e il transito di persone e mezzi, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.

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

26.3 Idoneità delle opere provvisorie

Le opere provvisorie, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza; esse devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro.

Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare le parti non ritenute più idonee.

In particolare per gli elementi metallici devono essere sottoposti a controllo della resistenza meccanica e della preservazione alla ruggine gli elementi soggetti a usura come a esempio: giunti, spinotti, bulloni, lastre, cerniere, ecc.

Il coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o il direttore dei lavori potrà ordinare l'esecuzione di prove per verificare la resistenza degli elementi strutturali provvisorie impiegati dall'appaltatore.

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

In relazione al risultato di tale verifica devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie a evitare che, durante la demolizione, si possano verificare crolli intempestivi o danni anche a strutture di edifici confinanti o adiacenti.

26.4 Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione

I lavori di demolizione come stabilito, dall'art. 72 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono procedere con cautela e con ordine dall'alto verso il basso ovvero secondo le indicazioni del piano operativo di sicurezza e devono essere condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle di eventuali edifici adiacenti, 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'appaltatore, dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori e dal direttore dei lavori e deve essere tenuto a disposizione degli ispettori del lavoro.

26.5 Allontanamento e/o deposito delle materie di risulta

Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori per la formazione di rilevati o rinterrati deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica o altra discarica autorizzata; diversamente l'appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree.

Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato dovrà essere depositato entro l'ambito del cantiere, o sulle aree precedentemente indicate ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

26.6 Proprietà degli oggetti ritrovati

La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinverranno nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà pertanto consegnarli alla stazione appaltante, che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità e il diligente recupero.

Qualora l'appaltatore, nella esecuzione dei lavori, scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al direttore dei lavori e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.

L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà altresì darne immediata comunicazione al direttore dei lavori, che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

26.7 Proprietà dei materiali da demolizione

I materiali provenienti da scavi o demolizioni restano in proprietà della stazione appaltante; quando, a giudizio della direzione dei lavori, possano essere reimpiegati, l'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli per categorie nei luoghi stabiliti dalla direzione stessa, essendo di ciò compensato con gli appositi prezzi di elenco.

Qualora in particolare i detti materiali possano essere usati nei lavori oggetto del presente capitolato speciale d'appalto, l'appaltatore avrà l'obbligo di accettarli; in tal caso verrà a essi attribuito un prezzo pari al 50% del corrispondente prezzo dell'elenco contrattuale; i relativi importi devono essere dedotti dall'importo netto dei lavori, restando a carico dell'appaltatore le spese di trasporto, accatastamento, cernita, lavaggio ecc.

26.8 Demolizione per rovesciamento

Salvo l'osservanza delle leggi e dei regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5,00 m 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 dal resto del fabbricato in demolizione in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti di altre parti.

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 m, 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 a opere adiacenti pericolosi ai lavoratori addetti.

ART. 27 – SCAVI E SBANCAMENTI IN GENERALE**27.1 Ricognizione**

L'appaltatore prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o erroneamente indicati) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

Il cantiere dovrà essere delimitato da recinzione in rete metallica (o in materiale plastico ignifugo) fissata con paletti di ferro o legno, infissi nel terreno o in plinti in calcestruzzo.

27.2 Viabilità nei cantieri

Durante i lavori deve essere assicurata nei cantieri la viabilità delle persone e dei veicoli.

Le rampe di accesso al fondo degli scavi di splateamento o di sbancamento devono avere una carreggiata solida, atta a resistere al transito dei mezzi di trasporto di cui è previsto l'impiego, e una pendenza adeguata alla possibilità dei mezzi stessi.

La larghezza delle rampe deve essere tale da consentire un franco di almeno 70 cm, oltre la sagoma di ingombro del veicolo. Qualora nei tratti lunghi il franco sia limitato a un solo lato, devono essere realizzate piazzuole o nicchie di rifugio a intervalli non superiori a 20,00 m lungo l'altro lato.

I viottoli e le scale con gradini ricavati nel terreno o nella roccia devono essere provvisti di parapetto nei tratti prospicienti il vuoto quando il dislivello superi i 2,00 m.

Le alzate dei gradini ricavati in terreno friabile devono essere sostenute, ove occorra, con tavole e paletti robusti.

Alle vie di accesso e ai punti pericolosi non proteggibili devono essere apposte segnalazioni opportune e devono essere adottate le precauzioni necessarie per evitare la caduta di gravi dal terreno a monte dei posti di lavoro.

27.3 Splateamento e sbancamento

Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco, secondo le prescrizioni dell'art. 12 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono avere un'inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 1,50 m è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provvedersi all'armatura o al consolidamento del terreno.

Nei lavori di scavo eseguiti con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

Il posto di manovra dell'addetto all'escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo. Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo.

27.4 Scavo a sezione obbligata: pozzi, scavi e cunicoli

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 1,50 m, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, secondo le prescrizioni dell'art. 13 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi almeno 30 cm rispetto al livello del terreno o stradale.

Nello scavo dei cunicoli, salvo che si tratti di roccia che non presenti pericolo di distacchi, devono predisporre idonee armature per evitare franamenti della volta e delle pareti. Dette armature devono essere applicate man mano che procede il lavoro di avanzamento; la loro rimozione può essere effettuata in relazione al progredire del rivestimento in muratura.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano edifici o manufatti, le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

Nell'infissione di pali di fondazione devono essere adottate misure e precauzioni per evitare che gli scuotimenti del terreno producano lesioni o danni alle opere vicine, con pericolo per i lavoratori.

Nei lavori in pozzi di fondazione profondi oltre 3,00 m deve essere disposto, a protezione degli operai addetti allo scavo e all'esportazione del materiale scavato, un robusto impalcato con apertura per il passaggio della benna.

27.5 Scavi in presenza d'acqua. Prosciugamento

Si ritengono scavi subacquei quelli eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto un livello costante determinato da acque sorgive nelle cavità di fondazione, sia dopo un parziale prosciugamento con pompe, sia dopo la predisposizione di canali di drenaggio.

Se l'appaltatore, in caso di acque sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della direzione dei lavori di ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino a una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando la direzione dei lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi saranno eseguiti in economia, e l'appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in muratura o in c.a. al fine di prevenire il dilavamento delle malte.

27.6 Impiego di esplosivi

L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

27.7 Deposito di materiali in prossimità degli scavi

È vietato, secondo le prescrizioni dell'art. 14 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi, soprattutto se privi delle necessarie armature, in quanto il materiale accumulato può esercitare pressioni tali da provocare frane.

Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

27.8 Presenza di gas negli scavi

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, come stabilisce l'art. 15 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono essere adottate idonee misure di sicurezza contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo a infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o l'irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare un'efficiente aerazione e una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori, ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza. Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas. Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempreché sia assicurata un'efficace e continua aerazione.

Quando è stata accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti a incendiare il gas.

Nei casi sopra previsti i lavoratori devono operare in abbinamento nell'esecuzione dei lavori.

27.9 Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni e interni, la collocazione, ove necessario di ponticelli, andatoie, rampe, scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio ai lavori di sistemazione, varianti, allargamenti e attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta a informarsi se eventualmente nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi esistono cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature). In caso affermativo l'impresa dovrà comunicare agli Enti proprietari di dette opere (Enel, Telecom., P.T., Comuni, Consorzi, Società, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con quelle cautele opportune per evitare danni alle opere suaccennate.

Il maggior onere al quale l'impresa dovrà sottostare per l'esecuzione dei lavori in dette condizioni si intende compreso e compensato con i prezzi di elenco.

Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltrechè, naturalmente, alla direzione dei lavori.

Rimane stabilito ben fissato che nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unica responsabile rimane l'impresa, restando del tutto estranea l'amministrazione e la direzione dei lavori da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

Fanno comunque carico all'amministrazione gli oneri relativi a spostamenti temporanee e/o definitivi dei cavi o condotte che si rendessero necessari.

27.10 Smacchiamento dell'area

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

27.11 Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazione concorrenti nei cavi e l'esecuzione di opere provvisoriale per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

ART. 28. – DIVIETI PER L'IMPRESA DOPO L'ESECUZIONE DEGLI SCAVI

L'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione, prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

ART. 29 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI RELATIVI ALL'ARMAMENTO**29.1 Lavori di armamento**

Per modifiche alla viabilità adiacente alle aree di cantiere avanzate dal Comune in corso d'opera, l'Ente potrà variare i vincoli progettualmente imposti per il cantiere stesso e per le occupazioni delle aree stradali, senza che l'Impresa possa avanzare riserve o chiedere maggiori compensi, salvo l'aggiornamento dei tempi di esecuzione che verrà valutato dal Direttore dei Lavori, coerentemente con i tempi di avanzamento.

Per tutti i tipi di armamento lo scartamento del binario sia in retta che in curva dovrà essere di mm. 1.435.
L'intervista (o interbinario) dovrà essere, di mm. 1.655.

Per la misura di scartamento sono ammesse tolleranze seguenti:

- Binario corrente : + 1,5 mm e - 1 mm;
- Apparecchi di binario : + 1 mm e - 1 mm;
- Variazione massima di scartamento fra un appoggio e quello successivo: 1 mm;

Per il livello trasversale e longitudinale sono ammesse le tolleranze seguenti:

- Solo in sede di controllo : + 3 mm e - 3 mm;
- Sgombro massimo consentito: 3 mm per metro

Ove si riscontrassero differenze nelle misure sopraindicate o tolleranze superiori a quelle ammesse, sia in corso d'opera che in fase di collaudo, ne sarà ordinata la correzione all'Impresa.

Il binario sarà normalmente costruito con rotaie in barre di m. 18.

Le saldature dei giunti saranno eseguite con il sistema alluminotermico e/o con il sistema ad arco con sistemi equivalenti proposti dalla D.L. previa accettazione dell'appaltatore. L'impresa dovrà provvedere al perfetto livellamento ed allineamento nella formazione dei giunti delle rotaie prima della loro saldatura.

Nella formazione dei giunti delle rotaie si dovranno osservare le norme seguenti:

- le testate delle rotaie dovranno essere distanziate tra loro secondo le disposizioni che verranno impartite dalla D.L.;
- prima di fissare le sottoplastre in gomma e quelle in ferro alle traverse o alle platee ed a queste le rotaie, dovranno essere pulite perfettamente le superfici di contatto, in modo che nessun corpo estraneo rimanga tra di esse.

29.2 Lavori di sostituzione dell'armamento, del materassino e delle platee flottanti

Si procederà al sollevamento della soletta e sostituire il materassino antivibrante (esclusivamente nei tratti in cui la linea transita adiacente al marciapiede es. controviali) Si disporrà a questo punto il foglio di polietilene che avrà il compito di isolare la soletta dal getto successivo, in modo da permettere una successiva sostituzione del materassino di cui sopra. Questo foglio deve essere portato al di sopra dei blocchi in cls senza soluzione di continuità.

Verranno portati in cantiere e posti in opera mediante una gru leggera i tralicci metallici che poggiano su manicotti filettati, al di sotto dei quali verranno posti dei dischi di gomma densa per evitare il punzonamento del foglio di polietilene e del materassino quando questo è previsto. Successivamente, dopo una prima regolazione dell'altezza mediante i vitoni che scorrono all'interno delle madreviti solidali con tralicci manicotti verranno portate in cantiere le platee assemblate con materassino sottoplatea e le canale in vetroresina e posizionate sullo stesso traliccio. Le platee saranno di due tipi differenti: Tipo A, con uno spessore di circa cm. 30 ed il profilo a C in acciaio inox incluso nel getto; tipo B, di spessore ridotto con il profilo ad H sovrapposto (per i tratti in cui serve la finitura a prato e per i tratti a finitura in asfalto nei tratti promiscui). Entrambi i tipi verranno portati a pie' d'opera con il materassino antivibrante già incollato inferiormente e sui lati e con la canale in vetroresina fissata temporaneamente mediante spinotti sfilabili.

Posizionate le platee sui tralicci si possono effettuare le microregolazioni in altezza ed in piano mediante i tornichetti che verranno poi svitati per poter essere riutilizzati. L'impresa dovrà comunque garantire la realizzazione contemporanea di uno o più tratti da 108 mt. Avvenute le microregolazioni si procede a getto di completamento. Questo verrà effettuato mediante pompa e calcestruzzi con rapporto acqua - cemento tale da garantire l'assenza di vuoti e/o crepe da ritiro.

Gli ultimi 3 cm saranno comunque ottenuti utilizzando cemento autolivellante al fine di garantire le tolleranze richieste.

Messa a punto le platee ed eseguito il getto verranno fissate le rotaie negli alloggiamenti metallici (profilo a C o profilo ad H) mediante bulloni in acciaio inox posti ad un'interasse di cm. 33, previo inserimento dei profili in gomma laterali e sottorotaia.

Si porranno in opera le lastre di rivestimento che saranno trasportate in cantiere e poggiate sopra il materassino antivibrante posto in opera. Preventivamente alla posa in opera delle lastre saranno posizionati i giunti in gomma, a sezione

triangolare che garantiscono una perfetta aderenza tra lastre e piastre, permettendo di sfilare le une indipendentemente dalle altre.

Queste verranno bloccate mediante spinotti tipo plastirail inserite in fori effettuati in opera utilizzando come guide le asole predisposte nelle stesse lastre.

Fissati i dadi con la coppia di serraggio richiesta, il vano che contiene il sistema descritto verrà chiuso mediante tappo filettato in acciaio, rivestito superiormente in gomma, per consentire nelle successive fasi di manutenzione un agevole smontaggio delle lastre.

Sia le lastre che le platee avranno l'estradosso finito mediante stampo a matrice predisposto in stabilimento direttamente dentro il cassero (tipo Sanpietrini).

Nel caso in cui si fossero utilizzate le platee di tipo B, eseguito il getto di completamento, questo non verrà finito con i 3 cm. di cemento autolivellante, ma sarà altresì sagomato in modo tale da garantire le pendenze necessarie alla raccolta ed allo smaltimento attraverso tubazioni in PVC opportunamente legate, delle acque meteoriche e di irrigazione del tappeto erboso.

Nel caso in cui la finitura sia in asfalto lo spessore di 15 cm. verrà colmato rispettivamente con 6 cm. di tout venant, 6 cm di binder, e 3 cm di tappetino di usura, avendo cura di disporre in aderenza al profilo ad H che ospita la rotaia due nastri Tock - band al fine di evitare la frantumazione nel punto di contatto.

All'interno del deposito verrà utilizzato il sistema tipo ballast.

Gli spazi tra i profili verranno colmati da una nuova pavimentazione in cemento liscio ed opportunamente sagomato per garantire il deflusso di eventuali acque meteoriche e di lavaggio con una finitura in terra vegetale e manto superiore a prato.

Nei tratti sopra i torrenti coperti la quota desiderata verrà predisposta mediante un massetto in malta antiespansiva sulla quale verrà poggiato il profilo ad H con la gomma posta inferiore, soluzione detta "a tutta gomma". Tali profili verranno collegati mediante barre in acciaio capaci di impedire i movimenti relativi delle due rotaie e di consentire, in fase di posa, le microregolazioni necessarie per ottenere il corretto scartamento. Ogni 20 m il sistema verrà ancorato alla soletta sottostante (copertura in c.a. dello scatolare che contiene il torrente).

29.3. Lavori di rinnovamento dell'armamento su traversine in c.a.

Eseguito lo scavo e predisposto lo strato di misto granulometrico sopra il foglio di geotessile, con le stesse modalità dell'art. precedente si procede alla realizzazione della soletta in c.a. spessa 10 cm. ed armata con rete elettrosaldata \varnothing 8 20x20. Al di sopra di questa, verrà disposto esclusivamente per il tratto di raccordo tra l'accesso al deposito ed il binario di prova e un materassino antivibrante, al di sopra del quale verrà posizionato un foglio di styradur di spessore opportuno tale da garantire la protezione dello smorzatore sottostante.

Lo spessore di ballast di 30 cm. verrà ricalzato dopo la posa delle traversine sino a garantire una perfetta stabilità del sistema. Al di sopra delle traversine verranno posti mediante piastre e caviglie protette da appositi cappellotti in plastica, i binari isolati da profili in gomma rispetto al riempimento in asfalto che sarà composto da tre strati così suddivisi 10,4 cm strato di base, 7 cm di binder, 4 cm di tappetino di usura.

29.4 Armamento a tutta gomma

Tale armamento si troverà esclusivamente nei tratti in cui non essendovi uno spessore sufficiente per l'armamento con platee flottanti, occorre contenere l'altezza complessiva del sistema rotaia - profilo porta rotaia entro valori non superiori ai 20 cm.

Il sistema prevede l'utilizzo dello stesso profilo in acciaio ed H impiegato sopra le platee di tipo B con una ulteriore piastra metallica saldata all'intradosso.

Al di sotto di tale piastra verrà ubicata una gomma capace di assolvere tutte le funzioni sia statiche che di smorzamento richieste dai differenti tipi di intervento.

I profili portarotaia saranno collegati tra loro a formare un binario con scartamento prefissato mediante distanziatori in acciaio e saranno connessi alle solette mediante fissaggi di tipo chimico o meccanico capaci di garantire, sia la tenuta statica che una durabilità pari a quella di tutti gli altri componenti dei vari armamenti.

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati con o senza incuria dall'impresa durante gli scavi e demolizioni e certificati dalla direzione dei lavori.

Art. 30 – Poligonazione linea aerea di contatto – Molatura dei binari -

30.1 Poligonazione linea di contatto

I valori di altezza e poligonazione, nonché pendenza del filo di contatto devono essere contenuti all'interno dei valori di cui alla norma CEI n. 9-2 fascicolo 339

Specifiche tecniche dell'impianto di cui al Disciplinare

Gli schemi elettrici unifilari dell'impianto suddetto sono riportati negli elaborati di progetto esecutivo visionabili presso l'Ente

1. La linea di contatto che funziona a 750 V in corrente continua, costituita da singolo filo di contatto per ogni binario di sezione nominale pari 100 mm² del tipo A scondo norme CEI-UNEL 70611-71
2. La linea di contatto è realizzata con sospensione su palo, su gancio ed a mensola, secondo quanto indicato sui disegni di progetto; il filo di contatto
3. I sostegni sono realizzati con pali tubolari metallici rastremati a stelo unico.
4. Il materiale metallico di eventuale sostituzione deve essere in acciaio inossidabile o in lega di rame. Non è ammesso l'uso di acciaio non inossidabile, salvo che per i pali ed i ganci a muro o per casi particolari preventivamente approvati dalla D.L. in particolare, si dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:
 - a) I morsetti terminali per le funi in materiale sintetico devono essere in acciaio inox e del tipo indicato dal fornitore delle funi;
 - b) Le sospensioni in vetroresina devono essere adatte al tipo di fune utilizzata (parafil)
 - c) La bulloneria della corsetteria in bronzo deve essere in acciaio inox;
 - d) I complessi di poligonazione, in acciaio inox, devono avere sezione quadrata e devono essere a richiesta regolabili in lunghezza;
 - e) Le mensole per i pali sono costituite da tubi in vetroresina secondo la norma CEI-UNEL 73664, dicembre 83
 - f) La campata normalmente è di lunghezza mediamente circa 30 ml.
5. La sospensione tipo è stata realizzata mediante tiranteria trasversale in materiale sintetico sostenuta mediante appoggi costituiti da pali metallici di tipo rastremato, ganci a muro e mensole.
Per la realizzazione dei tiranti si utilizza il tipo di fune che presenta un carico di lavoro non superiore al 40% del carico di prova a trazione, calcolato tenendo conto delle sollecitazioni dovute al carico ed al vento (norme CEI 9.2)
6. La poligonazione della linea aerea, viene indicata nei limiti ± 30 cm. Il passo di poligonazione (distanza massima fra i due punti positivi di poligonazione successivi più distanti dall'asse del binario) che è circa 100 m.
7. Altezza sul piano del ferro, il piano di contatto è pari a 5,60 m. circa rispetto al piano del ferro, comunque nel rispetto dei limiti previsti dalle norme CEI 9.2. Eventuali raccordi di altezza sono realizzati con variazione di altezza non superiore ai 2 mm. Per metro di linea 2‰.
8. Distanze di sicurezza; per le distanze di sicurezza delle parti in tensione della linea di contatto da opere fisse, come parti metalliche o manufatti murari, sono osservate le Norme UNIFER CEI 9.2/73 e successive var. V1/87. La distanza minima della generatrice di ciascun palo rispetto alla rotaia più vicina deve essere minimo pari a 1,40 m. in rettilineo, in curva tale distanza varia secondo il raggio. In ogni caso dette misure saranno concordate con la D.L. della stazione appaltante.
9. Alimentazioni e sezionamenti; Le linee di contatto dei due binari di linea sono tra loro collegate da collegamenti equipotenziali, ma sono interrotte da sezionamenti attuati con appositi isolatori di sezione per linea aerea. Il sezionamento elettrico deve permettere il passaggio del pantografo alla velocità massima consentita dalla via senza produrre archi tali da danneggiare la parte isolante. Caratteristiche del sezionatore:
 - a. Ciascun sezionatore dovrà avere un carico di trazione di almeno 2x11 kN.
 - b. La velocità massima del pattino di presa sarà pari a 60 Km/h.
 - c. Isolatore in vetroresina rivestito in EPDM.
 - d. Conformità alle norme VDE 0441 e caratteristiche elettriche secondo CEI UNEL 7926.Ciascuna connessione dei cavi negativi al binario anch'essa sezionabile mediante apposito complessivo di sezionamento.
- 10 Cavi di alimentazione; L'alimentazione è derivata dalle tre sottostazioni "Deposito", "piazza Repubblica", "Annunziata", la linea aerea di contatto mediante cavi di sezione pari a 500 mm² secondo lo schema di progetto secondo il percorso indicato nei disegni di progetto e le modalità tecniche previste nella specifica tecnica relativa ai cavi di alimentazione.

30.2 Molatura dei binari

Costituisce una lavorazione che riveste particolare importanza tra le normali operazioni da programmare nell'ambito di un quadro di interventi per una corretta manutenzione del binario. Tale operazione serve a garantire il mantenimento di tutti i parametri del profilo della rotaia, nonché un piano di rotolamento privo di difetti, liscio ed uniforme. La rotaia, è soggetta a particolari forme di usura derivanti dall'attrito con i bordini delle ruote in retta ed in curva, da fenomeni oscillatori indotti sui convogli da difetti in linea, dalle frenate ripetute (soprattutto in corrispondenza di fermate, stazioni, rallentamenti, ingressi in deposito). All'usura di queste rotaie, che corrisponde ad una deformazione del profilo e del piano di rotolamento, si pone rimedio proprio con la molatura delle zone soggette a maggiori sollecitazioni con cadenza annuale da concordare con la D.L.

La molatura verrà eseguita su specifico ordine della Direzione Lavori

ART. 31 – RILEVATI E RINTERRI

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione, o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione, e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili e adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato di addossare terrapieni a murature o strutture in c.a. di recente realizzazione e delle quali si riconosca il non completato il processo di maturazione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.

È obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

ART.32 – PARATIE E DIAFRAMMI**32.1 Generalità**

La paratia o il diaframma costituiscono una struttura di fondazione infissa o costruita in opera a partire dalla superficie del terreno con lo scopo di realizzare tenuta all'acqua e anche a sostegno di scavi.

Le paratie e i diaframmi potranno essere:

- del tipo a palancole metalliche infisse;
- del tipo a palancole prefabbricate con calcestruzzo armato centrifugato infisse;
- del tipo a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati;
- a diaframma gettato in opera di calcestruzzo armato;

Devono essere precisate le modalità di esecuzione con particolare riguardo agli accorgimenti previsti per garantire i getti dagli eventuali dilavamenti e sottopressioni, nonché la natura e le caratteristiche dei materiali che saranno impiegati.

32.2 PALANCOLE INFISSE**32.2.1 Paratie e palancole metalliche infisse**

Le palancole metalliche, di sezione varia, devono rispondere comunque ai seguenti requisiti fondamentali: adeguata resistenza agli sforzi di flessione, facilità di infissione, impermeabilità delle giunzioni, facilità di estrazione e reimpiego (ove previsto), elevata protezione contro le corrosioni.

L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso.

Il maglio dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole comprensivo della relativa cuffia.

Devono essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali così da garantire la guida alla successiva palanca.

A tale scopo gli incastri prima dell'infissione devono essere riempiti di grasso.

Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangono perfettamente verticali non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscite dalle guide.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palanca.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni che a giudizio della direzione dei lavori non fossero tollerabili, la palancola dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata.

Per ulteriori informazioni si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme: **UNI EN 10248-1, UNI EN 10248-2, UNI EN 10249-1, UNI EN 10249-2.**

32.2.2 Paratia a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato

Le palancole prefabbricate saranno centrifugate a sezione cava.

Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a $40 N/mm^2$ e dovrà essere esente da porosità o altri difetti. Il cemento sarà ferrico pozzolanico, pozzolanico o d'altoforno.

Potrà essere richiesto, per infissione con battitura in terreni tenaci, l'inserimento nel getto di puntazza metallica.

L'operazione d'infissione sarà regolata da prescrizioni analoghe a quelle stabilite per i pali in calcestruzzo armato centrifugato di cui al successivo articolo.

Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei giunti, da sigillare con getto di malta cementizia.

32.3 PARATIE COSTRUITE IN OPERA

32.3.1 Paratie e pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati

Le paratie saranno di norma realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera accostati fra loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato.

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei pali, si rinvia a quanto fissato nel relativo articolo.

Nel caso specifico particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali fra loro e nel mantenere la verticalità dei pali stessi.

32.3.2 Diaframmi in calcestruzzo armato

In linea generale i diaframmi saranno costruiti eseguendo lo scavo del terreno a qualsiasi profondità con benna o altro sistema idoneo a dare tratti di scavo (conci) della lunghezza singola di norma non inferiore a 2,50 m.

Lo scavo verrà eseguito con l'ausilio di fango bentonitico per evacuare i detriti, e per il sostegno provvisorio delle pareti.

I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo devono essere costituiti di una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, e acqua, di norma nella proporzione di $8 \div 16 \text{ kg}$ di bentonite asciutta per 100 litri d'acqua, salvo la facoltà della direzione dei lavori di ordinare una diversa dosatura.

Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% in massa della bentonite asciutta.

Eseguito lo scavo e posta in opera l'armatura metallica interessante il concio, opportunamente sostenuta e mantenuta in posizione durante il getto, sarà effettuato il getto del conglomerato cementizio con l'ausilio di opportuna prolunga o tubo di getto, la cui estremità inferiore sarà tenuta almeno due metri al di sotto del livello del fango, al fine di provocare il rifluimento in superficie dei fanghi bentonitici e di eseguire senza soluzioni di continuità il getto stesso.

Il getto dovrà essere portato fino a una quota superiore di circa 50 cm a quella di progetto.

I getti dei calcestruzzi saranno eseguiti solo dopo il controllo della profondità di scavo raggiunta e la verifica della armatura da parte della direzione dei lavori.

Nella ripresa dei getti, da concio a concio, si adotteranno tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare distacchi, discontinuità e differenze nei singoli conci.

L'allineamento planimetrico della benna di scavo del diaframma sarà ottenuto di norma con la formazione di guide o corree in calcestruzzo anche debolmente armato

72.3.3. Prove e verifiche sul diaframma

Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove di assorbimento per singoli pannelli, nonché eventuali carotaggi per la verifica della buona esecuzione dei diaframmi stessi.

Art. 33 MALTE - QUALITÀ E COMPOSIZIONE

33.1. Generalità

La manipolazione delle malte dovrà essere eseguita, se possibile, con macchine impastatrici oppure sopra una area pavimentata; le malte dovranno risultare come una pasta omogenea, di tinta uniforme. I vari componenti, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato.

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

dovranno ad ogni impasto essere misurati a peso od 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 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 al rifiuto, ad eccezione dello stesso della loro manipolazione. I componenti delle malte cementizie ed 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 od 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 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 od in pietra da taglio, per lo strato di finitura degli intonaci e per le malte fini (staccio 4 UNI 2332) e le colle (staccio 2 UNI 2332). Si richiamano le norme:

- 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 10924** - Beni culturali. Malte per elementi costruttivi e decorativi. Classificazione e terminologia.
- 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.

33.2. COMPOSIZIONE DELLE MALTE
33.2.1. Malte comuni, idrauliche, cementizie, pozzolaniche - Malte bastarde
TAB. 76 - 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

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte in argomento dovranno corrispondere; salvo diversa specifica; alle proporzioni riportate in Tab. 77.

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 EN 998-2 (Marcatura CE) ⁽¹⁾. Dette prestazioni meccaniche sono definite mediante la resistenza media a compressione delle malte, secondo la Tab. 76 superiormente riportata. Non è ammesso l'impiego di malte con resistenza media inferiore a 1 N/mm².

TAB. 77 - Composizione delle malte comuni, pozzolaniche e bastarde (riferite ad 1 m³ di inerte)

Tipo di MALT A	QUALITÀ ED IMPIEGHI (materiali vagliati)	Riferimento	Calce spenta in pasta	Calce idraulica in polvere	Pozzolana	Cemento 325	Polvere di marmo	Sabbia
		N	(m)	(Kg)	(m ³)	(Kg)	(m)	(m)
Malte comuni	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'
Malte 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'
Malte 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'
Malte pozzo	Grassa	13	0,20		1,00			Per murature a sacco
	Mezzana	14	0,24		1,00			Per murature ordinarie

⁽¹⁾ Il sistema di attestazione della conformità delle malte, ai sensi del D.P.R. n. 246/93, è indicato nella presente tabella (v. punto 11.9.4 delle norme tecniche). Per garantire la durabilità delle malte è necessario che i componenti non contengano sostanze organiche o grasse o terrose od argillose.

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Malte per murature UNI EN 996-2	Usi strutturali	2+
	Uso non strutturale	4



Azienda Trasporti Messina

Lavori di manutenzione preventiva e correttiva agli impianti di armamento ed elettrici della linea tranviaria, della sede e del deposito, tranviario di A.T.M. Messina, nonché il pronto intervento e soccorso in linea e le forniture necessarie alla continuità e sicurezza del servizio tranviario.

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

lanica	Fina Colla di malta fina	15 16	0,33 0,48		1,00 1,00	Per murature in laterizi Per intonaci		
Malta basta da ceme ntizia	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	

33.2.2. Malte espansive (antiritiro)

Saranno ottenute con impasto di cemento del tipo CEM I UNI EN 197-1 e particolari additivi costituiti da aggregati metallici catalizzati agenti come riduttori dell'acqua di impasto. La sabbia dovrà avere granulometria corrispondente alla curva di massima compattezza; le proporzioni dei componenti saranno di norma di 1:1:1 in massa.

Le malte in argomento, qualora non confezionate in cantiere, potranno essere fornite come prodotto industriale, in confezioni sigillate, opportunamente certificate dal produttore con riferimento al sistema di marcatura CE ⁽¹⁾. Si richiamano le norme:

UNI 8993 - Malte espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione (+F. A1).

UNI 8494 - Idem. Controllo dell'idoneità (+F.A1).

33.2.3. Malte per iniezioni di cavi di precompressione

Le malte comuni saranno composte da cemento Portland, acqua ed additivi. Le caratteristiche dei materiali usati dovranno essere tali che il contenuto di cloruro della malta non superi lo 0,1% di Cl⁻ rispetto alla massa di cemento. Non è consentito aggiungere cloruri. Il cemento dovrà essere conforme al tipo CEM I; l'acqua a quanto specificato nella UNI EN 1008; gli additivi, che potranno essere utilizzati singolarmente od in combinazione, dovranno essere conformi a quanto specificato nella norma UNI EN 934-4. Elementi inerti (es. farina di sabbia) potranno impiegarsi solo per guaine di dimensioni superiori a 12 cm, nel rapporto in peso, inerti/cemento, inferiore al 25%. In ogni caso la miscela cemento-inerti additivi dovrà essere passante al setaccio con maglia di lato non superiore a 2 mm.

Le proprietà delle malte devono rispettare le prescrizioni di cui al punto 5 della norma UNI EN 447 con riguardo alla fluidità ed all'essudamento nella condizione plastica, alla variazione di volume durante l'indurimento ed alla resistenza meccanica post indurimento; in particolare la variazione di volume, se valutata secondo EN 445, dovrà essere compresa tra -1/+5% (diminuzione 0 per impiego di agenti espansivi) mentre la resistenza alla compressione, valutata a 28 giorni, dovrà essere non inferiore a 30 MPa.

Le malte potranno essere fornite anche come prodotto industriale, in confezioni sigillate, ed essere costituite anche da altri materiali (resine, ecc.); dovranno comunque essere prive di polvere di alluminio, coke fluido ed altri agenti che possano provocare espansione liberando idrogeno, azoto, ossigeno ed altri gas. La validità dovrà essere dimostrata mediante idonea documentazione sperimentale e certificazione.

Art. 34 MURATURE

34.0. Generalità

Tutte le murature dovranno essere realizzate secondo i disegni di progetto nonché, per le strutture resistenti, secondo gli esecutivi che l'Appaltatore sarà tenuto a verificare. Nella costruzione verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, la formazione di voltine, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per passaggi di pluviali; impianti idrici e di scarico, canne da fumo, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare i muri già costruiti.

La costruzione delle murature dovrà iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia tra le varie parti di esse ed evitando, nel corso dei lavori, la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione. La muratura procederà a filari allineati, coi piani di posa normali alle superfici viste.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, non dovranno essere eseguiti nei periodi di gelo, nei quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al di sotto di 0°. Le facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per 15 giorni dalla loro ultimazione ed anche più se sarà richiesto dalla Direzione Lavori.

Tutti i muri saranno collegati al livello dei solai mediante cordoli e, tra di loro; mediante ammorsamenti lungo le intersezioni verticali. Inoltre essi saranno collegati da opportuni incatenamenti al livello dei solai. Nella direzione di tessitura dei solai la funzione di collegamento potrà essere espletata dai solai stessi purché adeguatamente ancorati alla muratura.

Il collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione sarà di norma realizzato mediante cordolo di calcestruzzo armato disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari a quello della muratura di fondazione e di altezza non inferiore alla metà di detto spessore. In corrispondenza del solaio di piano e di copertura i cordoli si realizzeranno generalmente in cemento armato, di larghezza pari ad almeno 2/3 della muratura sottostante, e comunque non inferiore a 12 cm, e di altezza almeno pari a quella del solaio e comunque non inferiore alla metà dello spessore del muro.

Per i primi tre orizzontamenti a partire dall'alto, l'armatura minima dei cordoli sarà di almeno 6 cm² con diametro non inferiore a 12 mm. In ogni piano sottostante gli ultimi tre, detta armatura minima sarà aumentata di 2 cm² a piano. La stessa armatura dovrà essere prevista nel cordolo di base interposto tra la fondazione e la struttura in elevazione. In ogni caso, le predette armature non dovranno

⁽¹⁾ Sarà consentito quindi l'impiego di malte premiscelate e premiscelate pronte per l'uso purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della mota, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non dovesse rientrare tra quelli previsti dal decreto, il fornitore dovrà certificare anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

risultare inferiori allo 0,6% dell'area del cordolo. Le staffe devono essere costituite da tondi diametro non inferiore a 6 mm poste a distanza non superiore a 30 cm. Per gli edifici con più di 6 piani, entro e fuori terra, l'armatura dei cordoli sarà costituita da tondi con diametro non inferiore a 14 mm e staffe con diametro non inferiore ad 8 mm.

Negli incroci a L le barre dovranno ancorarsi nel cordolo ortogonale per almeno 40 diametri; lo squadro delle barre dovrà sempre abbracciare l'intero spessore del cordolo.

Gli incatenamenti orizzontali interni, aventi lo scopo di collegare i muri paralleli della scatola muraria ai livelli dei solai; devono essere realizzati per mezzo di armature metalliche. Tali incatenamenti dovranno avere le estremità efficacemente ancorate ai cordoli. Nella direzione di tessitura del solaio possono essere omessi gli incatenamenti-quando il collegamento è assicurato dal solaio stesso.

In direzione ortogonale a senso di tessitura del solaio, gli incatenamenti orizzontali saranno obbligatori per solai con luce superiore a 4,5 m e saranno costituiti da armature con una sezione totale pari a 4 cm² per ogni campo di solaio.

In corrispondenza di canne, passaggi, ecc., dovranno essere eseguiti cordoli di riquadratura dei fori vuoti, ecc., idoneamente armati e collegati alle strutture portanti: del pari, in corrispondenza delle aperture verticali, saranno costruite apposite piattabande in conglomerato cementizio dimensionate ed armate in rapporto alle sollecitazioni cui saranno soggette. Le velette per cassonetti coprirullo saranno realizzate, se non diversamente disposto, in conglomerato cementizio ad alto dosaggio di cemento ed armatura costituita da un minimo di 4 tondi da 6 mm integrata da rete di acciaio. Lo spessore delle velette non dovrà in ogni caso essere inferiore a 3 cm.

Per le murature portanti, lo spessore minimo dei muri non dovrà essere inferiore ai valori riportati nella Tab. VI-3.

34.1. MURATURE PORTANTI

TAB. 78 - Murature portanti - Spessore minimo

Muratura in elementi resistenti artificiali pieni.....	12 cm
Muratura in elementi resistenti artificiali semipieni	20 cm
Muratura in elementi resistenti artificiali forati	25 cm
Muratura di pietra squadrata.....	24 cm
Muratura lista	30 cm
Muratura di pietra non squadrata	50 cm

Per tale tipo di murature si dovrà fare riferimento alle "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura" contenute nel D.M. 20 novembre 1987, n. 103 e relativa Circolare di istruzione del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 30787 del 4 maggio 1989. In particolare a dette norme si potrà fare riferimento per ciò che concerne le caratteristiche fisiche, meccaniche e geometriche degli elementi resistenti naturali ed artificiali, nonché per i relativi controlli di produzione e di accettazione in cantiere. Questo comunque per quanto non in contrasto con le prescrizioni riportate nelle nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005 che trattano l'argomento al paragrafo 5.4 ed inoltre, con riguardo ai materiali, ai prodotti per uso strutturale ed alle modalità per la determinazione delle caratteristiche meccaniche delle murature, al paragrafo 11.9.

34.1.1. Muratura con elementi resistenti naturali

Sarà costituita da tre tipi: muratura di pietra non squadrata, muratura listata e muratura di pietra squadrata. In tutti i casi gli elementi naturali saranno ricavati da materiale lapideo non friabile o sfaldabile e resistente al gelo; non dovranno contenere sostanze solubili o residui organici. dovranno essere integri, privi di zone alterate o removibili e dotati di buona adesività alle malte ⁽¹⁾.

34.1.2. Muratura con elementi resistenti artificiali

La muratura sarà costituita da elementi resistenti aventi generalmente forma parallelepipedica, posti in opera in strati regolari di spessore costante e legati tramite malta di prescritta composizione.

Gli elementi potranno essere di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale od alleggerito: potranno essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa oppure in direzione parallela. In ogni caso dovranno rispondere ai requisiti prescritti al punto 11.9 delle "Norme Tecniche" in parte riportate nelle norme di accettazione dei materiali di cui al Cap. I del presente Capitolato.

34.1.3. Muratura armata

Per la muratura armata ⁽²⁾ dovranno osservarsi le prescrizioni di cui al punto 5.4.7 delle "Norme Tecniche". La malta od il conglomerato di riempimento dei vani od alloggi delle armature dovrà avere $R_{ck} > 15 \text{ N/mm}^2$ ed idoneo spessore per il ricoprimento delle armature.

34.2. MURATURE IN ZONA SISMICA

34.2.0. Generalità

Per le murature in zona sismica, sia di tipo ordinario che armate, dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui al punto 5.7.11 delle "Norme Tecniche" nonché le norme di cui all'Allegato 2, paragrafo 8; delle "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici" emanate con Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 e s.m.i.

⁽¹⁾ Tale caratteristica, unitamente ai requisiti di resistenza meccanica, sarà determinata con le modalità di cui al punto 11.9 delle "Norme tecniche".

⁽²⁾ Si intende per muratura armata quella costituita da elementi artificiali semipieni con fori verticali coassiali tali da consentire l'inserimento di armature verticali.

34.2.1. Materiali

Gli elementi da utilizzare per le costruzioni in muratura portante, al fine di evitare rotture eccessivamente fragili, dovranno rispettare i seguenti requisiti:

- la percentuale volumetrica degli eventuali vuoti non dovrà essere superiore al 45% del volume totale del blocco;
- per elementi in laterizio di area lorda A superiore a 580 cm² sarà ammesso un foro (per eventuale alloggiamento di armature) di area non superiore a 70 cm² (tale limitazione non vigendo ove il foro venga riempito di calcestruzzo);
- idem per gli elementi in calcestruzzo (per area lorda superiore a 700 cm² v. il punto 8.1.2 delle norme di cui all'O.P.C.M. n. 3274).

La resistenza caratteristica a rottura nella direzione portante non dovrà essere inferiore a 5 MPa, calcolata sull'area al lordo delle forature. Nella direzione perpendicolare alla portante, non inferiore a 1,5 MPa.

Sono ammesse murature realizzate con elementi artificiali od elementi in pietra squadrata. La malta di allettamento dovrà avere resistenza media non inferiore a 5 MPa. Nelle zone 1, 2 e 3 non è ammessa la muratura listata.

34.2.2. Muratura ordinaria. Particolari costruttivi

Nella muratura ordinaria dovranno essere tenute in considerazione le prescrizioni di cui al punto 8.2.3 dell'Ordinanza n. 3274 ed in particolare:

- ad ogni piano dovrà essere realizzato un cordolo all'intersezione tra solai e pareti;
- i cordoli avranno larghezza almeno pari a quella del muro (con arretramento massimo consentito di 6 cm dal filo esterno); l'altezza minima dei cordoli sarà pari a quella del solaio;
- l'armatura corrente dei cordoli non sarà inferiore a 4 cm², le staffe avranno diametro non inferiore a 6 mm ed interasse non superiore a 25 cm;
- travi metalliche o prefabbricate costituenti i solai dovranno essere prolungate nel cordolo per almeno la metà della sua larghezza e comunque per non meno di 12 cm ed adeguatamente ancorare ad esso;
- in corrispondenza di incroci d'angolo tra due pareti perimetrali dovranno realizzarsi, su entrambe le pareti, zone di parete muraria di lunghezza non inferiore ad 1 m, compreso lo spessore del muro trasversale;
- le aperture saranno coronate da architravi resistenti a flessione ed efficacemente ammortati nella muratura.

Ferme restando, per quanto compatibili, le prescrizioni di cui al punto precedente, per la muratura armata dovranno essere tenute in considerazione le prescrizioni di cui al punto 8.3.3 della citata Ordinanza ed in particolare:

- le barre di armatura dovranno essere esclusivamente del tipo ad aderenza migliorata, adeguatamente ancorate all'estremità attorno alle barre verticali ed idoneamente protette dalla corrosione;
- l'armatura orizzontale, collocata nei letti di malta od in apposite scanalature dei blocchi, non potrà avere interesse superiore a 60 cm o diametro inferiore a 5 mm. La percentuale di armatura, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non potrà essere inferiore allo 0,04% né superiore allo 0,5%;
- l'armatura verticale dovrà essere collocata in apposite cavità o recessi, di dimensioni tali che in ciascuno di essi risulti inscrivibile un cilindro di almeno 6 cm di diametro. Armature verticali con sezione complessiva non inferiore a 200 mm² dovranno essere collocate a ciascuna estremità di ogni parete portante, ad ogni intersezione tra pareti portanti, in corrispondenza di ogni apertura e comunque ad interesse non superiore a 4 m. La percentuale di armatura verticale, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non potrà essere inferiore allo 0,05% né superiore all'1%;
- agli incroci delle pareti perimetrali potrà derogarsi, se non diversamente disposto, dal requisito di avere su entrambe le pareti zone di parete muraria di lunghezza non inferiore ad 1 m.

34.3. MURATURA E RIEMPIMENTI DI PIETRAMME A SECCO**34.3.1. Muratura di pietrame a secco**

Dovrà essere eseguita con pietre ridotte col martello alla forma più che sia possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera ben collegate, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, di lato comunque non inferiore a 20 cm, ed atte a combaciare tra di loro. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali. Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra.

La sommità della muratura, salvo diversa disposizione dovrà essere coronata da un cordolo in conglomerato cementizio a 250 kg/m³ di cemento, di spessore non inferiore a 13 cm; con armatura staffata non inferiore a 50 kg/m³.

34.3.2. Riempimenti di pietrame

Saranno eseguiti collocando il pietrame in opera a mano, su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto di carichi, spinte od assestamenti. La pezzatura del materiale adoperato dovrà essere decrescente dal basso verso l'alto onde impedire la penetrazione delle materie di rinterro e la conseguente occlusione dei vuoti.

34.3.3. Vespai

Saranno realizzati, se non altrimenti disposto, sotto tutti i pavimenti situati a contatto del terreno. Per locali destinati ad alloggio ne risulterà invece espressamente vietato l'impiego, dovendosi in tal caso realizzare un normale solaio, anche in difformità al progetto, distanziato dal terreno non meno di 50 cm.

I vespai saranno eseguiti su terreno debitamente spianato, saturo ove necessario con materiale arido e ben battuto con la mazzerranga onde evitare cedimenti. Saranno formati con scapoli di pietra collocati a mano, ben assestati e saranno dorati di cunicoli di ventilazione, interassati cm 1,50 ÷ 2,00 m, di sezione 250 ÷ 300 cm², correnti anche lungo le pareti e formati con pietrame idoneamente disposto o con tubazioni di adeguata resistenza traforate al contorno. Detti cunicoli saranno intercomunicanti nonché dotati di un sufficiente e protetto sbocco all'aperto in modo da assicurare il ricambio dell'aria. Dopo la ricopertura di tali canali con adatto pietrame di forma

piatta, si completerà il sottofondo riempiendo lo spazio tra i cunicoli con pietrame disposto verticalmente, in posizione di reciproco contrasto, intasando i grossi vuoti con scaglie di pietra e spargendo infine a saturazione uno strato di ghiaietto di conveniente grossezza fino al piano prescritto.

34.4. MURATURA DI PIETRAMI CON MALTA

34.4.1. Muratura a getto (a sacco)

La muratura sarà eseguita facendo gettate alternate entro i cavi di fondazione di malta fluida e scheggiamenti di pietra; preventivamente puliti e bagnati, assestando e spianando regolarmente gli strati ogni 40 cm di altezza, riempiendo accuratamente i vuoti con materiale minuto e distribuendo la malta in modo da ottenere strati regolari di muratura, in cui le pietre dovranno risultare completamente rivestite di malta.

La gettata dovrà essere abbondantemente rifornita di acqua in modo che la malta penetri in tutti gli interstizi; tale operazione sarà aiutata con beveroni di malta molto grassa. La muratura dovrà risultare ben costipata ed aderente alle pareti dei cavi, qualunque fosse la forma degli stessi.

34.4.2. Muratura ordinaria (lavorata a mano)

Sarà eseguita con scapoli di pietrame, delle maggiori dimensioni consentite dallo spessore della massa muraria, spianati grossolanamente nei piani di posa ed allettati; se non diversamente disposto, con malta cementizia a 300 kg di cemento.

Le pietre, prima di essere collocate in opera, saranno diligentemente ripulite dalle sostanze terrose ed ove occorra, a giudizio della Direzione Lavori, accuratamente lavate. Saranno poi bagnate, essendo proibito eseguire la bagnatura dopo averle disposte sul letto di malta. Tanto le pietre, quanto la malta, saranno interamente disposte a mano, seguendo le migliori regole d'arte, in modo da costituire una massa perfettamente compatta nel cui interno le pietre stesse, ben battute col martello, risulteranno concatenate tra loro e rivestite da ogni parte di malta, senza alcun interstizio. Sarà vietato in modo assoluto l'uso di materiale minuto, liscio o rotondeggiante, senza preventivo dimazzamento.

La costruzione della muratura dovrà progredire a strati orizzontali di conveniente altezza, concatenati nel senso dello spessore del muro, allo scopo di ben legare la muratura anche nel senso della grossezza. Dovrà sempre evitarsi la corrispondenza delle connessioni fra due corsi consecutivi. Gli spazi vuoti che verranno a formarsi per la irregolarità delle pietre saranno riempiti con piccole pietre, che non si toccheranno mai a secco e non lasceranno spazi vuoti, colmando con malta tutti gli interstizi.

Nelle murature senza speciale paramento si impiegheranno per le facce viste le pietre di maggiori dimensioni, con le facce esterne rese piane e regolari in modo da costituire un paramento rustico, a faccia vista; e si disporranno negli angoli le pietre più grosse e più regolari. Detto paramento rustico dovrà essere più accurato e maggiormente regolare nelle murature in elevazione.

Le facce viste delle murature di pietrame, non destinate ad essere intonacate o comunque rivestite, saranno sempre rabboccate, ad arte, con malta cementizia a 400 kg di cemento.

34.4.3. Muratura mista

La muratura mista di pietrame e mattoni sarà eseguita come al precedente punto 34.4.2. intercalando per ogni metro di altezza, dei ricorsi a doppi filari di mattoni pieni. I filari dovranno essere stesi a tutto lo spessore del muro e disposti secondo piani orizzontali.

Nelle murature miste per fabbricati oltre ai filari suddetti, si dovranno costruire in mattoni tutti gli angoli e gli spigoli dei muri, i pilastri, i risalti e le incassature, le spallette e gli squarci delle aperture di porte e finestre, i parapetti delle finestre, gli archi di scarico e le volte, i voltini e le piattabande, l'ossatura delle cornici, le canne da fumo, i condotti in genere e qualunque altra parte di muro all'esecuzione della quale non si prestasse il pietrame, in conformità delle prescrizioni che potrà dare la Direzione Lavori all'atto esecutivo.

Il collegamento delle due differenti strutture dovrà essere fatto nel miglior modo possibile ed in senso tanto orizzontale che verticale. Eventuali rivestimenti dovranno essere perfettamente concatenati od ancorati alla massa muraria.

34.5. MURATURA IN ELEMENTI NATURALI - TUFO - PIETRA DA TAGLIO

34.5.1. Muratura in conci di tufo

Dovrà procedere per strati perfettamente orizzontali ed a tale scopo il materiale dovrà essere perfettamente squadrato e di altezza costante. La lunghezza dei conci di tufo, per ciascun filare, non dovrà mai risultare inferiore alla minore dimensione degli stessi; i conci saranno collocati in opera sfalsati e verranno allettati e rabboccati con malta comune.

Lo spessore dei giunti non dovrà essere superiore a 5 mm; le connessioni saranno del tipo rientrante con la malta diligentemente compressa e senza sbavature.

34.5.2. Muratura in pietra da taglio

La pietra da taglio dovrà presentare la forma e le dimensioni previste in progetto ed essere lavorata secondo le prescrizioni di Elenco. In tutte le lavorazioni comunque, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati, per modo che le connessioni non eccedano la larghezza di 5 mm per la pietra lavorata a grana ordinaria e di 3 mm per quella lavorata a grana fine.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fine. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né masticature.

La pietra da taglio sarà messa in opera con malta di cemento od idraulica secondo le prescrizioni e, ove occorra, con graffe od arpioni di rame, saldamente suggellati entro appositi incavi praticati nei conci. Le connessioni delle facce viste dovranno essere profilate con malta di cemento (eventualmente bianco o colorato), compressa e lisciata con apposito ferro a profilo concavo o triangolare.

34.6. MURATURA IN ELEMENTI ARTIFICIALI - MATTONI E BLOCCHETTI CEMENTIZI

34.6.0. Generalità

La muratura dei mattoni dovrà essere eseguita con materiale rispondente alle prescrizioni dell'art. 45. I laterizi, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione, per immersione prolungata in appositi recipienti e mai per aspersione.

La posa in opera dovrà avvenire con le connessioni alternare, in corsi orizzontali e normali alle superfici esterne; i mattoni saranno posati sopra un adeguato strato di malta e premuti sopra (mai battuti con martello) onde provocare il reflusso della malta ed il riempimento delle connessioni. La larghezza delle connessioni sarà compresa tra 5 e 8 mm, secondo le malte impiegate; per i tipi a paramento sarà costante di 5 mm. Le malte da impiegarsi dovranno pertanto, se necessario, essere setacciate onde evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori ai limiti di tolleranza precedentemente fissati.

34.6.1. Muratura di tamponamento

Salvo diversa disposizione, la muratura di tamponamento verrà sempre realizzata a doppia parete di laterizio (a cassetta), con mattoni pieni o semipieni ad una testa per la parete esterna e mattoni forati in foglio, di spessore non inferiore a 8 cm, per quella interna.

La distanza delle due pareti dovrà essere tale che lo spessore complessivo della muratura, al rustico, non risulti inferiore a 30 cm. Le spallette, mazzette, sguinci, squarci, ecc., saranno eseguiti in mattoni pieni di almeno una testa; i parapetti delle finestre in mattoni pieni o semipieni di spessore non inferiore a due teste o, del pari, a cassetta.

Le pareti di tamponamento, sia esterne che interne, dovranno sempre mascherare le strutture in conglomerato cementizio; qualora ciò non risultasse possibile: ed a giudizio della Direzione, il mascheramento verrà effettuato con tavole di laterizio.

34.6.2. Muratura in blocchetti cementizi vibro-compressi

I blocchetti prefabbricati (in cemento-pomice, argilla espansa, lapillo o ghiaietto) saranno posti in opera come al precedente punto 74.6.1. e verranno allettati con malta bastarda cementizia o con malta cementizia a 300 kg di cemento. I giunti di malta saranno, del pari, di tipo rientrante con spessori non superiori a 5 mm.

Tutte le facce visse degli elementi dovranno presentarsi piane: Spalle di porte e finestre verranno realizzate con l'impiego di eventuali elementi speciali che risultino ben collegabili con il resto della struttura; angoli ed incroci verranno realizzati con blocchetti che, oltre a garantire un perfetto collegamento, consentano anche lo sfalsamento degli elementi dei vari corsi.

34.7. PARETI AD UNA TESTA ED IN FOGLIO

34.7.0. Generalità

Le pareti ad una testa ed in foglio verranno eseguite con pezzi scelti, esclusi i rottami e quelli comunque deteriorati o danneggiati.

Tutte le pareti saranno eseguite con le migliori regole dell'arte, a corsi orizzontali ed a perfetto filo, per evitare la necessità di forte impiego di malta per l'intonaco. Le pareti saranno perfettamente ammorsate tra di loro e ben collegate alle altre pareti portanti o di tamponamento: eventuali lati liberi dovranno essere riquadrati con telati in legno od in acciaio.

Nei vani delle porte interne saranno saldamente collocati dei controtelai in legno e ciò anche nel caso che l'appalto preveda lo scorporo della fornitura degli infissi.

Si rimanda, per le prescrizioni generali, al precedente punto 74.5.2. Le lastre dovranno essere perfettamente squadrate, di spessore ed altezza costanti e saranno collocate in opera per filari orizzontali sfalsati.

Le pareti, qualora non innestate alle strutture, verranno collegate alle stesse con spezzoni di tondino d'acciaio $\varnothing 6$, posizionati ad intervalli di non oltre due filari.

34.7.2. Pareti in tavole prefabbricate vibro-compresse

Saranno realizzate con l'osservanza delle prescrizioni di cui ai precedenti punti 74.5.2. e 74.7.1. Per la costruzione delle spalle delle porte saranno impiegati elementi speciali che presentino tutte le facce viste piane e che risultino ben collegabili alla struttura. La malta di allettamento sarà del tipo cementizio dosata a 400 kg di cemento.

Si rimanda, per le norme generali di esecuzione, al precedente punto 74.6. I mattoni pieni o forati secondo quanto prescritto, dovranno essere integri e perfettamente squadrate, escludendosi l'impiego di rottami, pezzi di mattone, nonché di elementi con spigoli danneggiati.

Le murature dovranno essere idoneamente collegate tra loro ed alle strutture portanti o di tamponamento; i corsi saranno sempre orizzontali ed a due filari, con giunti alternati nei corsi successivi.

34.7.4. Pareti in blocchi di gesso

Dovranno rispondere alle "Direttive comuni per l'esecuzione dei tramezzi in gesso" pubblicate in Italia dall'ICITE. Gli elementi saranno uniti mediante speciale collante indicato o fornito dalla Ditta produttrice. Gli elementi di base inoltre, e quelli di chiusura a soffitto o sulle pareti verticali, saranno fermati da apposite strisce di legno fissate alle strutture ed alloggiati negli incavi dei pannelli. I giunti e le eventuali tracce di impianti, saranno chiusi e spatolati con apposito stucco di gesso fornito, al pari del collante, dalla Ditta produttrice.

Art. 35 CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI**35.0. 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. Valgono peraltro, per quanto compatibili, le prescrizioni generali di cui al precedente punto 73.1.

35.1. CALCESTRUZZI DI MALTA**35.1.1. 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.

35.1.2. Calcestruzzo ciclopico

Sarà costituito dal calcestruzzo di cui al precedente punto e da pietrame annegato, nelle rispettive proporzioni di 2/3 ed 1/3. Il pietrame dovrà sempre essere accuratamente ripulito e lavato ed avere resistenza a compressione non inferiore a 90 N/mm². Sarà impiegato in pezzatura assortita, di dimensioni mai superiori al 25% dello spessore della muratura ed in ogni caso noci superiori a 25 cm per netti di fondazione ed a 15 cm per quelli in elevazione.

Il pietrame verrà annegato in opera nel calcestruzzo, battendo con mazzanghe ed avendo cura che disti sempre non meno di 5 cm dalle superfici esterne della struttura.

35.2. CONGLOMERATI CEMENTIZI (CALCESTRUZZI) NORMALI E PESANTI ⁽¹⁾

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. 14 settembre 2005 il quale, al paragrafo 11.1, richiama anche la norma UNI EN 136-0-1. 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 del punto 11.1.2 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 8981-1 ÷ 7 ed in particolare:

UNI 8981-7 - Durabilità delle opere e manufatti di calcestruzzo. Istruzioni per la progettazione, la confezione e messa in opera del calcestruzzo.

35.2.1. 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 al punto 11.1.9.1 delle "Norme Tecniche" nonché quelle riportate al punto 43.3 del presente Capitolato.

35.2.2. 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 42.3 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);
- non dovrà superare 1.3 volte lo spessore del copriferro (v. UNI 8981/5).

⁽¹⁾ Si definisce *calcestruzzo naturale* il prodotto avente massa volumica, dopo essiccamento in stufa, compresa tra 2000 e 2600 kg/m³. Si definisce *pesante* quello avente massa volumica superiore a 2600 kg/m³.

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 8520/14): il materiale passante allo staccio 0,075 UNI 2332, che dovrà essere non superiore allo 0,3% in massa per l'aggregato fine (5% per materiale di frantoio) ed allo 0,5% per l'aggregato grosso (1% per materiale di frantoio) ⁽²⁾: il coefficiente di forma ⁽³⁾, 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 8320-2 per conglomerati con resistenza non superiore a 13 MPa. L'aggregato in frazione unica potrà essere utilizzato solo nel calcestruzzo di classe di resistenza = 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.

35.2.3. Acqua

L'acqua da adoperarsi per gli impasti dovrà avere le caratteristiche riportate al punto 42.1 del presente Capitolato. Si richiama anche, per quanto compatibile, la norma UNI 8981-7.

35.2.4. Cloruri

Il contenuto di ioni cloro (Cl) nel calcestruzzo non dovrà superare il valore dell'imo 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) ⁽¹⁾.

35.2.5. Additivi

Gli additivi eventualmente impiegati devono essere conformi alle norme e prescrizioni riportate al punto 59.6 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 ⁽²⁾.

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.

35.2.6. 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 al 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.

35.3 COMPOSIZIONE DEL CONGLOMERATO

La composizione del conglomerato cementizio, in funzione delle proprietà richieste al prodotto sia in fase di getto che ad indurimento avvenuto, sarà determinata attraverso opportuno "mix-design" che potrà essere di tipo semplice ⁽³⁾ o, plesso ⁽⁴⁾ a seconda della quantità dei requisiti da conferire alla miscela.

35.2.8. 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 che, se necessario, potrà servirsi dell'Ufficio abilitato alla relativa certificazione ⁽⁵⁾.

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. 86) 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

⁽²⁾ In relazione alla granulometria, secondo UNI 8520-1 gli aggregati sono classificati come segue:

- *Aggregati grossi*, con passante allo staccio 4 UNI 2332 minore del 5%;
- *Aggregati fini*, con passante allo staccio 4 UNI 2332 maggiore del 95%;
- *Filler* con passante allo staccio 0,075 UNI 2332 maggiore del 90%.

Secondo UNI EN 12620 per *aggregato grosso* si intende un aggregato la cui dimensione superiore "D" è maggiore od uguale a 4 mm e la cui dimensione inferiore "d" è maggiore od uguale a 2 mm; per *aggregato fine*, quello la cui dimensione superiore "D" è minore od uguale a 4 mm; per *filler*, quello che passa per la maggior parte allo staccio di 0,063 mm. Si richiamano peraltro, per i requisiti granulometrici, i prospetti e le notazioni di cui al punto 4.3 della norma europea, ed i requisiti di cui alla Tab. 11.1.IV delle Norme Tecniche.

⁽³⁾ Il coefficiente di forma "C" è dato dal rapporto $6V/3,14 N^3$ dove "V" è il volume del grano ed "N" è la dimensione maggiore.

⁽⁴⁾ V. comunque il prospetto 10 della UNI EN 206-1.

⁽⁵⁾ I calcestruzzi con classe di consistenza = S4, V4, C3 o = F4 saranno di norma confezionati con additivi superfluidificanti.

⁽⁶⁾ Il "mix-design" è semplice quando è necessario convertire in termini di composizione del calcestruzzo i seguenti requisiti: la resistenza caratteristica, la lavorabilità, il tipo di cemento ed il diametro massimo dell'inerte.

⁽⁷⁾ Il "mix-design" è complesso quando oltre ai quattro requisiti di cui alla superiore nota esistono altri requisiti quali: la durabilità, il ritiro, ecc.

⁽⁸⁾ Per la precisione dell'apparecchiatura di misura v. il Prospetto X della UNI 9858. Il dosaggio dei componenti (cemento, acqua, aggregati) dovrà essere garantito con una precisione del $\pm 3\%$; quello degli additivi con una precisione del $\pm 5\%$.

il valore di 0.75 per i conglomerati di classe di resistenza più bassa (C 8/10) ed il valore di 0.35 = 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.

35.2.9. 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 ⁽⁶⁾ ed il valore di riferimento.

TAB. 79 - Classi di resistenza a compressione per calcestruzzo normale e pesante (UNI EN 206-1 - UNI 11104) ⁽⁷⁾

CLASSE DI RESISTENZA CARATTERISTICA A COMPRESIONE													
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 $f_{ck, cyl}$ (MPa) ed il secondo la resistenza caratteristica cubica minima $f_{ck, tube}$ (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 ⁽¹⁾; modo di sviluppo della consistenza (v. prosp. 12 della UNI EN 200-1); sviluppo del calore in idratazione; presa ritardata; resistenza alla penetrazione dell'acqua. all'abrasione ed alla trazione indiretta ed altri requisiti.

35.2.10. 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.

35.2.11. Conglomerato a composizione normalizzata

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

35.2.12. 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. 80 si rendesse necessario garantire anche la durabilità del conglomerato, questo dovrà soddisfare, oltre ai requisiti riportati in Tab. 83, anche i seguenti ⁽²⁾:

- La resistenza ai cicli di gelo/disgelo, determinata secondo UNI 1087, 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. 80 - 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	Asciutto o sempre bagnato	Interno di edifici con umidità molto bassa. Calcestruzzo armato con superfici all'interno o immerse.
XC2	Bagnato. Di rado asciutto	Strutture di contenim. liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato immerso in acqua o terreno normale.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato in esterni, con superfici esterne riparate da pioggia od in interni.
XC4	Ciclicam. asciutto o bagnato.	Calcestruzzo armato in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto ed umido. Calc. a vista.
Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare		
XD1	Umidità moderata	Calcestruzzo armato in ponti e viadotti esposti a spruzzi di acqua contenenti cloruri.

⁽⁶⁾ Per il calcestruzzo normale, la massa volumica a secco deve essere maggiore di 2000 kg/m³ e non deve superare 2600 kg/m³. Per il calcestruzzo leggero detta massa deve rientrare nei valori limiti riportati nel prospetto 9 della norma. Per il calcestruzzo pesante; la massa volumica a secco deve essere maggiore di 2600 kg/m³. Se la massa volumica è specificata come valore di riferimento, la tolleranza applicata è di ± 100 kg/m³.

⁽⁷⁾ Nella superiore classificazione non risultano riportate la classe C 30/37 (media) e le classi C 80/95, C 90/105, C 100/115 (alta resistenza) queste ultime non prese in considerazione dal D.M. 14.09.2005 ma contemplate dalla UNI EN 206-1.

⁽¹⁾ La temperatura del calcestruzzo fresco alla consegna dovrà essere di norma non inferiore a 5°C; temperature diverse potranno essere specificate dalla Direzione dei lavori.

⁽²⁾ 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 compressione. Il criterio trae la sua ratio dalla correlazione tra impermeabilità - rapporto a/c- e resistenza meccanica (v. in particolare la Tab. 83).

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

XD2	Bagnato, di rado asciutto	Calcestruzzo armato per strutture immerse in acqua contenente cloruri (piscine).
XD3	Ciclicamente asciutto o bagnato	Elementi strutturali soggetti ad agenti disgelanti anche da spruzzi. Parti di ponti. Parcheggi auto.
Corrosione indotta da acqua di mare		
XS1	Esposto a salsedine di mare	Calcestruzzo armato in strutture sulle coste od in prossimità.
XS2	Permanentemente sommerso	Strutture marine completamente immerse in acqua.
XS3	Esposto a spruzzi od a marea	Elementi strutturali esposti alla battigia, agli spruzzi di acqua marina ed alle onde.
Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti		
XF1	Moderata saturazione d'acqua	In assenza di agente disgelante: superfici di calc., verticali e non, esposte a pioggia, acqua e gelo.
XF2	idem con agente disgelante	Elementi come parti di ponte esposti agli agenti disgelanti.
XF3	Elevata saturaz. d'acqua	In assenza di agente disgelante: superfici orizzontali di edifici bagnabili e soggette a gelo.
XF4	idem con agente disgelante	Pavimentazioni di strade esposte a bagnato, al gelo ed 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 espresse nella Tab. 83 vengano osservate anche le seguenti prescrizioni ⁽³⁾:

- 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 D_{max} di 16 mm e del 5÷6% per aggregati con D_{max} 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 ed alla EN 196-2 per gli ioni solfato.

TAB. 81 - Agenti aggressivi. Gradi di attacco

AGENTE	GRADI DI ATTACCO		
	deb ole	moder ato	forte
Acqua nel terreno			
pH	6,5-5,5	5,5-4,5	4,5-4,0
CO ₂ aggressiva (mg CO ₂ /l)	15-30	30-60	60-100
ioni ammonio (mg NH ₄ /l)	15-30	30-60	60-100
ioni magnesio (mg MG ²⁺ /l)	100-300	300-1500	1500-3000
ioni solfato (mg SO ₄ ²⁻ /l)	200-600	600-3000	3000-6000
Terreno secco	XA1	XA2	XA3
ioni solfato (mg SO ₄ ²⁻ /kg di terreno seccato all'aria)	2000-6000	6000-12000	> 12000

⁽³⁾ V. anche l'Appendice J (Metodi di progetto delle miscele di calcestruzzo basate sulle prestazioni per il rispetto della durabilità) della norma UNI EN 206-1 ed il punto 73.4 del presente Capitolato. Per la durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati v. anche le norme della serie UNI 8981 (1.8).

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2
TAB. 82 - Tipi di attacco e gradi di rischio

Umidità relativa Ur del calcestruzzo	Reazione di carbonatazione	Corrosione dell'acciaio nel calcestruzzo		Cicli di gelo e disgelo	Attacco chimico
		•	■		
molto bassa < 45%	1	0	0	0	0
bassa 45%-65	3	1	1	0	0
media 65%-85%	2	3	3	0	0
alta 85%-98%	1	2	3	2	1
saturo	0	1	1	3	3
0 = rischio trascurabile 2 = rischio medio • = calcestruzzo carbonatato		1 = rischio modesto; 3 = rischio alto ■ = calcestruzzo con cloruri			

TAB. 83 - Durabilità. Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo in rapporto alle classi di esposizione

Attacchi / Requisiti	Classi di esposizione																			
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione						Corrosione della armatura indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
		X0	X C1	X C2	X C3	X C4	X S1	X S2	X S3	X D1	X D2	X D3	X F1	X F2	X F3	X F4	X A1	X A2	X A3	
Massimo rapporto a/c		0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05		
Minima classe di assistenza	C12/15	C25/30	28/35	35/40	35/40	C35/45	28/35	32/40	35/45	28/35	32/40	35/45	2/40	25/30	8/35	8/35	2/40	5/45		
Minimo contenuto in cemento (kg/m³)	300	20	3	40	40	360	20	40	60	20	40	60	20	340	60	20	40	60		
Contenuto minimo in aria (%)														3,0						
Altri requisiti														Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati		

35.2.13. Prelievo dei campioni - Controlli di accettazione

Per le opere soggette alla disciplina del D.M. 14 settembre 2005, il Direttore dei 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 di cui al punto 11.1.4 dello stesso decreto e con le modalità indicate dalla UNI EN 12390-1. 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.

Per costruzioni ed opere con getti non superiori a 1500 mm³; 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 ⁽¹⁾. Per ogni giorno di getto sarà effettuato almeno un prelievo (con deroga per le costruzioni con meno di 100 m³, ferito 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. 13 prelievi sui 1500 m³.

L'ordine dei prelievi sarà quello risultante dalla data di confezione dei provini, corrispondenti alla rigorosa successione (lei 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 ed ora del prelevamento, provenienza del prelevamento, posizione in opera del calcestruzzo.

35.2.14. 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.

⁽¹⁾ Risulta quindi un controllo di accettazione (costituito da n. 6 provini) ogni 300 m³ al massimo di getto. In ogni caso, sia per il controllo di tipo A che per quelli del Tipo B, il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla presente tabella, dove: Rm è la resistenza media dei prelievi, R1 è il valore più basso della resistenza dei prelievi (N/mm²) ed s è lo scarto quadratico medio.

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
Ri ≥ Rck - 3,5	
Rm ≥ Rck + 3,5	Rm ≥ Rck + 1,48s
(N° prelievi 3)	(N° prelievi ≥ 5)

35.2.15. 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 12350-2, 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* ⁽²⁾ 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 alle UNI 6393 ed 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* sarà infine effettuata con le modalità di cui alla UNI EN 12390-3.

TAB. 84- Consistenza del conglomerato rapportata agli abbassamenti del cono di Abrams

Classe di consistenza del conglomerato	Abbassamento del cono (SLUMP)	Denominazione corrente
S1	10 ÷ 40 mm	Umida
S2	50 ÷ 90 mm	Plastica
S3	100 ÷ 150 mm	Semifluida
S4	160 ÷ 200 mm	Fluida
S5	≥ 210	Superfluida

TABB. 85 e 86 - Classi di consistenza: Indici di compatibilità e spandimento

Classe	Indice di compatibilità
C0	≥ 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 compatibilità
F1	≤ 340 (mm)
F2	da 350 a 410 (mm)
F3	da 420 a 480 (mm)
F4	da 490 a 550 (mm)
F5	da 560 a 620 (mm)
F6	≥ 630 (mm)

35.2.16. 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.

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 ⁽¹⁾.

⁽²⁾ La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, presi ad 1/5 ed a 4/5 dello scarico della betoniera; attraverso un vaglio a maglia quadra da 4,76 mm. La percentuale di materiale grosso, in peso, nei due campioni non dovrà differire più del 10%; lo slump dei due campioni, prima della vagliatura, non dovrà differire più di 3 cm.

⁽¹⁾ Sull'argomento v. il punto 7.5 della UNI EN 206-1. Non è ammesso aggiungere nell'autobetoniera in cantiere una quantità d'acqua o di additivo maggiore di quanto permesso dalla specifica. Ove ciò avvenga, sul documento di consegna del carico il calcestruzzo sarà registrato come non conforme e la Direzione dei lavori assumerà le decisioni e le responsabilità conseguenti.

35.3. CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO ⁽²⁾

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 1110-1 precedentemente riportate per alcuni contenuti caratterizzanti.

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.

35.4. CALCESTRUZZI SPECIALI

35.4.1. Calcestruzzi cementizi con inerti leggeri

Sia nei tipi normali (non strutturali) che strutturali, potranno essere realizzati con argilla espansa, pomice granulare, vermiculite espansa e scisti espansi in genere, secondo prescrizione; e dovranno rispondere per definizioni, classificazione, prestazioni e valutazione della conformità alla seguente normativa:

UNI 7548-1 - Calcestruzzo leggero con argilla espansa o scisti espansi. Definizione e classificazione.

UNI EN 296-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

UNI EN 13055-1 - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione.

Per la classifica, ove si faccia riferimento alla massa volumica del calcestruzzo (da determinarsi secondo UNI 75482), saranno individuate 6 classi come dalla tabella che segue:

Ove la classifica sia riferita alla resistenza a compressione, verrà definito il *calcestruzzo strutturale*; quale materiale avente massa volumica media compresa tra 1200 e 2000 kg/ml e resistenza caratteristica a compressione non inferiore a 15 MPa (15 N/mm²). In ogni caso, sia per i calcestruzzi strutturali che per quelli normali, le classi di resistenza caratteristica saranno individuate come da tabella che segue:

TAB. 87 - Calcestruzzo leggero. Classi di massa volumica

Classe di massa volumica	D1,0	D1,2	D1,4	D1,6	D1,8	D2,0
Intervallo di massa volumica	≥ 800 e ≤ 1000	> 1000 e ≤ 1200	> 1200 e ≤ 1400	> 1400 e ≤ 1600	> 1600 e ≤ 1800	> 1800 e ≤ 2000

I calcestruzzi saranno dosati con un quantitativo di cemento per metro cubo di inerte non inferiore a 150 kg; l'inerte sarà di unica granulometria (calcestruzzo unigranulare) laddove non risulterà opportuno effettuare la miscelazione di varie granulometrie al fine di evitare cali nei getti; sarà invece di granulometria mista laddove saranno richieste determinate caratteristiche di massa, di resistenza cubica e di conducibilità termica. In ogni caso la massima dimensione dei granuli non dovrà essere superiore ad 1/3 dello spessore dello strato da realizzare.

TAB. 88 - Calcestruzzo leggero. Classi di resistenza a compressione

Classe di resistenza a compressione	LC 8/9	LC 12/13	LC 16/18	LC 20/22	LC 25/28	LC 30/33	LC 35/38
		LC 40/44	LC 45/50	LC 50/55	LC 55/60	LC 60/66	LC 70/77

NOTA: Nella superiore classificazione il primo numero indica la resistenza caratteristica cilindrica minima f_{ck} , cube (MPa) ed il secondo la resistenza caratteristica cubica minima f_{ck} , tube (MPa).

Per la confezione dovrà adoperarsi una betoniera a rotolamento, miscelando l'inerte con il cemento ed aggiungendo quindi l'acqua in quantità sufficiente per ottenere un impasto dall'aspetto brillante ma non dilavato. All'impasto dovranno essere aggiunto degli additivi tensio-attivi aeranti, in opportune proporzioni in rapporto alla granulometria dell'inerte, e ciò al fine di facilitare la posa in opera del conglomerato specie se confezionato con l'assortimento granulometrico più alto.

⁽²⁾ Nel caso di calcestruzzo preconfezionato, il produttore dovrà fornire un documento di consegna in cui siano riportate almeno le seguenti informazioni (parte delle quali potranno essere riportate in apposito catalogo tipologico da depositarsi in cantiere): • nome dell'impianto di preconfezionamento; • numero del documento; • giorno ed ora del carico ovvero ora del primo contatto tra acqua e cemento; • identificativo del veicolo di trasporto; • nome ed ubicazione del cantiere; • riferimento all'ordine; • quantità di calcestruzzo in metri cubi; • dichiarazione di conformità alla UNI EN 206-1; • nome o marchio dell'ente di certificazione (se previsto); • ora di arrivo del calcestruzzo in cantiere; • ore di inizio scarico e di fine scarico ed eventuali interventi allo scarico.

Ancora, per il calcestruzzo a *prestazione garantita*:

• classe di resistenza; • classi di esposizione ambientale; • classe di contenuto in cloruri; • classe di consistenza o valore di riferimento; • dimensione massima nominale dell'aggregato. Inoltre, se oggetto di specifica: valori limite di composizione del calcestruzzo • tipo e classe di resistenza del cemento; • tipi di additivi ed aggiunte; • proprietà speciali. Ancora, nel caso di calcestruzzo leggero o pesante: • classe di massa volumica o massa volumica di riferimento.

E per il calcestruzzo a *composizione richiesta*:

• dettagli sulla composizione (es. contenuto di cemento e tipo di eventuale additivo); • secondo specifica, rapporto acqua/cemento oppure consistenza, espressa come classe o valore di riferimento; • dimensione massima nominale dell'aggregato.

TAB. 89 - Calcestruzzi leggeri di argilla espansa (a.e.) - Tipi e caratteristiche indicative

INERTI in volume	CEM ENTO kg/m ²	resist enza N/mm ²	mass a kg/m ²	rappo rto a/c	cond. termica kcal/mh°C (*)	APPLICAZIONI
100% a.e. 8-15	150 200	5 8	650 700	0,65 0,60	0,120 0,130	Isolamenti Pannelli sandwich
50% a.e. 3-8 50% a.e. 8-15	200 250	9 12	860 930	0,60 0,55	0,160 0,175	Getti verticali isolanti Pannelli sandwich
33% a.e. 0-3 34% a.e. 8-15	250 300	15 19	1070 1130	0,58 0,54	0,215 0,238	Pannelli compatti Pannelli sandwich -
11% Sabbia 34% a.e. 8-15	350	24	1300	0,50	0,295	Pannelli compatti
22% a.e. 0-3 33% a.e. 3-8	400	26	1360	0,47	0,325	Strutture isolanti
33% Sabbia 34% a.e. 8-15	350 400	29 30	1550 1600	0,50 0,48	0,425 0,455	Solai Getti in opera
50% Sabbia 50% a.e. 3-8	350 400	37 38	1780 1820	0,50 0,48	0,575 0,600	Precompressi
(*) 1 kcal/mh°C = 1,16 mWh/mk						

Nel caso di calcestruzzo strutturale gli inerti, ove costituiti da argilla espansa, presenteranno struttura prevalentemente chiusa; con esclusione di frazioni granulometriche ottenute per frantumazione post-cottura: ove invece costituiti da scisti espansi, presenteranno struttura non sfaldabile con esclusione di elementi frantumabili.

Art. 36 OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE

36.0. Generalità

Nella esecuzione delle opere in cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a quanto stabilito dal D.M. Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005. 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.

Per le opere da realizzarsi in zona sismica. Oltre al rispetto delle prescrizioni riportate ai punti 3.2 e 5.7 delle superiori norme, dovrà ancora attenersi al rispetto delle disposizioni riportate nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni in Zona Sismica", emanate con Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274, modificata ed integrata con Ord. P.C.M. 3 maggio 2005, n. 3431.

L'Appaltatore dovrà scrupolosamente attenersi alle "Regole per l'esecuzione" di cui è dotato il documento progettuale secondo il punto 5.1.7 delle citate "Norme Tecniche". In ogni caso potrà fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670-1 (1)

36.1. 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. 79).

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 71.2.15 del presente Capitolato.

36.2. POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO

36.2.1. 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:

(1) UNI EN 13670-1 – Esecuzione di strutture di calcestruzzo. Requisiti comuni.

36.2.2. *Trasporto del conglomerato*

Per il trasporto del conglomerato si richiama quanto in precedenza prescritto al punto 71.2.16. 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 superfluidificanti, 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.

36.2.3. *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.

36.2.4. *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. 84 – 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.

36.2.5. *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 od 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 od impronte nel conglomerato⁽¹⁾.

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.

36.2.6. *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.

36.2.7. *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 casseformi. 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

⁽¹⁾ I vibratori ad immersione dovranno avere elevata frequenza: da 6.000 a 12.000 cicli al minuto per il cemento armato normale ad oltre 12.000 e fino a 22.000 per il precompresso.

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 ⁽²⁾.

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

36.2.8. 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 sovrariscaldamento.

36.2.9. Protezione ed 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 ⁽¹⁾ non dovrà avere durata, in giorni; inferiore ai valori riportati nella Tab. 95.

TAB. 95 -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	Cem.	42,5 R	Altri casi		
				a/c<0,5	Cem.	32,5 R			
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

36.2.10. 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.

36.2.11. 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.

36.3. DISARMO DEI GETTI DI CONGLOMERATO

36.3.1. 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 R_{ck} 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 73.2.9; ove tale operazione desse luogo ad efflorescenze superficiali, la bagnatura sarà sostituita con l'impiego di pellicole protettive antievaporanti.

⁽²⁾ Tra i provvedimenti da adottarsi deve comprendersi l'impiego di casseforme isolate termicamente.

⁽¹⁾ La durata della stagionatura è legata alla velocità con la quale si raggiunge una certa impermeabilità della zona superficiale (copriferro) del conglomerato. Essa è pertanto legata allo sviluppo della resistenza dello stesso (v. prospetto 12 della UNI EN 206-1).

36.3.2. 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 scasseramento delle strutture dovrà essere convenientemente protratto onde tener conto del maggior periodo occorrente al raggiungimento delle resistenze necessarie.

36.4. GETTI IN AMBIENTI AGGRESSIVI

In aggiunta a quanto prescritto al punto 71.2.12. del presente Capitolato, per le opere in cemento armato da realizzare in prossimità dei litorali marini od 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 copriferri 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.

Tab. 96 – Getti di conglomerato cementizio armato – tempi minimi di disarmo

TIPI DI ARMATURA	Cement o normale	Cemento ad alta resistenz a
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, archi e volte ecc.	24 gg	12 gg
Strutture a sbalzo	28 gg	14 gg

36.5. 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 48.1 del presente Capitolato.

36.5.1. 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.

36.5.2. 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 od 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 ⁽¹⁾.
- *Saldatura*, da eseguirsi in conformità alle relative norme in vigore ⁽²⁾.
- *Manicotto filettato o presso-estruso*, da validarsi preventivamente mediante prove sperimentali.

36.5.3. 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 inкруdivo sono vietate le piegature a caldo.

36.5.4. Copriferro ed interfero

La superficie dell'armatura resistente dovrà distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette, setti e pareti, e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri. Tali misure dovranno essere aumentate, nel caso di ambienti aggressivi, così come disposto al punto 73.4. 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 ⁽³⁾. Per le barre di sezione non circolare si dovrà considerare il diametro del cerchio circoscritto.

⁽¹⁾ In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo dovrà essere non minore di 20 volte il diametro della barra e la prosecuzione di ciascuna barra dovrà essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (interfero nella sovrapposizione) non dovrà superare 6 volte il diametro.

⁽²⁾ Dovranno essere accertate la saldabilità degli acciai come indicato al punto 2.2.6 delle norme, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo.

⁽³⁾ Si potrà derogare a quanto sopra raggruppando le barre a coppie ed aumentando la mutua distanza minima tra le coppie ed almeno 4 cm.

36.5.5. 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. 37 CASSEFORME - ARMATURE - CENTINATURE

Per l'esecuzione di tali opere provvisoriale, 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 prescritto ai punti 72.2.6. e 72.2.7. del 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 al precedente punto 72.2.4.

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.

Art 38 STRUTTURE E MANUFATTI PREFABBRICATI**38.0. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le strutture ed i manufatti (componenti) prefabbricati in conglomerato cementizio armato dovranno essere realizzati con l'osservanza delle disposizioni di cui ai paragrafi 5.1.10 e 11.7 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005, nonché, per quanto riguarda le strutture a grandi pannelli (e per quanto non incompatibile con il D.M. citato con l'osservanza delle "Raccomandazioni internazionali unificate per il calcolo e l'esecuzione delle strutture a grandi pannelli" emanate da C.E.B. - C.I.B. - U.E.A. t.c. ⁽¹⁾).

Per le strutture da realizzare in zona sismica, dovrà altresì osservarsi quanto prescritto dall'art. 7 della Legge 2 Febbraio 1974, n. 64 nonché per gli edifici in cemento armato, quanto riportato al paragrafo 5.7.9. delle superiori norme tecniche ed al paragrafo 5.7 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni in zona sismica" emanate con Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 e s.m.i.

Per la durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati in calcestruzzo (definizioni ed elenco delle azioni aggressive, istruzioni per ottenere la resistenza ai diversi agenti, istruzioni per la progettazione, la confezione e la messa in opera) si farà riferimento alla seguente serie di norme:

UNI 8981 - Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati in calcestruzzo. Definizioni, azioni aggressive e istruzioni varie (1÷8).

38.1. MATERIALI E CONTROLLI**38.1.1. Manufatti di produzione occasionale (2)**

I manufatti o componenti di produzione occasionale dovranno essere realizzati in conformità al relativo progetto e nel rispetto delle regole che disciplinano l'esecuzione delle strutture in conglomerato cementizio armato. Tale rispetto, per i componenti prodotti in stabilimento, sarà certificato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione.

Il progettista delle strutture ed il Direttore dei lavori saranno responsabili dell'utilizzazione, e dell'organico inserimento dei manufatti nel contesto del progetto strutturale dell'opera.

⁽¹⁾ V. edizione italiana a cura dell'AITEC-Roma.

⁽²⁾ Per manufatti di produzione occasionale si intendono gli elementi prefabbricati realizzati in stabilimenti permanenti, ovvero a piè d'opera od anche in impianti temporanei, senza il presupposto della ripetitività tipologica e destinati in modo specifico ad una determinata opera e per questa progettati *ex novo* di volta in volta.

38.1.2. Prodotti prefabbricati in serie (3)

Gli elementi strutturali prefabbricati in serie, quando non soggetti ad attestato di conformità secondo una specifica europea elaborata ai sensi della direttiva 89/106/CEE (attestato di conformità CE) ⁽⁴⁾, saranno riferibili a due categorie di produzione: “Serie qualificata e dichiarata” e “Serie qualificata controllata”.

Per serie “dichiarata” ⁽⁵⁾ si intende la produzione in serie, effettuata in stabilimento, dichiarata dal produttore conforme alle Tecniche e per la quale è stato effettuato il deposito ai sensi dell’art. 9 della Legge n. 1086/71, ovvero sia stata rilasciata la certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della Legge n. 64/74. Per serie “controllata” ⁽⁶⁾ si intende la produzione in serie che oltre a detti requisiti, sia eseguita con procedure che prevedano verifiche sperimentali su prototipo e controllo della produzione come specificato al punto 11.7 delle norme.

Gli elementi prodotti in serie dovranno essere realizzati sotto la vigilanza di un Direttore tecnico dello stabilimento, dotato di abilitazione professionale, che garantisca la rispondenza della produzione con la documentazione depositata ed il rispetto delle regole sull’esecuzione delle opere in cemento armato. Detto Direttore, unitamente al progettista, per le rispettive competenze, è responsabile della capacità portante e sicurezza del componente, anche nella fase di trasporto a piè d’opera.

38.1.3. Marcatura

Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie dovrà essere appositamente contrassegnato da marcatura fissa ed indelebile in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e relativo stabilimento, nonché individuare la serie di origine dell’elemento. Inoltre, per i manufatti di peso superiore a 80 kN (8t) dovrà anche essere indicato, in modo visibile, il peso dell’elemento.

38.2. REGOLE PRATICHE E COLLAUDO

I dispositivi di sollevamento e movimentazione dei manufatti dovranno essere esplicitamente previsti dal progetto ed adeguatamente realizzati in rapporto agli sforzi da sostenere; lo stesso dicasi per gli apparecchi di appoggio, ove previsti, ed i vincoli provvisori o definitivi che siano. In zona sismica non sono consentiti appoggi nei quali la trasmissione di forze orizzontali sia affidata all’attrito; l’appoggio dovrà consentire spostamenti relativi secondo quanto previsto dalla normativa sismica.

Per quanto riguarda la realizzazione delle unioni, le tolleranze, i controlli ed i collaudi si rinvia ai punti 5.1.1.0.6.1, 5.1.1.0.6.2 e 5.1.1.0.7 delle “Norme Tecniche”.

ART. 39 OPERE, STRUTTURE E MANUFATTI IN ACCIAIO OD ALTRI METALLI**39.0. GENERALITÀ****39.0.1. Accettazione dei materiali**

Tutti i materiali in acciaio od in metallo in genere, destinati all’esecuzione di opere e manufatti, dovranno rispondere alle norme di cui agli artt. 48 e 49 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.

39.0.2. Modalità di lavorazione

Avvenuta la provvisoria accettazione dei materiali, potrà venire iniziata la lavorazione; dovrà comunque esserne comunicata la data di inizio affinché la Direzione, a norma di quanto stabilito al punto 27.27. del presente Capitolato, 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 od anche ad ossigeno od 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 lunate 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.

⁽³⁾ Per manufatti od elementi prefabbricati in serie devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industria.

⁽⁴⁾ I cui riferimenti sono- pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale della Unione Europea.

⁽⁵⁾ Rientrano in “serie dichiarata” i prodotti che appartengono ad una tipologia ricorrente compiutamente determinata, risultano predefinitivi in campi dimensionali, tipi di armature, sulla base di elaborati tecnici tipologici e grafici depositati.

⁽⁶⁾ Sono prodotti in “serie controllata” i componenti strutturali realizzati con materiali innovativi, ovvero analizzati con metodi di calcolo non consueti ovvero con conglomerato cementizio avente $R_w > N/mm^2$.

39.0.3. Modalità esecutive delle unioni

Le unioni dei vari elementi componenti le strutture od i manufatti dovranno essere realizzate conformemente alle prescrizioni di progetto, richiamandosi, per bulloni e chiodi, le disposizioni di cui al punto 11.2.4.8.4 delle norme tecniche e, per le saldature, il punto 11.2.4.5 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 od 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 sabbatura 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%. Per le bullonature degli elementi strutturali in acciaio dovranno altresì essere rispettate le disposizioni di cui ai punti 5.2.8.6 e 5.2.8.7 delle "Norme Tecniche" di cui al successivo punto 78.1.

- 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 5.2.8.8 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 ⁽¹⁾. 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 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 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°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.

- d) *Unioni per contatto:* Per tali tipi di unione si rinvia alle disposizioni particolari di cui al punto 3.2.8.9 delle "Norme Tecniche". Le superfici di contatto dovranno essere convenientemente piane ed ortogonali all'asse delle membrature collegate.
- e) *Apparecchi di appoggio, cavi, barre e funi:* Per tali elementi si rinvia ai punti 3.2.8.11 e 3.2.8.12 delle stesse norme tecniche.

39.0.4. 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.

39.0.5. 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.

39.0.6. 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

⁽¹⁾ A deroga di quanto richiesto, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo non potranno essere qualificati mediante l'esecuzione di giunti testa a testa.

inconvenienti di qualunque genere, l'Appaltatore sarà tenuto ad eliminarli a propria cura e spese, restando peraltro obbligato al risarcimento di eventuali danni.

39.0.7. Collocamento e montaggio in opera - Oneri connessi

L'Appaltatore dovrà far tracciare od eseguire direttamente, sotto la propria responsabilità, tutti gli incassi, i tagli; le incarcerazioni, ecc. occorrenti per il collocamento in opera dei manufatti metallici; le incarcerazioni 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 od 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 benessere della Direzione Lavori. Dovrà porre però la massima cura affinché le operazioni di trasporto, sollevamento e premontaggio 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 ⁽²⁾, le ferramenta accessorie e quant'altro possa occorrere per dare le opere perfettamente finite e rifinite.

39.0.8. 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 ⁽³⁾; 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 pie' 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.

39.1. COSTRUZIONI IN ACCIAIO

Le strutture ed i componenti strutturali in acciaio od altri metalli dovranno essere realizzati con (osservanza delle disposizioni di cui ai paragrafi 5.2 e 5.5 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005, più volte richiamato. Del pari, per le strutture da realizzarsi in zona sismica dovrà osservarsi quanto prescritto dall'art. 7 della Legge n. 64/74 nonché, per gli edifici con struttura in acciaio, quanto riportato al paragrafo 5.7.10 delle superiori norme tecniche ed al paragrafo 6 delle "Norme Tecniche" approvate con Ord. P.C.M. n. 3274/03 e s.m.i.

39.1.1. Regole pratiche particolari

Per la realizzazione di elementi strutturali è vietato l'uso di profilati con spessore 't' minore di 4 mm. Potrà derogarsi fino a 3 mm per elementi sicuramente protetti contro la corrosione. È vietato inoltre, in uno stesso giunto, l'impiego di differenti metodi di collegamento (es. saldatura e bullonatura o chiodatura) a meno che ad uno solo di essi sia imputato l'intero sforzo.

Nelle basi delle colonne, i bulloni di ancoraggio dovranno essere collocati a conveniente distanza dalle superfici di delimitazione laterale della fondazione. La lunghezza degli ancoraggi sarà quella prescritta dal progetto e comunque non dovrà essere inferiore al minimo prescritto dalle norme sui conglomerati cementizi armati (quando non si taccia uso di traverse di ancoraggio).

Negli appoggi scorrevoli, di regola non saranno impiegati più di due rulli: in questi casi dovrà sovrapporsi ad essi un bilanciante che assicuri l'equa ripartizione del carico. Le parti degli apparecchi che trasmettono pressioni per contatto dovranno essere lavorate con macchina utensile automatica di alta precisione. Per gli appoggi strutturali dovrà farsi riferimento alle norme della serie UNI EN 1337: in particolare, per gli appoggi elastomerici, alla norma UNI EN 2337-3

Tutti i materiali debbono essere identificabili mediante apposito contrassegno o marchiatura, specie per quanto riguarda il tipo di acciaio impiegato.

⁽²⁾ Qualora l'apparato fosse incorporato, tale onere potrà essere limitato all'assistenza per tali operazioni che, nel caso, competeranno all'Appaltatore delle opere murarie.

⁽³⁾ In tutte le parti interne dei manufatti o strutture metalliche in cui possano raccogliersi acque di infiltrazione o di condensa, dovranno sempre essere predisposti opportuni fori od intagli, senza alcun pregiudizio per le caratteristiche di resistenza, per il necessario scolo di tali acque.

39.2. ELEMENTI STRUTTURALI IN ACCIAIO-CALCESTRUZZO

Dovranno essere realizzati, oltre che nel rispetto delle norme relative ai due tipi di materiali, anche con l'osservanza delle particolari disposizioni contenute nel paragrafo 5.6.1 delle superiori "Norme Tecniche".

39.3. COSTRUZIONI CON ELEMENTI IN METALLI DIVERSI

Le costruzioni composte da elementi strutturali diversi dall'acciaio dovranno essere progettate, eseguite e montate secondo le indicazioni di ordine generale relative all'acciaio. Le strutture dovranno presentare un grado di sicurezza correlato alla tipologia dei materiali e delle relative tecnologie e comunque non inferiore a quello richiesto per le costruzioni in acciaio.

In ogni caso questi materiali (alluminio, rame od acciai speciali) non potranno essere utilizzati con funzione strutturale se non preliminarmente certificati ed accettati con le stesse procedure dei materiali normali e secondo quanto prescritto al paragrafo 5.5 delle superiori "Norme Tecniche". Si richiama peraltro, per quanto non in contrasto con le stesse norme tecniche, la specifica norma:

UNI 8634 – Strutture di leghe di alluminio. Istruzioni per il calcolo e l'esecuzione.

ART. 40 – OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE

40.1. Definizioni

Si intendono per opere di impermeabilizzazione quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o vapore) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti controterra ecc.) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti.

Esse si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

40.1.1 Categorie di impermeabilizzazioni

Le impermeabilizzazioni, si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

- a) impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
- b) impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
- c) impermeabilizzazioni di opere interrato;
- d) impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).

40.1.2 Realizzazione

Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri documenti progettuali, ove non siano specificate in dettaglio nel progetto o a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- 1) Per le impermeabilizzazioni di coperture, vedere l'articolo 60.
- 2) Per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, vedere l'articolo "Prodotti per pavimentazione".
- 3) Per la impermeabilizzazione di opere interrate valgono le prescrizioni seguenti.

a) Per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti e alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele) le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili, le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti del terreno.

Inoltre durante la realizzazione si curerà che i risvolti, punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.

b) Per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà come indicato nel comma a) circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica.

c) Per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno) in modo da avere continuità e adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta.

d) Per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi o in pasta si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità e anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc. nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno. Durante l'esecuzione si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del

fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.) le modalità di applicazione ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura e umidità) e quelle di sicurezza saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione dei lavori.

4) Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc. Gli strati si eseguiranno con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc. curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento. L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali e altri prodotti similari, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia e osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

40.2 *Compiti del direttore dei lavori*

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione opererà come segue:

- nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte e inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione di giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.) la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, le continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.;
- a conclusione dell'opera eseguire prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, l'interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento;
- avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alle schede tecniche di prodotti ed eventuali prescrizioni per la manutenzione futura dell'opera.

ART. 41 – ESECUZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI

41.1 *Definizioni*

Si intende per pavimentazione un sistema edilizio avente quale scopo quello di consentire o migliorare il transito e la resistenza alle sollecitazioni in determinate condizioni di uso.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni su strato portante;
- pavimentazioni su terreno (cioè dove la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta del terreno).

41.2 *Strati funzionali*

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali.

a) La pavimentazione su strato portante avrà quali elementi o strati fondamentali:

- lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- lo strato ripartitore, con funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
- lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.).

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste i seguenti strati possono diventare fondamentali:

- strato di impermeabilizzante con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi e ai vapori;
- strato di isolamento termico con funzione di portare la pavimentazione a un prefissato isolamento termico;
- strato di isolamento acustico con la funzione di portare la pavimentazione a un prefissato isolamento acustico;
- strato di compensazione con funzione di compensare quote, le pendenze, gli errori di planarità ed eventualmente incorporare impianti (questo strato frequentemente ha anche funzione di strato di collegamento).

b) La pavimentazione su terreno avrà quali elementi o strati funzionali:

- il terreno (suolo) con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- strato impermeabilizzante (o drenante);
- lo strato ripartitore;
- strati di compensazione e/o pendenza;
- il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni possono essere previsti altri strati complementari.

41.3 Realizzazione degli strati

Per la pavimentazione su strato portante sarà effettuata la realizzazione degli strati utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

1) per lo strato portante, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sulle strutture di calcestruzzo, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio e calcestruzzo, sulle strutture di legno, ecc.;

2) per lo strato di scorrimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali la sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia. Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione, o realizzazione dei giunti e l'esecuzione dei bordi, risvolti, ecc.;

3) per lo strato ripartitore, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno. Durante la realizzazione si curerà oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici in modo da evitare azioni meccaniche localizzate o incompatibilità chimico fisiche. Sarà infine curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo;

4) per lo strato di collegamento, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e nei casi particolari alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici o altro tipo. Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto con riferimento agli spessori e/o quantità consigliate dal produttore in modo da evitare eccesso da rifiuto o insufficienza che può provocare scarsa resistenza o adesione. Si verificherà inoltre che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore;

5) per lo strato di rivestimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nell'art. "Prodotti per pavimentazione". Durante la fase di posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti, delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.) nonché le caratteristiche di planarità o comunque delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa e i tempi di maturazione;

6) per lo strato di impermeabilizzazione, a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore valgono le indicazioni fornite per questi strati all'articolo sulle coperture continue;

7) per lo strato di isolamento termico, valgono le indicazioni fornite per questo strato all'articolo sulle coperture piane;

8) per lo strato di isolamento acustico, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento per i prodotti alle prescrizioni già date nell'apposito articolo. Durante la fase di posa in opera si curerà il rispetto delle indicazioni progettuali e comunque la continuità dello strato con la corretta realizzazione dei giunti/sovrapposizioni, la realizzazione accurata dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto galleggiante i risvolti dovranno contenere tutti gli strati sovrastanti). Sarà verificato nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc., il corretto posizionamento di questi elementi e i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc., con lo strato sottostante e sovrastante;

9) per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori a 20 mm).

41.4 Materiali

Per le pavimentazioni su terreno la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o da suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

1) per lo strato costituito dal terreno si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, plasticità, massa volumica, ecc. si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore per conferirgli adeguate caratteristiche meccaniche, di comportamento all'acqua, ecc. In caso di dubbio o contestazioni si farà riferimento alla norma **UNI 8381** e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

2) per lo strato impermeabilizzante o drenante si farà riferimento alle prescrizioni già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc. indicate nella norma **UNI 8381** per le massicciate (o alle norme CNR sulle costruzioni stradali) e alle norme UNI e/o CNR per i tessuti nontessuti (geotessili). Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo, limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc. In caso di dubbio o contestazione si farà riferimento alla **UNI 8381** e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

3) per lo strato ripartitore dei carichi si farà riferimento alle prescrizioni contenute sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo, conglomerati bituminosi alle prescrizioni della **UNI 8381** e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali. In generale si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti particolari.

4) per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore; è ammesso che esso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o comunque scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.

5) per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'articolo sui prodotti per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, ecc.). Durante l'esecuzione si curerà a secondo della soluzione costruttiva prescritta dal progetto le indicazioni fornite dal progetto stesso e comunque si curerà, in particolare, la continuità e regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.) l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si curerà inoltre l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale e il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.

41.5 Compiti del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle pavimentazioni opererà come segue.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte e inoltre, almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato. In particolare verificherà: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli e in genere con prodotti preformati; la esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- adesioni fra strati (o quando richiesto l'esistenza di completa separazione);
- tenute all'acqua, all'umidità, ecc.

A conclusione dei lavori eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili a opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

SISTEMAZIONI ESTERNE

ART. 42 OPERE STRADALI

42.1 CARREGGIATE

42.1.1 Preparazione del sottofondo

Il terreno interessato dalla costruzione del corpo stradale che dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura o i rilevati, verrà preparato asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilito dalla direzione dei lavori.

I piani di posa dovranno anche essere liberati da qualsiasi materiale d'altra natura vegetale, quali radici, cespugli, alberi.

Per l'accertamento del raggiungimento delle caratteristiche particolari dei sottofondi qui appresso stabilite, agli effetti soprattutto del grado di costipamento e dell'umidità in posto, l'impresa, indipendentemente dai controlli che verranno eseguiti dalla direzione dei lavori, dovrà provvedere a tutte le prove e determinazioni necessarie.

A tal uopo dovrà quindi a sue cure e spese, installare in cantiere un laboratorio con le occorrenti attrezzature.

Le determinazioni necessarie per la caratterizzazione dei terreni ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, verranno preventivamente fatte eseguire dalla direzione dei lavori presso un laboratorio pubblico e cioè quelli delle Università, delle Ferrovie dello Stato o presso il laboratorio dell'ANAS.

Rimosso il terreno costituente lo strato vegetale, estirpate le radici fino a un metro di profondità sotto il piano di posa e riempite le buche così costituite si procederà, in ogni caso, ai seguenti controlli:

- a) determinazione del peso specifico apparente del secco del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio;
- b) determinazione dell'umidità in sito in caso di presenza di terre sabbiose, ghiaiose, o limose;
- c) determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

42.1.2 Costipamento del terreno in sito

A) Se sul terreno deve essere appoggiata la sovrastruttura direttamente o con l'interposizione di un rilevato di altezza minore di 50 cm, si seguiranno le seguenti norme:

a) per le terre sabbiose o ghiaiose, si dovrà provvedere al costipamento del terreno per uno spessore di almeno 25 cm con adatto macchinario fino a ottenere un peso specifico apparente del secco in sito, pari almeno al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio;

b) per le terre limose, in assenza d'acqua si procederà come al precedente capo a);

c) per le terre argillose si provvederà alla stabilizzazione del terreno in sito, mescolando a esso altro idoneo, in modo da ottenere un conglomerato, a legante naturale, compatto e impermeabile, dello spessore che verrà indicato volta per volta e costipato fino a ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 95% del massimo ottenuto in laboratorio. Nel caso in cui le condizioni idrauliche siano particolarmente cattive, il provvedimento di cui sopra sarà integrato con opportune opere di drenaggio.

B) Se il terreno deve sopportare un rilevato di altezza maggiore di 0,50 m, si seguiranno le seguenti norme:

a) per terre sabbiose o ghiaiose si procederà al costipamento del terreno con adatto macchinario per uno spessore di almeno 25 cm, fino a ottenere un peso specifico apparente del secco pari all'85% del massimo ottenuto in laboratorio per rilevati aventi una altezza da 0,50 m a 3 m, e pari all'80% per rilevati aventi una altezza superiore a 3 m;

b) per le terre limose in assenza di acqua si procederà come indicato al comma a);

c) per le terre argillose si procederà analogamente a quanto indicato al punto c) del cap. A).

In presenza di terre torbose si procederà in ogni caso alla sostituzione del terreno con altro tipo sabbioso-ghiaioso per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico.

42.1.3 Modificazione della umidità in sito

L'umidità di costipamento non dovrà mai essere maggiore del limite di ritiro diminuito del 5%; nel caso che l'umidità del terreno in sito sia maggiore di questo valore, occorrerà diminuire questo valore dell'umidità in loco, mescolando alla terra, per lo spessore che verrà indicato dalla direzione dei lavori, altro materiale idoneo asciutto, o lasciando asciugare all'aria previa disgregazione.

Qualora operando nel modo suddetto l'umidità all'atto del costipamento, pari a quella del limite di ritiro diminuito del 5%, risultasse inferiore a quella ottima ottenuta in laboratorio, dovrà provvedersi a raggiungere il prescritto peso specifico apparente aumentando il lavoro meccanico di costipamento.

42.2 FONDAZIONI

Quando occorra, la massicciata deve essere munita di una fondazione che, a seconda delle particolari condizioni dei singoli lavori, viene realizzata con una delle seguenti strutture:

- a) in pietrame o ciottolami;
- b) in misto di ghiaia (o pietrisco) e sabbia; o materiale prevalentemente sabbioso;
- c) in materiale di risulta, come i prodotti di recupero delle demolizioni di precedenti massicciate o di costruzioni edilizie, i detriti di frantumazione, le scorie, le ceneri, ecc., purché nei materiali di risulta dalle demolizioni non esistano malte gessose;
- d) in terra stabilizzata.

42.2.1 Fondazione in pietrame e ciottolati

Per la formazione della fondazione in pietrame e ciottolati entro apposito cassonetto scavato nella piattaforma stradale, dovranno costruirsi tre guide longitudinali di cui due laterali e una al centro e da altre guide trasversali alla distanza reciproca di 15 m, eseguite accuratamente con pietre e ciottolosi scelti e aventi le maggiori dimensioni, formando così dei riquadri da riempire con scapoli di pietrame o ciottolosi di altezza non minore di 20 cm e non superiore a 25 cm, assestati a mano, con le code in alto e le facce più larghe in basso, bene accostati fra loro e con gli interstizi serrati a forza mediante scaglie.

Ove la direzione dei lavori, malgrado l'accurata esecuzione dei sottofondi, reputi necessario che prima di spargere su di essi il pietrisco o la ghiaia sia provveduto alla loro rullatura e sagomatura, tale lavoro sarà eseguito in economia (qualora non esista allo scopo apposito prezzo di elenco) e pagato a parte in base ai prezzi di elenco per la fornitura e impiego di compressori di vario peso.

Ove tale rullatura si renda invece necessaria per deficienze esecutive nella tessitura dei sottofondi, l'impresa sarà obbligata a provvedere a sua totale cura e spesa alla cilindatura.

A lavoro ultimato, la superficie dei sottofondi dovrà avere sagoma trasversale parallela a quella che in definitivo si dovrà dare alla superficie della carreggiata, o del pavimento sovrapposto che dovrà costituire la carreggiata stessa.

Qualora per la natura del terreno di sottofondo e per le condizioni igrometriche, possa temersi un anormale affondamento del materiale di fondazione, occorre stendere preventivamente su detto terreno, uno strato di sabbia o materiale prevalentemente sabbioso di adeguato spessore e in ogni caso non inferiore a 10 cm.

42.2.2 Fondazione in ghiaia o pietrisco e sabbia

Le fondazioni con misti di ghiaia o pietrisco e sabbia dovranno essere formate con uno strato di materiale di spessore uniforme e di altezza proporzionata sia alla natura del sottofondo che alle caratteristiche del traffico. Di norma lo spessore dello strato da cilindrare non dovrà essere inferiore a 20 cm.

Lo strato deve essere assestato mediante cilindatura. Se il materiale lo richiede per scarsità di potere legante, è necessario correggerlo con materiale adatto, aiutandone la penetrazione mediante leggero innaffiamento, tale che l'acqua non arrivi al sottofondo.

Le cilindature dovranno essere condotte procedendo dai fianchi verso il centro. A lavoro finito, la superficie dovrà risultare parallela a quella prevista per il piano viabile.

Le stesse norme valgono per le fondazioni costruite con materiale di risulta. Tale materiale non dovrà comprendere sostanze alterabili e che possono rigonfiare in contatto con l'acqua.

42.2. 3 Massicciata

Le massicciate, tanto se debbono formare la definitiva carreggiata vera e propria portante il traffico dei veicoli e di per sé resistente, quanto se debbano eseguirsi per consolidamento o sostegno di pavimentazioni destinate a costituire la carreggiata stessa, saranno eseguite con pietrisco o ghiaia aventi le dimensioni appropriate al tipo di carreggiata da formare, indicate in via di massima dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2228 e dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2229 e dalle norme per il confezionamento del calcestruzzo, o da dimensioni convenientemente assortite.

Il pietrisco sarà ottenuto con la spezzatura a mano o meccanica, curando in quest'ultimo caso di adoperare tipi di frantoio meccanici che spezzino il pietrame o i ciottolosi di elevata durezza, da impiegare per la formazione del pietrisco, in modo da evitare che si determinino fratture nell'interno dei singoli pezzi di pietrisco.

La direzione dei lavori si riserva la facoltà di fare allontanare o di allontanare, a tutte spese e cure dell'impresa, dalla sede stradale il materiale di qualità scadente: altrettanto dicasi nel caso che il detto materiale non fosse messo in opera con le cautele e le modalità che saranno prescritte dalla direzione dei lavori, come pure per tutti gli altri materiali e prodotti occorrenti per la formazione delle massicciate e pavimentazioni in genere.

Il materiale di massicciata, preventivamente ammannito in cumuli di forma geometrica o in cataste pure geometriche, sui

bordi della strada o in adatte località adiacenti agli effetti della misurazione, qualora non sia diversamente disposto, verrà sparso e regolarizzato in modo che la superficie della massiciata, a opera finita, abbia in sezione trasversale e per tratti in rettilineo, e a seconda dei casi, il profilo indicato nel precedente punto 89.2; e nelle curve il profilo che ai sensi dello stesso punto 89.2 sarà stabilito dalla direzione dei lavori.

Tutti i materiali da impiegare per la formazione della massiciata stradale dovranno soddisfare alle «Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali» di cui al « Fascicolo n. 4 » del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

Per la formazione della massiciata il materiale, dopo la misura deve essere steso in modo regolare e uniforme, ricorrendo alle comuni carriere o forche e se possibile, mediante adatti distributori meccanici.

L'altezza dello strato da cilindrare in una sola volta non deve essere superiore a 15 cm.

Qualora la massiciata non debba essere cilindrata, si provvederà a dare a essa una certa consistenza, oltre che con l'impiego di pietrisco assortito (da 60 a 25 mm) escludendo rigorosamente le grosse pezzature, mediante lo spandimento di sabbione di aggregazione che renda possibile l'amalgama dei vari elementi sotto un traffico moderato.

42.2.4 Cilindratura delle massicciate

Per ciò che riguarda le semplici compressioni di massicciate a macadam ordinario, o eseguite per spianamento e regolarizzazioni di piani di posa di pavimentazioni, oppure di cilindrate da eseguire per preparare la massiciata a ricevere trattamenti superficiali, rivestimenti, penetrazioni e relativo supporto, o per supporto di pavimentazioni in conglomerati asfaltici bituminosi o asfaltici, in porfido, ecc., si provvederà all'uopo e in generale con rullo compressore a motore del peso non minore di 16 tonnellate.

Il rullo nella sua marcia di funzionamento manterrà la velocità oraria uniforme non superiore a 3 km/h.

Per la chiusura e rifinitura della cilindratura si impiegheranno rulli di peso non superiore a 14 tonnellate, e la loro velocità potrà essere anche superiore a quella suddetta, nei limiti delle buone norme di tecnica stradale.

I compressori saranno forniti a piè d'opera dall'impresa con i relativi macchinisti e conduttori abilitati e con tutto quanto è necessario al loro perfetto funzionamento.

Verificandosi eventualmente guasti ai compressori in esercizio, l'impresa dovrà provvedere prontamente alla riparazione e anche alla sostituzione, in modo che le interruzioni di lavoro siano ridotte al minimo possibile.

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 passi sopra una striscia di almeno 20 cm della zona precedentemente cilindrata, e che nel cilindrare la prima zona marginale venga a comprimere anche una zona di banchina di almeno 20 cm di larghezza.

Non si dovranno cilindrare o comprimere contemporaneamente strati di pietrisco o ghiaia superiori a 12 cm di altezza misurati sul pietrisco soffice sparso, e quindi prima della cilindratura. Pertanto, e ogni qualvolta la massiciata debba essere formata con pietrisco di altezza superiore a 12 cm, misurata sempre come sopra, la cilindratura dovrà essere eseguita separatamente e successivamente per ciascun strato di 12 cm o frazione, a partire da quello inferiore.

Quanto alle modalità di esecuzione delle cilindrate queste vengono distinte in tre categorie:

1° di tipo chiuso;

2° di tipo parzialmente aperto;

3° di tipo completamente aperto; a seconda dell'uso cui deve servire la massiciata a lavoro di cilindratura ultimato, e dei trattamenti o rivestimenti coi quali è previsto che debba essere protetta.

Qualunque sia il tipo di cilindratura, fatta eccezione delle compressioni di semplice assestamento, occorrenti per poter aprire al traffico senza disagio del traffico stesso, almeno nel primo periodo, la strada o i tratti da conservare a macadam semplice, tutte le cilindrate in genere debbono essere eseguite in modo che la massiciata, a opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene, risulti cilindrata a fondo, in modo cioè che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento.

La *cilindratura di tipo chiuso* dovrà essere eseguita con uso di acqua, pur tuttavia limitato, per evitare ristagni nella massiciata e rifluimento in superficie del terreno sottostante che potesse perciò essere rammollito e con impiego, durante la cilindratura, di materiale di saturazione, comunemente detto aggregante, costituito da sabbione pulito e scevro di materie terrose da scegliere fra quello con discreto potere legante, o da detrito dello stesso pietrisco, se è prescritto l'impiego del pietrisco e come è opportuno per questo tipo, purché tali detriti siano idonei allo scopo. Detto materiale col sussidio dell'acqua e con la cilindratura prolungata in modo opportuno, ossia condotta a fondo, dovrà riempire completamente, o almeno il più che sia possibile, i vuoti che anche nello stato di massimo addensamento del pietrisco restano tra gli elementi del pietrisco stesso.

Ad evitare che per eccesso di acqua si verifichino inconvenienti immediati o cedimenti futuri, si dovranno aprire frequenti tagli nelle banchine creando dei canaletti di sfogo con profondità non inferiore allo spessore della massiciata ed eventuale sottofondo e con pendenza verso l'esterno.

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, e in ogni caso non mai inferiore a 120 passate ⁽¹⁾.

La cilindratura di tipo semiaperto, a differenza della precedente, dovrà essere eseguita con le modalità seguenti:

a) l'impiego di acqua dovrà essere pressoché completamente eliminato durante la cilindratura, limitandone l'uso a un preliminare innaffiamento moderato del pietrisco prima dello spandimento e configurazione, in modo da facilitare l'assettamento dei materiali di massicciata durante le prime passate di compressore, e a qualche leggerissimo innaffiamento in sede di cilindratura e limitatamente allo strato inferiore da cilindrare per primo (tenuto conto che normalmente la cilindratura di massicciate per strade di nuova costruzione interessa uno strato di materiale di spessore superiore ai 12 cm) e ciò laddove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assettamento suddetto. Le ultime passate di compressore, e comunque la cilindratura della zona di massicciata che si dovesse successivamente cilindrare al disopra della zona suddetta di 12 cm, dovranno eseguirsi totalmente a secco;

b) il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza, del materiale durissimo, e pure preferibilmente siliceo, che verrà prescritto e impiegato per le massicciate da proteggere coi trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti.

Si potrà anche impiegare materiale detritico ben pulito proveniente dallo stesso pietrisco formante la massicciata (se è previsto impiego di pietrisco), oppure graniglia e pietrischino, sempre dello stesso materiale.

L'impiego dovrà essere regolato in modo che la saturazione dei vuoti resti limitata alla parte inferiore della massicciata e rimangano nella parte superiore per un'altezza di alcuni centimetri i vuoti naturali risultanti dopo completata la cilindratura: qualora vi sia il dubbio che per la natura o dimensione dei materiali impiegati potessero rimanere in questa parte superiore vuoti eccessivamente voluminosi a danno dell'economia del successivo trattamento, si dovrà provvedere alla loro riduzione unicamente mediante l'esecuzione dell'ultimo strato, che dovrà poi ricevere il trattamento, con opportuna mescolanza di diverse dimensioni dello stesso materiale di massicciata.

La cilindratura sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla qualità e durezza del materiale di massicciata impiegato, e in ogni caso con numero non minore di 80 passate ⁽²⁾.

La cilindratura di tipo completamente aperto differisce a sua volta dagli altri sopradescritti in quanto deve essere eseguita completamente a secco e senza impiego di sorta di materiali saturanti i vuoti.

La massicciata viene preparata per ricevere la penetrazione, mediante cilindratura che non è portata subito a fondo, ma sufficiente a serrare fra di loro gli elementi del pietrisco, che deve essere sempre di qualità durissima e preferibilmente siliceo, con le dimensioni appropriate, comunemente prescritte per le massicciate per supporto di rivestimento di notevole spessore; il definitivo completo costipamento viene affidato alla cilindratura, da eseguirsi successivamente alla applicazione del trattamento in penetrazione.

42.2.5 Massicciata in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica

Per le strade in terre stabilizzate da eseguirsi con misti granulometrici senza aggiunta di leganti si adopererà una idonea miscela di materiali a granulometria continua a partire dal limo argilla da 0,074 mm sino alla ghiaia (ciottoli) o pietrisco con massime dimensioni di 50 mm.

La relativa curva granulometrica dovrà essere contenuta tra le curve limiti che determinano il fuso di Talbot. Lo strato dovrà avere un indice di plasticità tra 6 e 9 (salvo in condizioni particolari, secondo rilievi di laboratorio, alzare il limite superiore che può essere generalmente conveniente salga a 10) per avere garanzie che né la sovrastruttura si disgreghi né, quando la superficie è bagnata, sia incisa dalle ruote, e in modo da realizzare un vero e proprio calcestruzzo d'argilla con idoneo scheletro litico. A tal fine si dovrà altresì avere un limite di liquidità inferiore a 35 e un CBR saturo a 2,5 mm di penetrazione non inferiore al 50%. Lo spessore dello strato stabilizzato sarà determinato in relazione alla portanza anche del sottofondo e dei carichi che dovranno essere sopportati per il traffico (max kg 8/cm² previsto per pneumatici di grossi automezzi dal nuovo codice della strada) mediante la prova di punzonamento CBR (*California bearing ratio*) su campione compattato preventivamente col metodo Proctor.

Il materiale granulometrico tanto che sia tout venant di cava o di frantumazione, tanto che provenga da banchi alluvionali opportunamente vagliati, il cui scavo debba essere corretto con materiali di aggiunta, ovvero parzialmente frantumati per assicurare un maggior ancoraggio reciproco degli elementi del calcestruzzo di argilla, deve essere steso in cordoni lungo la superficie stradale. Successivamente si procede al mescolamento per ottenere una buona omogeneizzazione mediante i motograders e alla contemporanea stesa sulla superficie stradale. Poi dopo conveniente umidificazione in relazione alle

⁽¹⁾Le cilindrate di tipo chiuso debbono riservarsi unicamente per le massicciate a macadam per le quali è prevista la cilindratura a fondo; per le massicciate da proteggere con rivestimenti per i quali non si richieda o non sia strettamente necessaria una preliminare bitumatura o catramatura in superficie per favorire l'aderenza, in quanto questa aderenza può egualmente ottenersi senza tale trattamento preliminare (come, per esempio, per i rivestimenti superficiali a base di polveri asfaltiche); ed infine, in generale, dove lo strato di pietrisco cilindrato serve per conguagliare il piano di posa di pavimentazioni cementizie e simili, asfaltiche, ecc., o per sostegno e fondazione di pavimentazioni di altro tipo (conglomerati bituminosi, porfido, ecc.) applicabili e previste da applicare su massicciata cilindrata.

⁽²⁾Il tipo di cilindratura semiaperto è quello da eseguire per le massicciate che si debbano proteggere con applicazioni di una mano (di impianto) con o senza mani successive, di bitume o catrame, a caldo o a freddo, o per creare una superficie aderente a successivi rivestimenti, facendo penetrare i leganti suddetti più o meno profondamente nello strato superficiale della massicciata (trattamento in semipenetrazione).

condizioni ambientali si compatta lo strato con rulli gommati o vibranti sino a ottenere una densità in posto non inferiore al 95% di quella massima ottenuta con la prova AASHO modificata.

Per l'impiego, la qualità, le caratteristiche dei materiali e la loro accettazione l'impresa sarà tenuta a prestarsi in ogni tempo, a sue cure e spese, alle prove dei materiali da impiegare o impiegati presso un Istituto sperimentale ufficiale. Le prove da eseguirsi correntemente saranno l'analisi granulometrica meccanica, i limiti di plasticità e fluidità, densità massima e umidità ottima (prove di Proctor), portanza (CBR) e rigonfiabilità, umidità in posto, densità in posto.

Il laboratorio da campo messo a disposizione dall'impresa alla direzione dei lavori dovrà essere dotato di:

- a) serie di setacci per i pietrischetti diametri 25, 15, 10, 5, 2; per le terre serie ASTM 10, 20, 40, 80, 140, 200;
- b) un apparecchio Proctor completo;
- c) un apparecchio per la determinazione della densità in posto;
- d) una stufetta da campo;
- e) una bilancia tecnica, di portata di 10 kg ad approssimazione di un grammo.

42.2.6 Norme per la costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con cemento

Per l'esecuzione di tale tipo di sovrastruttura i lavori dovranno svolgersi nel seguente modo:

a) prima di spargere il cemento, lo strato di materiale dovrà essere conformato secondo le sagome definitive, trasversali e longitudinali di progetto;

b) il cemento dovrà essere distribuito uniformemente nelle quantità richieste e il lavoro dovrà essere di soddisfazione piena della direzione dei lavori;

c) l'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità necessaria con barre spruzzatrici a pressione e uniformemente incorporate nella miscela nelle quantità richieste per ottenere l'umidità specificata dalla direzione dei lavori per la miscela terra e cemento;

d) ad avvenuta uniforme miscelazione della terra acqua cemento, l'impasto dovrà essere immediatamente costipato fino al raggiungimento della densità indicata dalla direzione dei lavori;

e) la miscela dovrà essere mantenuta umida con l'aggiunta di acqua nella quantità necessaria a sopperire le perdite verificatesi durante la lavorazione, e infine lo strato sarà rifinito secondo le norme che di volta in volta verranno impartite dalla direzione dei lavori;

f) dopo che la sovrastruttura di terra-cemento sarà ultimata, dovrà essere immediatamente protetta in superficie per un periodo di sette giorni con sabbia o con stuoie, onde evitare perdite di contenuto di umidità nella miscela.

Il macchinario da impiegare dovrà essere in buone condizioni d'uso e dovrà avere l'approvazione della direzione dei lavori. Il macchinario che non sia di gradimento della direzione dei lavori non potrà essere impiegato.

Il cemento da impiegarsi dovrà essere quello normale ai sensi della legge 26 maggio 1965, n. 595 – Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici.

La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di cemento pozzolanico o di altoforno, che corrispondano alle norme vigenti.

Il cemento dovrà essere consegnato in sacchi sigillati portanti scritto il marchio di fabbrica della cementeria. Ogni sacco dovrà essere in perfette condizioni al momento della consegna.

Il cemento dovrà essere depositato in luoghi asciutti al riparo dalla pioggia e dalle intemperie. Tutto il cemento che per qualsiasi ragione risulterà parzialmente deteriorato o conterrà impurità sarà rifiutato.

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

Il dosaggio del cemento nella miscela terra-cemento sarà stabilito in base alle caratteristiche della terra. Di norma la percentuale varierà dal 4 al 14% in peso sul peso secco del materiale ovvero dal 6 al 16% in volume sul volume della miscela costipata.

Il minimo dosaggio del cemento da usare è quello che corrisponde ai seguenti requisiti:

a) dia perdite di peso per la miscela terra-cemento rispetto al peso iniziale dopo 12 cicli di imbibizione ed essiccamento (eseguiti secondo la prova AASHO-T 135/45) e dopo 12 cicli di gelo e disgelo (eseguiti secondo la prova AASHO-T 136/45) compresi, a seconda dei gruppi di appartenenza delle classificazioni AASHO DM 145-49 nei seguenti limiti:

Terre dei gruppi A_{1a}, A_{1b}, A₃, A₂₋₄, A₂₋₅; non oltre il 14%;

Terre dei gruppi A₂₋₆, A₂₋₇, A₄, A₅; non oltre il 10%;

Terre di gruppi A₆, A₇₋₅, A₇₋₆; non oltre il 7%;

b) dia variazione di volume durante i cicli di imbibizione ed essiccamento, o di gelo o disgelo, non superiore al 2% del volume dei provini all'atto della confezione;

c) dia contenuti di umidità, durante i cicli di imbibizione ed essiccamento, o di gelo o disgelo, non superiori alla quantità che può totalmente riempire i vuoti dei campioni all'atto della confezione;

d) dia resistenza alla compressione in proporzione crescente col trascorrere del tempo e con l'aumento del dosaggio del cemento nei limiti di quei dosaggi che producono risultati rispondenti ai requisiti specificati ai punti a, b, c più sopra specificati.

L'attrezzatura di cantiere dovrà essere integrata come segue:

a) spargitori di cemento equipaggiati con sistemi di proporzionamento e distribuzioni tali da assicurare che lo spargimento venga effettuato con una precisione che non vari col variare delle condizioni della superficie del terreno su cui si opera e dovranno assicurare la distribuzione con una tolleranza massima del 4% della quantità teorica richiesta per metro quadrato;

b) sarchiatori regolabili per rimuovere le superfici costipate;

c) spazzolatrici automatiche o del tipo trainato da impiegarsi nei lavori di rifinitura.

Il laboratorio da campo dovrà essere attrezzato in modo da consentire oltre le analisi e prove previste all'articolo 60, anche le seguenti:

a) determinazione della rispondenza delle caratteristiche del cemento alle norme di accettazione in vigore;

b) determinazione del contenuto in cemento;

c) determinazione dei tempi di presa del cemento.

I lavori potranno essere eseguiti soltanto quando le condizioni di temperatura dell'aria ambiente siano superiori a 4°C e il tempo non sia piovoso o molto nebbioso.

Il terreno da stabilizzare con detto sistema dovrà essere accuratamente preparato secondo le sagome, le inclinazioni previste dal progetto prima di provvedere allo spargimento del cemento.

La miscela terra-cemento si potrà considerare sufficientemente polverizzata quando l'80% del terreno, a esclusione degli elementi lapidei, passi attraverso il setaccio n. 4 (4,76 mm). Se la normale procedura di miscelazione non dovesse dare questo grado di polverizzazione, l'impresa dovrà fare una polverizzazione preventiva prima di spargere il cemento onde assicurare il raggiungimento di tali requisiti nella finale miscelazione dell'impasto.

La quantità indicata di cemento richiesta per tutta la profondità del trattamento dovrà essere uniformemente distribuita sulla superficie in modo soddisfacente per la direzione dei lavori. Il cemento dovrà essere sparso solamente su quella parte del terreno che si prevede di completare entro le ore di luce dello stesso giorno; nessun macchinario, eccetto quello usato per miscelare, potrà attraversare la zona in cui è stato sparso di fresco il cemento fino a quando questo non sia stato miscelato col terreno.

Immediatamente dopo che il cemento è sparso, il macchinario per la stabilizzazione dovrà muoversi per polverizzare il terreno mescolando il cemento e aggiungendo la richiesta quantità d'acqua attraverso le barre spruzzatrici a pressione. Il macchinario dovrà infine provvedere allo spargimento della miscela ottenuta su tutta la larghezza del trattamento in modo che sia pronta per essere costipata con idonea attrezzatura indicata dalla direzione dei lavori.

La percentuale di umidità nella miscela, sulla base del peso secco, non dovrà essere inferiore all'ottimo indicato dalla direzione dei lavori e non maggiore del 2% circa di tale ottimo. Questa umidità ottima indicata sarà quella che dovrà risultare a miscela completata e sarà determinata con uno dei metodi rapidi prestabiliti dalla direzione dei lavori o con l'uso di apparati speciali per la determinazione rapida dell'umidità. Sarà responsabilità dell'impresa di aggiungere l'appropriata quantità di umidità alla miscela.

La miscela sciolta dovrà essere uniformemente costipata con le attrezzature approvate dalla direzione dei lavori, fino al raggiungimento della densità indicata di volta in volta dalla direzione dei lavori stessa.

La velocità di operazione e conseguentemente il numero dei mezzi costipanti dovrà essere tale che il materiale precedentemente miscelato venga costipato per tutta la larghezza prevista e per la profondità prestabilita prima del tempo di inizio della presa del cemento.

Dopo che la miscela sarà stata costipata e in alcuni casi prima che il costipamento sia stato portato a termine, la superficie del terreno dovrà essere livellata secondo le sagome e le inclinazioni indicate in progetto.

L'umidità contenuta nella miscela dovrà essere mantenuta all'ottimo prestabilito fino al termine delle operazioni.

Alla fine della giornata o, in ogni caso, a ciascuna interruzione delle operazioni di lavoro, dovrà essere posta una traversa in testata in modo che la parte terminale della miscela risulti soddisfacentemente costipata e livellata.

Dopo che la sovrastruttura sarà ultimata secondo le norme suindicate, essa dovrà venire immediatamente protetta in modo da preservare la miscela da perdite di umidità durante il periodo di sette giorni, a esempio, mediante l'uso di sabbia umida, di sacchi bagnati, di paglia umida, o di emulsione bituminosa.

Il traffico potrà essere aperto solo dopo sette giorni e, dopo tale termine, potrà essere applicato l'eventuale rivestimento superficiale.

42.2.6 *Norme per la costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con legante bituminoso*

In detto tipo di sovrastruttura la massima dimensione degli elementi lapidei facenti parte del terreno non deve essere maggiore di 1/3 dello spessore finito dello strato stabilizzato.

Il terreno dovrà essere libero da materie organiche, radici, ecc., e, di norma, dovrà avere la seguente composizione granulometrica:

Tabella 87.1 – Composizione granulometrica della terra stabilizzata

Denominazione dei setacci			Percentuale del passante
n.	4	(4,76 mm)	50 o più
n.	40	(0,42 mm)	da 50 a 100
n.	200	(0,074 mm)	non più di 35

La frazione passante al setaccio n. 40 dovrà avere un limite liquido inferiore a 30 e un indice di plasticità inferiore a 10. Norme particolari verranno impartite dalla direzione dei lavori qualora si debbano stabilizzare terreni dei seguenti tipi:

- a) terreni a elevato limite di plasticità;
- b) sabbie pure.

I leganti bituminosi potranno essere costituiti da bitumi flussati del tipo a rapida o media maturazione oppure da emulsioni bituminose di tipo stabile approvate dalla direzione dei lavori.

Il dosaggio di legante bituminoso da aggiungere al terreno verrà stabilito dalla direzione dei lavori.

L'acqua da usarsi dovrà essere esente da qualsiasi sostanza organica, da acidi, da alcali, ecc.

La campionatura del materiale costituente il terreno che entra a far parte della miscela dovrà essere prelevata a intervalli di 150 m almeno su ciascun tratto di strisce da lavorare.

Campioni rappresentativi della struttura ultimata dovranno essere prelevati almeno ogni 40 m per la determinazione in laboratorio del contenuto di legante bituminoso.

Tutto il macchinario destinato alla polverizzazione del terreno, all'applicazione del legante bituminoso, al costipamento e alla rifinitura secondo le presenti norme dovrà avere l'approvazione della direzione dei lavori. Tale attrezzatura sarà costituita da:

1) macchine stabilizzatrici che potranno essere dei seguenti tipi:

- a) tipo che scarifica, polverizza il terreno e lo miscela in unica passata col legante bituminoso, lasciando la miscela depositata dietro di sé e pronta per le successive operazioni di aereazione, livellamento e costipamento;
- b) tipo che effettua il livellamento e il miscelamento del materiale in mucchi lasciando la miscela ad avvenuta lavorazione sempre in formazione di mucchi e pronta per le successive operazioni di stesura, aereazione, livellamento e costipamento.

Entrambi i tipi suindicati dovranno essere in grado di assicurare l'aggiunta di legante bituminoso con la precisione dello 0,5% sulle quantità prestabilite.

2) attrezzature sussidiarie costituite da:

- a) serbatoi mobili per il legante bituminoso;
- b) autobotti per acqua;
- c) livellatrici;
- d) frangizolle o macchine adatte per rimiscelare il materiale per il caso che non si intenda di impiegare per l'aereazione la stessa attrezzatura usata per la formazione della miscela;
- e) terne di rulli a piè di pecora capaci di sviluppare la pressione specifica all'estremità dei piedi che verrà stabilita dalla direzione dei lavori;
- f) carrelli pignatori gommati a ruote multiple aventi le caratteristiche di carico per ruota e di pressione specifica che verranno stabilite dalla direzione dei lavori;
- g) rulli lisci del peso che verrà stabilito dalla direzione dei lavori;
- h) spazzolatrici.

Il laboratorio da campo dovrà essere attrezzato in modo da consentire oltre le prove previste nei precedenti articoli, anche le seguenti:

- a) determinazione della percentuale di acqua nelle emulsioni bituminose;
- b) determinazione della percentuale di bitume nella miscela terra-bitume;
- c) determinazione della stabilità della miscela terra-bitume (Hubbard-Field, o apparecchiatura simile);
- d) determinazione della viscosità Engler.

L'impresa è tenuta a mettere la direzione dei lavori in condizioni di poter seguire eventuali altre prove che essa, direzione dei lavori dovesse richiedere presso il laboratorio centrale dell'impresa o presso quel laboratorio a cui l'impresa affida l'esecuzione delle analisi.

Prima dell'aggiunta del legante bituminoso si dovrà mettere il terreno in condizione di avere un contenuto di umidità inferiore al 4% in peso del peso secco del materiale e dovrà essere regolato con essiccazione o con aggiunta di acqua a seconda dei dosaggi stabiliti dalla direzione dei lavori.

Il terreno, a esclusione degli elementi lapidei dovrà essere polverizzato fino a che l'85% passi attraverso il setaccio da 3/8" (9,52 mm) e non meno del 75% passi attraverso il setaccio n. 4 (4,76 mm).

Non si dovrà procedere alla costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con legante bituminoso durante periodi eccessivamente freddi o umidi senza autorizzazione scritta della direzione dei lavori.

Il legante bituminoso non dovrà essere applicato qualora la temperatura ambiente sia inferiore a 10°C. Le temperature alle quali dovranno essere portati eventualmente i leganti bituminosi verranno, a seconda del tipo di legante usato e a seconda delle condizioni ambientali e stagionali, stabilite di volta in volta dalla direzione dei lavori.

Dopo che il terreno sarà miscelato col legante bituminoso, la miscela dovrà essere aereata fino a raggiungere un contenuto di umidità non superiore al contenuto ottimale, stabilito dalla direzione dei lavori per un appropriato costipamento. Il sistema per ridurre il contenuto di umidità della miscela è quello di procedere alla aereazione effettuata con livellatrici, aratri a dischi, mescolatrici di terreno, rastrelli, frangizolle e le stesse macchine stabilizzatrici.

Per il costipamento potranno usarsi oltre le macchine più sopra indicate, anche, se richiesto dalla direzione dei lavori, rulli vibranti del tipo che verrà indicato dalla direzione dei lavori stessa.

A sovrastruttura ultimata, dopo 48 ore, dovrà essere protetta la superficie con l'applicazione di un velo legante bituminoso dello stesso tipo usato per formare la miscela in quantità generalmente equivalente alla spalmatura di seconda mano dei trattamenti superficiali (circa 0,5 kg/mq).

42.3 RETE A MAGLIE SALDATE IN ACCIAIO PER ARMATURE DI FONDAZIONI O PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

A 5 cm dal piano finito della pavimentazione o fondazione del conglomerato cementizio, sarà fornita e posta in opera una rete metallica avente le caratteristiche appresso indicate.

Lo spessore dei singoli fili nonché le dimensioni delle maglie verranno fissate dalla direzione dei lavori. Per la dimensione delle maglie, le quali potranno essere quadrate o rettangolari, si fissano i limiti da mm 75 a mm 300.

La rete sarà costituita da fili di acciaio ad alta resistenza, (Tipo UNI 60) trafilati a freddo, con resistenza a trazione di 60 kg/mm² e un allungamento dell'8%.

La rete sarà ottenuta mediante saldatura elettrica di tutti i punti di incrocio delle singole maglie.

La saldatura deve avvenire in modo che si stabilisca la continuità di struttura dei due fili, e la penetrazione di un filo nell'altro dovrà essere compresa tra $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$ del diametro del filo.

Per la prova della rete si preleveranno delle barrette ognuna delle quali dovrà contenere almeno un punto d'incrocio saldato.

Saranno ammessi scarti del diametro dei fili dell'ordine del 3% in più o in meno rispetto alla sezione nominale.

Nelle dimensioni delle maglie saranno tollerati scarti non superiori al 5% in più o in meno rispetto alle dimensioni prescritte.

La rete verrà contabilizzata e liquidata in base al peso effettivo del materiale impiegato.

ART. 43 – STUDI PRELIMINARI E MODALITÀ DELLE PROVE DI LABORATORIO E IN SITO

L'impresa indicherà alla direzione dei lavori i materiali terrosi che essa ritiene più idonei al particolare impiego, sia per componenti che per granulometria, scegliendoli tra quelli del tipo sabbioso-ghiaioso con moderato tenore di limo e argilla.

La direzione dei lavori in seguito all'esito delle prove di laboratorio su detti materiali o su altri di propria scelta, designerà la provenienza e la composizione del terreno da approvvigionare.

Per l'accettazione del terreno saranno richiesti i risultati delle prove di bagnoasciuga e, ove le condizioni climatiche lo richiedano, di congelamento ripetute.

Le prove preliminari che si richiedono sono le seguenti:

- 1) prove per la determinazione delle caratteristiche fisiche dell'aggregato (analisi granulometrica);
- 2) prove per la determinazione della densità massima e dell'umidità ottima del terreno;
- 3) prove per la determinazione dell'umidità e della densità massima della miscela terra-legante;
- 4) prove per la determinazione delle caratteristiche di accettazione del cemento secondo le norme vigenti;
- 5) prove ripetute di bagno-asciuga e del congelamento per la determinazione del comportamento della miscela all'azione degli agenti atmosferici.

L'impresa durante l'esecuzione dei lavori provvederà a eseguire a proprie cure e spese, presso il laboratorio di cantiere e presso laboratori ufficiali, periodiche prove di controllo e tutte quelle che la direzione dei lavori riterrà opportune.

Le caratteristiche granulometriche cui dovrà rispondere la miscela di stabilizzazione, saranno determinate periodicamente mediante prove di laboratorio del terreno da impiegare, e approvate dalla direzione dei lavori.

ART. 44 – FONDAZIONI STRADALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Per quanto concerne la manipolazione, il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo valgono le norme già indicate nei precedenti articoli riguardanti i conglomerati.

L'aggregato grosso (i pietrischi e le ghiaie) avrà le caratteristiche almeno pari a quelle della categoria III, della tabella II, art. 3 delle norme edite dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (fascicolo n 4 delle *Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali*, ultima edizione) e sarà di pezzatura compresa fra i 25 mm e i 40 mm. I pietrischetti o ghiaietti avranno caratteristiche almeno pari a quelle della categoria IV della tabella III dell'art. 4 delle norme suindicate della pezzatura compresa fra i 10 mm e i 25 mm.

I materiali dovranno essere di qualità e composizione uniforme, puliti e praticamente esenti da polvere, argilla o detriti organici. A giudizio insindacabile della direzione dei lavori, questa potrà richiedere la preventiva lavatura.

L'aggregato fine sarà costituito da sabbie naturali, eminentemente silicee e di cava o di fiume, o provenienti dalla frantumazione artificiale di rocce idonee. L'aggregato dovrà passare almeno per il 95% dal crivello con fori da 7 mm, per almeno il 70% dal setaccio 10 ASTM e per non oltre il 10% dal setaccio 100 ASTM.

La sabbia dovrà essere di qualità viva, ruvida al tatto, pulita ed esente da polvere, argilla o altro materiale estraneo, di granulometria bene assortita.

Il cemento normale o ad alta resistenza dovrà provenire da cementifici di provata capacità e serietà e dovrà rispondere alle caratteristiche richieste dalle norme vigenti.

L'acqua da impiegarsi dovrà essere pulita e priva di qualsiasi sostanza che possa ridurre la consistenza del calcestruzzo od ostacolarne la presa e l'indurimento.

Il calcestruzzo sarà costituito con inerti di almeno tre pezzature, dosato con kg 200 di cemento per metro cubo di calcestruzzo vibrato in opera.

La proporzione delle varie pezzature di inerti e il rapporto acqua e cemento verranno determinati preventivamente con prove di laboratorio e accettati dalla direzione dei lavori.

La dosatura dei diversi materiali, nei rapporti sopradescritti per la miscela, dovrà essere fatta esclusivamente a peso, con bilance possibilmente a quadrante e di agevole lettura.

Si useranno almeno due bilance, una per gli aggregati e una per il cemento.

L'acqua sarà misurata in apposito recipiente tarato provvisto di dispositivo di dosatura automatica, che consenta di mantenere le erogazioni effettive nel limite del 2% in più o in meno rispetto alla quantità di volta in volta stabilita.

Le formule di composizione suindicate si riferiscono ad aggregati asciutti; pertanto si dovranno apportare nelle dosature le correzioni richieste dal grado di umidità degli aggregati stessi.

Anche i quantitativi di acqua da adottarsi sono comprensivi dell'acqua già eventualmente presente negli aggregati stessi.

La miscelazione dovrà effettuarsi a mezzo di un mescolatore di tipo idoneo.

La durata della mescolazione non dovrà essere inferiore a un minuto nelle impastatrici a mescolazione forzata, e a 1,5 minuti nelle impastatrici a tamburo, contandosi il tempo a partire dal termine della immissione di tutti i componenti nel mescolatore.

In ogni caso, a impasto finito, tutti gli elementi dovranno risultare ben avvolti dalla pasta di cemento; e non dovranno aversi differenziazioni o separazioni sensibili nelle diverse parti dell'impasto.

La composizione effettiva del calcestruzzo sarà accertata, oltre che mediante controllo diretto della formazione degli impasti, arrestando, mediante aggiunta di alcool, i fenomeni di presa nei campioni prelevati subito dopo la formazione del conglomerato, e sottoponendo i campioni stessi a prove di laboratorio.

Prima di ogni ripresa del lavoro, o mutandosi il tipo di impasto, il mescolatore dovrà essere accuratamente pulito e liberato dagli eventuali residui di materiale e di calcestruzzo indurito.

In nessun caso e per nessuna ragione sarà permesso di utilizzare calcestruzzo che abbia già iniziato il processo di presa, neppure procedendo a eventuali aggiunte di cemento. Il calcestruzzo potrà essere confezionato sia nello stesso cantiere di stesa che in altro cantiere dell'impresa purché il trasporto sia eseguito in modo da non alterare la uniformità e la regolarità della miscela.

Nel caso in cui l'impresa desiderasse aumentare la plasticità e lavorabilità del conglomerato, l'eventuale aggiunta di opportuni correttivi, come prodotti aereatori o plastificanti, dovrà essere autorizzata dalla direzione dei lavori; le spese relative saranno a carico dell'impresa.

Prima di addivenire alla posa del calcestruzzo, l'impresa avrà cura di fornire e stendere a sue spese sul sottofondo uno strato continuo e uniforme di sabbia, dello spessore di almeno 1 cm.

Per il contenimento e per la regolazione degli spessori del calcestruzzo durante il getto, l'impresa dovrà impiegare guide metalliche dei tipi normalmente usati allo scopo, composte di elementi di lunghezza minima di 3 m, di altezza non inferiore allo spessore del calcestruzzo, muniti di larga base e degli opportuni dispositivi per il sicuro appoggio e ammassamento al terreno e collegate fra di loro in maniera solida e indeformabile. Le guide dovranno essere installate con la massima cura e precisione. L'esattezza della posa delle guide sarà controllata con regolo piano della lunghezza di 2 m, e tutte le differenze superiori ai 3 mm in più o in meno dovranno essere corrette. Le guide dovranno essere di tipo e resistenza tali da non subire inflessioni od oscillazioni sensibili durante il passaggio e l'azione della macchina finitrice.

Il getto della pavimentazione potrà essere effettuato in due strati ed essere eseguito in una sola volta per tutta la larghezza della strada, oppure in due strisce longitudinali di uguale larghezza gettate distintamente una dopo l'altra, se la carreggiata è a due corsie; i giunti fra le due strisce dovranno in ogni caso corrispondere alle linee di centro della carreggiata di traffico.

Qualora la carreggiata abbia un numero di corsie superiori a due le strisce longitudinali di eguale larghezza da gettarsi distintamente dovranno essere tante quante sono le corsie.

Il costipamento e la finitura del calcestruzzo dovranno essere eseguiti con finitrici a vibrazione del tipo adatto e approvato dalla direzione dei lavori, automoventesi sulle guide laterali, munite di un efficiente dispositivo per la regolarizzazione dello strato di calcestruzzo secondo la sagoma prescritta (sagomatrice) e agente simultaneamente e uniformemente sull'intera larghezza del getto.

La vibrazione dovrà essere iniziata subito dopo la stesa del calcestruzzo e proseguita fino al suo completo costipamento.

L'azione finitrice dovrà essere tale da non spezzare durante l'operazione, gli elementi degli aggregati da non alterare in alcun punto l'uniformità dell'impasto; si dovrà evitare in particolare che, alla superficie della pavimentazione si formino strati differenziati di materiale fine.

I getti non potranno essere sospesi durante l'esecuzione dei lavori se non in corrispondenza dei giunti di dilatazione o di contrazione. In quest'ultimo caso il taglio del giunto dovrà essere formato per tutto lo spessore del calcestruzzo.

In nessun caso si ammetteranno riprese e correzioni eseguite con malta o con impasti speciali. La lavorazione dovrà essere ultimata prima dell'inizio della presa del cemento.

A vibrazione ultimata lo strato del calcestruzzo dovrà risultare perfettamente e uniformemente costipato su tutto lo spessore e dovrà presentare la superficie scabra per facilitare l'ancoraggio del sovrastante strato di conglomerato bituminoso (*binder*). Si prescrive pertanto, che, prima dell'inizio della presa, la superficie verrà accuratamente pulita dalla malta affiorante per effetto della vibrazione, e a tale scopo si farà uso di spazzoloni moderatamente bagnati, fino a ottenere lo scoprimento completo del mosaico.

La pavimentazione finita dovrà corrispondere esattamente alle pendenze trasversali e alle livellette di progetto o indicate dalla direzione dei lavori e risultare uniforme in ogni punto e senza irregolarità di sorta.

In senso longitudinale non si dovranno avere ondulazione o irregolarità di livelletta superiori a 5 mm in più o in meno rispetto a una asta rettilinea della lunghezza di 3 m appoggiata al manto. Gli spessori medi del manto non dovranno risultare inferiori a quelli stabiliti, con tolleranze massime locali di un centimetro in meno. In caso di irregolarità e deficienze superiori ai limiti sopradetti, l'amministrazione potrà richiedere il rifacimento anche totale dei tratti difettosi, quando anche si trattasse di lastre intere. L'impresa è obbligata a fornire tutte le prestazioni che si ritenessero necessarie per l'esecuzione delle prove o dei controlli, nonché il trasporto in sito e ritorno degli strumenti e attrezzature occorrenti.

I giunti longitudinali saranno formati a mezzo di robuste guide metalliche di contenimento, già precedentemente descritte.

Essi, per le strade a due corsie verranno costruiti in corrispondenza dell'asse della carreggiata, mentre per le strade aventi un numero maggiore di corsie i giunti verranno costruiti in corrispondenza alla linea di separazione ideale fra corsia e corsia; tali giunti dovranno avere parete verticale e interessare tutto lo spessore del calcestruzzo.

La parete del giunto dovrà presentarsi liscia e priva di scabrosità e a tale scopo si avrà cura di prendere, durante il getto, tutti gli accorgimenti del caso.

Prima della costruzione della striscia adiacente alla parete del giunto, tale parete dovrà essere spalmata, a cura e spese dell'impresa, di bitume puro.

I giunti trasversali di dilatazione saranno disposti normalmente all'asse stradale, a intervalli eguali, conformi al progetto o alle prescrizioni della direzione dei lavori e saranno ottenuti inserendo nel getto apposite tavolette di materiale idoneo deformabili, da lasciare in posto a costituire a un tempo il giunto e il suo riempimento.

Dette tavolette dovranno avere una altezza di almeno 3 cm inferiori a quella del manto finito. Per completare il giunto sino a superficie, le tavolette, durante il getto, dovranno essere completate con robuste sagome provvisorie rigidamente fissate al preciso piano della pavimentazione in modo da consentire la continuità del passaggio e di lavoro della finitrice e da rimuovere a lavorazione ultimata.

La posa in opera delle tavolette deve essere fatta con un certo anticipo rispetto al getto e con tutti gli accorgimenti e la cura necessaria perché il giunto risulti rettilineo regolare, della larghezza massima di 10 mm e con spigoli perfettamente profilati.

Non saranno tollerate deviazioni maggiori di 10 mm rispetto all'allineamento teorico. Qualora si usino tavolette di legno, si dovranno impiegare essenze dolci; inoltre gli elementi, prima della loro posa in opera dovranno essere ben inzuppati d'acqua.

I giunti potranno anche essere ottenuti provvedendo, a vibrazione ultimata, a incidere con tagli netti in corrispondenza della tavoletta sommersa a mezzo di opportune sagome metalliche vibranti o a mezzo di macchine tagliatrici.

I bordi dei giunti verranno successivamente regolarizzati con fratazzi speciali in modo da sagomare gli spigoli secondo profili circolari del raggio di 1 cm.

I giunti di contrazione saranno ottenuti incidendo la pavimentazione dall'alto mediante sagome metalliche inserite provvisoriamente nel getto o mediante una lamina vibrante. L'incisione deve avere in ogni caso una profondità pari almeno la metà dello spessore totale della fondazione, in modo da indurre successiva rottura spontanea della lastra in corrispondenza della sezione di minor resistenza così creata.

Le distanze fra i giunti di contrazione saranno conformi al progetto o alle prescrizioni della direzione dei lavori.

Trascorso il periodo di stagionatura del calcestruzzo si provvederà alla colmatura dei giunti, previa accurata ed energica pulizia dei vani da riempire, con mastice bituminoso la cui composizione dovrà corrispondere alle seguenti caratteristiche:

Bitume penetrazione da 80 a 100	20% in peso
Mastice di asfalto in pani	35% in peso
Sabbia da mm 0 a 2	45% in peso

ART. 45 – BITUMI

45.1 *Trattamento superficiale con bitume a caldo*

Quando si voglia eseguire questo trattamento, che potrà effettuarsi con due mani di bitume a caldo, si adopererà per la prima mano *kg* 1,500/mq di bitume a caldo, e per la seconda mano *kg* 0,800/mq con le adatte proporzioni di pietrischetto e graniglia.

45.2 *Trattamenti superficiali a semipenetrazione con catrame*

Le norme generali di applicazione stabilite per i trattamenti di emulsione bituminosa, possono di massima estendersi ad analoghi trattamenti eseguiti con catrame o con miscela di catrame e filler.

Quando si procede alla prima applicazione, allo spandimento del catrame dovrà precedere l'accuratissima pulitura a secco della superficie stradale, la quale sarà fatta a mano o con spazzatrici meccaniche, o con macchine soffiatrici, in modo da liberare completamente la massicciata cilindrata da ogni sovrapposizione di detriti, polvere e impurità di qualsiasi specie, mettendo a nudo il mosaico di pietrisco e ghiaia.

Lo spandimento del catrame dovrà eseguirsi su strada perfettamente asciutta e con tempo secco e caldo.

Ciò implica che i mesi più propizi sono quelli da maggio a settembre e che in caso di pioggia il lavoro deve sospendersi.

Il catrame sarà riscaldato prima dell'impiego in adatte caldaie a temperatura tale che all'atto dello spandimento essa non sia inferiore a 120°C, e sarà poi sparso in modo uniforme mediante polverizzazioni sotto pressione e successivamente disteso con adatti spazzoloni in modo che non rimanga scoperto alcun tratto della massicciata.

La quantità di catrame da impiegarsi per la prima mano sarà di *kg* 1,500 per mq, la seconda mano dovrà essere di bitume puro in ragione di 1 *kg*/mq o di emulsione bituminosa in ragione di *kg* 1,200/mq.

Necessitando una variazione in più o in meno di detto quantitativo a richiesta della direzione dei lavori, la variazione di prezzo sarà fatta con aumento o detrazione in base al prezzo unitario stabilito in elenco.

Per le strade già aperte al traffico lo spandimento si effettuerà su metà strada per volta e per lunghezza da 50 a 100 m, delimitando i margini della zona catramata con apposita recinzione, in modo da evitare che i veicoli transitino sul catrame di fresco spandimento.

Trascorse dalle 3 alle 5 ore dallo spandimento, a seconda delle condizioni di temperatura ambientale, si spargerà in modo uniforme sulla superficie catramata uno strato di graniglia in elementi di dimensioni di circa 8 mm e in misura di un mc per ogni quintale circa di catrame facendo seguire alcuni passaggi da prima con rullo leggero e completando poi il lavoro di costipamento con rulli di medio tonnellaggio non superiore alle 14 t.

Per il controllo sia della quantità che della qualità di catrame sparso si seguiranno le norme precedentemente descritte.

45.6 *Trattamento a semipenetrazione con due mani di bitume a caldo*

Preparato il piano stradale con cilindatura a secco nella quale il mosaico superficiale sia sufficientemente aperto, si procederà allo spandimento del bitume riscaldato a 180°C con inaffiatrici o distributrici a pressione in quantità di *kg* 2,500/mq in modo da avere la regolare e compiuta penetrazione nei vuoti della massicciata e l'esatta e uniforme distribuzione della detta quantità: allo spandimento si provvederà gradualmente e a successive riprese in modo che il legante sia per intero assorbito.

Mentre il bitume è ancora caldo si procederà allo spargimento uniforme di pietrischetto di elevata durezza, pezzatura da 15 a 20 mm, sino a coprire totalmente il bitume in quantità non inferiore a 20 litri per mq provvedendo poi alla cilindatura in modo da ottenere il totale costipamento della massicciata, i cui interstizi dovranno, in definitiva, risultare totalmente riempiti di bitume e chiusi dal pietrischetto.

Ove si manifestassero irregolarità superficiali l'impresa dovrà provvedere a eliminare a sue cure e spese con ricarico di pietrischetto e bitume sino alla normale sagoma stradale. Se affiorasse in seguito il bitume, l'impresa è tenuta, senz'altro compenso, allo spandimento di graniglia sino a saturazione.

Si procederà in tempo successivo alla spalmatura del manto di usura con *kg* 1,200 per mq di bitume dato a caldo usando per il ricoprimento litri 15/mq di pietrischetto e graniglia della pezzatura da 5 a 15 mm di elevata durezza provenienti da rocce di resistenza alla compressione di almeno 1.500 *kg*/cmq e coefficiente di qualità Deval non inferiore a 14, e provvedendo alla cilindatura sino a ottenere un manto uniforme.

45.7 *Trattamento a penetrazione con bitume a caldo*

L'esecuzione del pavimento a penetrazione, o a bitume colato, sarà eseguita solo nei mesi estivi. Essa presuppone l'esistenza di un sottofondo, costituito da pietrisco cilindrato dello spessore che sarà prescritto dalla direzione dei lavori all'atto esecutivo. Ove il sottofondo sia da costituirsi con ricarico cilindrato, all'atto dell'impianto dovrà essere compensato a parte in base ai rispettivi prezzi unitari. Esso sarà eseguito con le norme precedentemente indicate per le cilindature, avendo cura di proseguire la compressione meccanica a fondo fino a che la superficie non abbia raggiunto l'esatta sagoma prescritta e si presenti unita ed esente da vuoti, impiegando la necessaria qualità di materiale di saturazione.

Prima di dare inizio alla vera e propria pavimentazione a penetrazione, il detto sottofondo cilindrato, perfettamente prosciugato, dovrà essere ripulito accuratamente in superficie. Si spargerà poi su di esso uno strato di pietrisco molto pulito di qualità dura e resistente, dello spessore uniforme di 10 cm costituito da elementi di dimensione fra 4 e 7 cm, bene assortiti fra

loro, ed esenti da polvere o da materie estranee che possono inquinarli, e aventi gli stessi requisiti dei precedenti articoli, fra i quali coefficiente di Deval non inferiore a 14.

Si eseguirà quindi una prima cilindratura leggera, senza alcuna aggiunta di materiale di aggregazione, procedendo sempre dai fianchi verso il centro della strada, in modo da serrare sufficientemente fra di loro gli elementi del pietrisco e raggiungere la sagoma superficiale prescritta con monta tra 1/150^{mo} e 1/200^{mo} della corda, lasciando però i necessari vuoti nell'interno dello strato per la successiva penetrazione del bitume.

Quest'ultimo sarà prima riscaldato a temperatura fra i 150° e i 180° centigradi in adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa, e sarà poi sparso in modo che sia garantita la regolare e completa penetrazione nei vuoti della massiciata e l'esatta e uniforme distribuzione della complessiva quantità di kg 3,500 per mq. Lo spandimento avverrà uniformemente e gradualmente e a successive riprese in guisa che il bitume sia completamente assorbito.

Quando l'ultimo bitume affiorante in superficie sia ancor caldo, si procederà allo spandimento il più uniforme possibile di uno strato di minuto pietrisco di pezzatura fra 20 e 25 mm, della qualità più dura e resistente, fino a ricoprire completamente il bitume, riprendendo poi la cilindratura del sottostante strato di pietrisco sino a ottenere il completo costipamento così che gli interstizi dovranno in definitiva essere completamente riempiti dal bitume e chiusi dal detto minuto pietrisco.

Sarà cura dell'impresa di stabilire il grado di penetrazione del bitume che assicuri la migliore riuscita della pavimentazione normalmente non maggiore di 60 ÷ 80 mm nei climi caldi; da 80 ÷ 100 mm nei climi freddi.

Qualora durante e dopo la cilindratura si manifestassero irregolarità superficiali nello strato di pietrisco compresso e penetrato dal bitume, l'impresa dovrà accuratamente eliminarle sovrapponendo altro pietrisco nelle zone depresse e proseguendo la compressione e lo spandimento di bitume e minuto pietrisco fino a raggiungere il necessario grado di regolarità della sagoma stradale.

Ultimata la compressione e la regolarizzazione di sagoma, si procederà allo spandimento di uno strato di bitume a caldo in ragione di kg 1,200/mq con le modalità precedentemente indicate per i trattamenti superficiali col detto materiale.

Detto spandimento sarà fatto secondo linee normali alla direzione del primo spandimento di bitume, e sarà coperto con uno strato di buona graniglia della pezzatura da 5 a 10 mm, in misura di 10 litri per mq circa che verrà incorporato nel bitume mediante rullatura con rullo leggero, così da regolarizzare in modo perfetto la sagoma del piano viabile.

Qualora si verificassero in seguito affioramenti di bitume ancor molle, l'impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedono, procurando che essa abbia a incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in guisa da raggiungere una piena saturazione.

L'impresa sarà obbligata a rifare a tutte sue cure e spese quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita, e cioè dessero luogo ad accentuata deformazione della sagoma stradale ovvero a ripetute abrasioni superficiali, prima del collaudo, ancor che la strada sia stata aperta al traffico.

45.8 Manti conglomerati bituminosi semiaperti

Per le strade a traffico non molto intenso nelle quali si vuol mantenere una sufficiente scabrezza si potrà ricorrere a manti formati con pietrischetti o graniglia e sabbia, e, in alcuni casi, anche con additivo, leganti con bitumi solidi o liquidi, secondo le formule di composizione in seguito indicate.

Per ottenere i conglomerati bituminosi in oggetto si dovranno impiegare come aggregato grosso per manti d'usura materiali ottenuti da frantumazioni di rocce aventi elevata durezza con resistenza minima alla compressione di kg 1250/cm².

Per strati non d'usura si potranno usare anche materiali meno pregiati. Saranno ammessi aggregati provenienti dalla frantumazione dei ciottoli e delle ghiaie.

Gli aggregati dovranno corrispondere alle granulometrie di cui in appresso.

Per assicurare la regolarità della granulometria la direzione dei lavori potrà richiedere che l'aggregato grosso venga fornito in due distinti assortimenti atti a dare, per miscela, granulometrie comprese nei limiti stabiliti.

Gli aggregati da impiegarsi per manti di usura non dovranno essere idrofili.

Come aggregato fine si dovranno impiegare sabbie aventi i requisiti previsti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2228 e dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2229 e dalle norme vigenti per il confezionamento del calcestruzzo.

Si potranno usare tanto sabbie naturali che sabbie provenienti dalla frantumazione delle rocce. In quest'ultimo caso si potranno ammettere anche materiali aventi più del 5% di passante al setaccio 200.

L'additivo dovrà corrispondere ai requisiti di cui alle norme del CNR per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, sabbie, additivi per le costruzioni stradali (fasc. n 4 ultime edizioni).

I bitumi solidi e liquidi dovranno corrispondere ai requisiti sulla qualità e provenienza dei materiali previsti dal presente capitolato. In seguito sono indicate le penetrazioni e le viscosità dei bitumi che dovranno essere adottate nei diversi casi.

I conglomerati dovranno risultare a seconda dello spessore finale del manto (a costipamento ultimato) costituiti come è indicato nelle tabelle che seguono.

Tabella 90.1 – Conglomerati del tipo I (per risagomature, strati di fondazione, collegamento per manti di usura in strade a traffico limitato)

Conglomerato	A per spessori inferiori a 35 mm% in peso	B per spessori superiori a 35 mm% in peso
--------------	---	---

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

Aggregato grosso: Passante al crivello 25 e trattenuto al setaccio 10	–	66 – 81
Passante al crivello 20 e trattenuto al setaccio 10	66 – 81	–
Aggregato fine: Passante al setaccio 10	15 – 25	15 – 25
Bitume: Quando si impieghino bitumi liquidi è consigliabile aggiungere anche additivo, in percentuali comprese tra il 2 e il 3% del peso totale	4,2 – 5,5	4,2 – 5,5
Per tutti i predetti conglomerati le pezzature effettive dell'aggregato grosso entro i limiti sopra indicati saranno stabilite di volta in volta dalla direzione dei lavori in relazione alle necessità	–	–

Tabella 90.2 – Conglomerato del tipo II (per manti di usura su strade comuni)

Conglomerato	A per spessori inferiori a 20 mm% in peso	B per spessori superiori a 20 mm% in peso
Aggregato grosso: Passante al crivello 15 e trattenuto al setaccio 10	–	59 – 80
Passante al crivello 10 e trattenuto al setaccio 10	60 – 80	–
Aggregato fine: Passante al setaccio 10 e trattenuto dal 200	15 – 30	15 – 30
Additivo: Passante dal setaccio 200	3 – 5	3 – 5
Bitume	4,5 – 6,0	4,5 – 6,0

Si useranno bitumi di penetrazione compresa tra 80 e 200, a seconda dello spessore del manto, ricorrendo alle maggiori penetrazioni per gli spessori minori e alle penetrazioni minori per gli strati di fondazione di maggior spessore destinati a sopportare calcestruzzi o malte bituminose tenendo anche conto delle escursioni locali delle temperature ambientali.

Impiegando i bitumi liquidi si dovranno usare i tipi di più alta viscosità; il tipo BL 150 – 200 si impiegherà tuttavia solo nelle applicazioni fatte nelle stagioni fredde.

Nella preparazione dei conglomerati, la formula effettiva di composizione degli impasti dovrà corrispondere, a seconda dei tipi di conglomerati richiesti di volta in volta, alle prescrizioni di cui sopra e dovrà essere preventivamente comunicata alla direzione dei lavori.

Per la esecuzione di conglomerati con bitumi solidi si dovrà provvedere al preventivo essiccamento e riscaldamento degli aggregati con un essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore, per la aspirazione della polvere. Gli aggregati dovranno essere riscaldati a temperature comprese tra i 120°C e 160°C.

Il bitume dovrà essere riscaldato a temperatura compresa tra i 150°C e i 180°C. Il riscaldamento deve essere eseguito in caldaie idonee, atte a scaldare uniformemente tutto il materiale evitando il surriscaldamento locale, utilizzando possibilmente, per lo scambio di calore, liquidi caldi o vapori circolanti in serpentine immerse o a contatto col materiale.

Si dovrà evitare di prolungare il riscaldamento per un tempo maggiore di quello strettamente necessario. Il riscaldamento e tutte le operazioni eseguite con materiale riscaldato debbono essere condotte in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche del legante, la cui penetrazione all'atto della posa in opera non deve risultare comunque diminuita di oltre il 30% rispetto a quella originaria.

Allo scopo di consentire il sicuro controllo delle temperature suindicate, le caldaie di riscaldamento del bitume e i silii degli aggregati caldi dovranno essere muniti di termometri fissi.

Per agevolare la uniformità della miscela e del regime termico dell'essiccatore, il carico degli aggregati freddi nell'essiccatore dovrà avvenire mediante un idoneo alimentatore meccanico, che dovrà avere almeno tre distinti scomparti riducibili a due per conglomerati del 1° tipo.

Dopo il riscaldamento l'aggregato dovrà essere riclassificato in almeno due diversi assortimenti, selezionati mediante opportuni vagli.

La dosatura di tutti i componenti dovrà essere eseguita a peso, preferibilmente con bilance di tipo automatico, con quadranti di agevole lettura. Si useranno in ogni caso almeno due distinte bilance: una per gli aggregati e l'altra per il bitume, quest'ultima dovrà eventualmente utilizzarsi anche per gli additivi.

Si potranno usare anche impianti a dosatura automatica volumetrica purché la dosatura degli aggregati sia eseguita dopo il loro essiccamento, purché i dispositivi per la dosatura degli aggregati, dell'additivo e del bitume siano meccanicamente e solidamente collegati da un unico sistema di comando atto a evitare ogni possibile variazione parziale nelle dosature, e purché le miscele rimangano in caso comprese nei limiti di composizione suindicati.

Gli impianti dovranno essere muniti di mescolatori efficienti capaci di assicurare la regolarità e la uniformità delle miscele.

La capacità dei mescolatori, quando non siano di tipo continuo, dovrà essere tale da consentire impasti singoli del peso complessivo di almeno 200 kg.

Nella composizione delle miscele per ciascun lavoro dovranno essere ammesse variazioni massime dell'1% per quanto riguarda la percentuale di bitume, del 2% per la percentuale di additivo, e del 10% per ciascun assortimento granulometrico stabilito, purché sempre si rimanga nei limiti estremi di composizione e di granulometria fissati per i vari conglomerati.

Per l'esecuzione di conglomerati con bitumi liquidi, valgono le norme sopra stabilite, ma gli impianti dovranno essere muniti di raffreddatori capaci di abbassare la temperatura dell'aggregato, prima essiccato ad almeno 110°C, riducendola, all'atto dell'impasto, a non oltre i 70°C.

Potrà evitarsi l'uso del raffreddatore rinunciando all'essiccazione dell'aggregato mediante l'impiego di bitumi attivati con sostanze atte a migliorare l'adesione tra gli aggregati e il bitume in presenza d'acqua. L'uso di questi materiali dovrà essere tuttavia autorizzato dalla direzione dei lavori e avverrà a cura e spese dell'appaltatore.

I bitumi liquidi non dovranno essere riscaldati, in ogni caso, a più di 90°C, la loro viscosità non dovrà aumentare per effetto del riscaldamento di oltre 40% rispetto a quella originale.

Qualora si voglia ricorrere all'impiego di bitumi attivati per scopi diversi da quelli sopra indicati, a esempio per estendere la stagione utile di lavoro o per impiegare aggregati idrofili, si dovrà ottenere la preventiva autorizzazione dalla direzione dei lavori.

Per la posa in opera e per il trasporto allo scarico del materiale dovranno essere eseguiti in modo da evitare, di modificare o sporcare la miscela e ogni separazione dei vari componenti.

I conglomerati dovranno essere portati sul cantiere di stesa a temperature non inferiori a 110°C se eseguiti con bitumi solidi.

I conglomerati formati con bitumi liquidi potranno essere posti in opera anche a temperatura ambiente.

La stesa in opera del conglomerato sarà condotta, se eseguita a mano, secondo i metodi normali con appositi rastrelli metallici.

I rastrelli dovranno avere denti distanziati l'uno dall'altro di un intervallo pari ad almeno 2 volte la dimensione massima dell'aggregato impiegato e di lunghezza pari ad almeno 1,5 volte lo spessore dello strato del conglomerato.

Potranno usarsi spatole piane in luogo dei rastrelli solo per manti soffici di spessore inferiore ai 20 mm.

Per lavori di notevole estensione la posa in opera del conglomerato dovrà essere invece eseguita mediante finitrici meccaniche di tipo idoneo.

Le finitrici dovranno essere semoventi; munite di sistema di distribuzione in senso longitudinale e trasversale capace di assicurare il mantenimento della uniformità degli impasti e un grado uniforme di assestamento in ogni punto dello strato deposto.

Dovranno consentire la stesa di strati dello spessore di volta in volta stabilito, di livellette e profili perfettamente regolari, compensando eventualmente le irregolarità della fondazione. A tale scopo i punti estremi di appoggio al terreno della finitrice dovranno distare l'uno dall'altro, nel senso longitudinale della strada, di almeno tre metri; e dovrà approfittarsi di questa distanza per assicurare la compensazione delle ricordate eventuali irregolarità della fondazione.

Per la cilindatura del conglomerato si dovranno usare compressori a rapida inversione di marcia, del peso di almeno 5 tonnellate.

Per evitare l'adesione del materiale caldo alle ruote del rullo si provvederà a spruzzare queste ultime con acqua.

La cilindatura dovrà essere iniziata dai bordi della strada e si procederà poi di mano in mano verso la mezzera.

I primi passaggi saranno particolarmente cauti per evitare il pericolo di ondulazioni o fessurazioni del manto.

La cilindatura dopo il primo consolidamento del manto, dovrà essere condotta anche in senso obliquo all'asse della strada, e, se possibile, anche in senso trasversale.

La cilindatura dovrà essere continuata sino a ottenere un sicuro costipamento.

Tutti gli orli e i margini comunque limitanti la pavimentazione e i suoi singoli tratti (come i giunti in corrispondenza alle riprese di lavoro, ai cordoni laterali, alle bocchette dei servizi sotterranei, ecc.) dovranno essere spalmati con uno strato di bitume, prima di addossarvi il manto, allo scopo di assicurare la perfetta impermeabilità e adesione delle parti.

Inoltre tutte le giunzioni e i margini dovranno essere battuti e finiti a mano con gli appositi pestelli da giunta, a base rettangolare opportunamente scaldati o freddi nel caso di conglomerati preparati con bitumi liquidi.

A lavoro finito i manti dovranno presentare superficie in ogni punto regolarissima, e perfettamente corrispondente alle sagome e alle livellette di progetto o prescritte dalla direzione dei lavori.

A lavoro finito non vi dovranno essere in alcun punto ondulazioni o irregolarità superiori ai 5 mm misurati utilizzando un'asta rettilinea della lunghezza di tre metri appoggiata longitudinalmente sulla pavimentazione.

45.9 Manti sottili eseguiti mediante conglomerati bituminosi chiusi

Per strade a traffico molto intenso, nelle quali si vuole costituire un manto resistente e di scarsa usura e ove si disponga di aggregati di particolare qualità potrà ricorrersi a calcestruzzi bituminosi formati con elevate percentuali di aggregato grosso, sabbia, additivo, bitume.

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

Gli aggregati grossi dovranno essere duri, tenaci, non fragili, provenienti da rocce preferibilmente endogene, e a fine tessitura: debbono essere non gelivi o facilmente alterabili, né frantumabili facilmente sotto il rullo o per effetto del traffico: debbono sopportare bene il riscaldamento occorrente per l'impasto; la loro dimensione massima non deve superare i $\frac{2}{3}$ dello spessore del manto finito.

Di norma l'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetto o graniglia ottenuti per frantumazione da rocce aventi resistenza minima alla compressione di kg 1250/cm² nella direzione del piano di cava e in quella normale, coefficiente di Deval non inferiore a 12, assai puliti e tali da non perdere per decantazione in acqua più dell'uno per cento in peso. I singoli pezzi saranno per quanto possibile poliedrici.

La pezzatura dell'aggregato grosso sarà da 3 a 15 mm con granulometria da 10 a 15 mm dal 15 al 20% – da 5 a 10 mm dal 20 al 35% – da 3 a 5 mm dal 10 al 25%.

L'aggregato fine sarà costituito da sabbia granulare preferibilmente proveniente dalla frantumazione del materiale precedente, sarà esente da polvere d'argilla e da qualsiasi sostanza estranea e sarà interamente passante per lo staccio di mm 2 (n 10 della serie ASTM): la sua perdita di peso per decantazione non dovrà superare il 2%.

La granulometria dell'aggregato fine sarà in peso:

dal 10 al 40% tra mm 2 e mm 0,42 (setacci n 10 e n 40 sabbia grossa);

dal 30 al 55% fra mm 0,42 e mm 0,297 (setacci n 40 e n 80 sabbia media);

dal 16 al 45% fra mm 0,297 e mm 0,074 (setacci n 80 e n 200 sabbia fine).

L'additivo minerale (*filler*) da usare potrà essere costituito da polvere di asfalto passante per intero al setaccio n 80 (mm 0,297) e per il 90% dal setaccio n 200 (mm 0,074) e in ogni caso da polveri di materiali non idrofili.

I vuoti risultanti nell'aggregato totale adottato per l'impasto dopo l'aggiunta dell'additivo non dovranno eccedere il 20 – 22% del volume totale.

Il bitume da usarsi dovrà presentare, all'atto dell'impasto (prelevato cioè dall'immissione nel mescolatore), penetrazione da 80 a 100 e anche fino a 120, onde evitare una eccessiva rigidità non compatibile con lo scarso spessore del manto.

L'impasto dovrà corrispondere a una composizione ottenuta entro i seguenti limiti:

a) aggregato grosso delle granulometrie assortite indicate, dal 40 al 60%;

b) aggregato fine delle granulometrie assortite indicate, dal 25 al 40%;

c) additivo, dal 4 al 10%;

d) bitume, dal 5 all'8%.

Nei limiti sopraindicati la formula della composizione degli impasti da adottarsi sarà proposta dall'impresa e dovrà essere preventivamente approvata dalla direzione dei lavori.

Su essa saranno consentite variazioni non superiori allo 0,5% in più o in meno per il bitume – all'1,5% in più o in meno per gli additivi – al 5% delle singole frazioni degli aggregati in più o in meno, purché si rimanga nei limiti della formula dell'impasto sopra indicato.

Particolari calcestruzzi bituminosi a masse chiuse e a granulometria continua potranno eseguirsi con sabbie e polveri di frantumazione per rivestimenti di massicciate di nuova costruzione o riprofilatura di vecchie massicciate per ottenere manti sottili di usura d'impermeabilizzazione antiscivoli.

Le sabbie da usarsi potranno essere sabbie naturali di mare o di fiume o di cava o provenire da frantumazione purché assolutamente scevre di argilla e di materie organiche ed essere talmente resistenti da non frantumarsi durante la cilindratura: dette sabbie includeranno una parte di aggregato grosso, e avranno dimensioni massime da 9,52 mm a 0,074 mm con una percentuale di aggregati del 100% di passante al vaglio di 9,52 mm; dell'84% di passante al vaglio di 4,76 mm; dal 50 al 100% di passante dal setaccio da 2 mm; dal 36 all'82% di passante dal setaccio di 1,19 mm; dal 16 al 58% di passante al setaccio di 0,42 mm; dal 6 al 32% di passante dal setaccio di mm 0,177; dal 4 al 14% di passante dal setaccio da 0,074 mm.

Come legante potrà usarsi o un bitume puro con penetrazione da 40 a 200 o un cut-back medium curring di viscosità 400/500 l'uno o l'altro sempre attirato in ragione del $6 \div 7,5\%$ del peso degli aggregati secchi: dovrà aversi una compattezza del miscuglio di almeno l'85%.

Gli aggregati non dovranno essere scaldati a una temperatura superiore a 120°C e il legante del secondo tipo da 130° a 110°C.

Dovrà essere possibile realizzare manti sottili che, nel caso di rivestimenti, aderiscano fortemente a preesistenti trattamenti senza necessità di strati interposti: e alla prova *Hobbar Field* si dovrà avere una resistenza dopo 24 ore di 45 kg/cm².

Per l'esecuzione di comuni calcestruzzi bituminosi a massa chiusa da impiegare a caldo, gli aggregati minerali saranno essiccati e riscaldati in adatto essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore e collegato ad alimentatore meccanico.

Mentre l'aggregato caldo dovrà essere riscaldato a temperatura fra i 130° e i 170°C, il bitume sarà riscaldato tra 160° e 180°C in adatte caldaie suscettibili di controllo mediante idonei termometri registratori.

L'aggregato caldo dovrà essere riclassificato in almeno tre assortimenti e raccolto, prima di essere immesso nella tramoggia di pesatura in tre silos separati, uno per l'aggregato fine e due per quello grosso.

Per la formazione delle miscele dovrà usarsi una impastatrice meccanica di tipo adatto, tale da formare impasti del peso singolo non inferiore a kg 200 e idonea a consentire la dosatura a peso di tutti i componenti e assicurare la perfetta regolarità e uniformità degli impasti.

Per i conglomerati da stendere a freddo saranno adottati gli stessi apparecchi avvertendo che il legante sarà riscaldato a una temperatura compresa fra i 90° e i 110°C e l'aggregato sarà riscaldato in modo che all'atto della immissione nella mescolatrice abbia una temperatura compresa tra i 50° e 80°C

Per tali conglomerati è inoltre consentito all'impresa di proporre apposita formula nella quale l'aggregato fine venga sostituito in tutto o in parte da polvere di asfalto da aggiungersi fredda: in tal caso la percentuale di bitume da miscelare nell'impasto dovrà essere di conseguenza ridotta.

Pur rimanendo la responsabilità della riuscita a totale carico dell'impresa, la composizione variata dovrà sempre essere approvata dalla direzione dei lavori.

Per la posa in opera, previa energica spazzatura e pulitura della superficie stradale, e dopo avere eventualmente conguagliato la massiciata con pietrischetto bitumato, se trattasi di massiciata nuda, e quando non si debba ricorrere a particolare strato di collegamento (binder), si procederà alla spalmatura della superficie stradale con un kg di emulsione bituminosa per mq e al successivo stendimento dell'impasto in quantità idonea a determinare lo spessore prescritto: comunque mai inferiore a kg 66/mq in peso per manti di tre centimetri e a kg 44/mq per manti di due centimetri.

Per lo stendimento si adopereranno rastrelli metallici e si useranno guide di legno e sagome per l'esatta configurazione e rettifica del piano viabile e si procederà poi alla cilindratura, iniziandola dai bordi della strada e procedendo verso la mezzzeria, usando rullo a rapida inversione di marcia, del peso da 4 a 6 tonnellate, con ruote tenute umide con spruzzi d'acqua, qualora il materiale aderisca a esse.

La cilindratura, dopo il primo assestamento, onde assicurare la regolarità, sarà condotta anche in senso obliquo alla strada (e, quando si possa, altresì, trasversalmente): essa sarà continuata sino a ottenere il massimo costipamento.

Al termine delle opere di cilindratura, per assicurare la chiusura del manto bituminoso, in attesa del costipamento definitivo prodotto dal traffico, potrà prescriversi una spalmatura di 0,700 kg per mq di bitume a caldo eseguita a spruzzo, ricoprendola poi con graniglia analoga a quella usata per il calcestruzzo ed effettuando una ultima passata di compressore.

È tassativamente prescritto che non dovranno aversi ondulazioni nel manto; questo sarà rifiutato se, a cilindratura ultimata, la strada presenterà depressioni maggiori di 3 mm al controllo effettuato con aste lunghe 3 metri nel senso parallelo all'asse stradale e con la sagoma nel senso normale.

Lo spessore del manto sarà fissato nell'elenco prezzi: comunque esso non sarà mai inferiore, per il solo calcestruzzo bituminoso compresso, a 20 mm a opera finita. Il suo spessore sarà relativo allo stato della massiciata e al preesistente trattamento protetto da essa.

La percentuale dei vuoti del manto non dovrà risultare superiore al 15%: dopo sei mesi dall'apertura al traffico tale percentuale dovrà ridursi a essere non superiore al 5%. Inoltre il tenore di bitume non dovrà differire, in ogni tassello che possa prelevarsi, da quello prescritto di più dell'1% e la granulometria dovrà risultare corrispondente a quella indicata con le opportune tolleranze.

A garanzia dell'esecuzione l'impresa assumerà la gratuita manutenzione dell'opera per un triennio. Al termine del primo anno lo spessore del manto non dovrà essere diminuito di oltre mm 1: al termine del triennio di oltre 4 mm.

ART. 46 – PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

ART. 47 – POZZETTI PER LA RACCOLTA DELLE ACQUE STRADALI. CADITOIE

47.1 Pozzetti per la raccolta delle acque stradali

I pozzetti per la raccolta delle acque stradali saranno costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato a elevato dosaggio di cemento e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere, con caditoia conforme alle prescrizioni della norma **UNI EN 124**.

Potranno essere realizzati mediante associazione dei pezzi idonei: pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La dimensione interna del pozzetto dovrà essere maggiore o uguale a 45 x 45 cm e di 45 x 60 cm per i pozzetti sifonati; il tubo di scarico deve avere diametro interno minimo 150 mm.

I pozzetti dovranno essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti; l'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indicata dalla direzione dei Lavori.

Gli eventuali cesti di raccolta del fango saranno realizzati in ferro zincato, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali.

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, e i coperchi, per quelli da marciapiede.

Nel caso sia prevista l'installazione dei cesti per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.

I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per m³ d'impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale e a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido, e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati in c.a. dovranno essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole portasecchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

47.2 Caditoie stradali

Le caditoie stradali per la raccolta delle acque defluenti dalle cunette laterali della strada devono essere opportunamente sagomate. Le prese possono a griglia, a bocca di lupo, a griglia e bocca di lupo, a fessura.

Le caditoie devono essere disposte a un interasse di 25 m ÷ 50 m.

I dispositivi di chiusura e di coronamento, secondo la norma **UNI EN 124**, possono essere fabbricati con i seguenti materiali:

- a) ghisa a grafite lamellare;
- b) ghisa a grafite sferoidale;
- c) getti in acciaio;
- d) acciaio laminato;
- e) i materiali di cui alle lettere a), b), c) e d) abbinati a calcestruzzo;
- f) calcestruzzo armato.

I chiusini, e griglie e i telai devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante: EN 124, la classe corrispondente; il nome e/o la sigla del fabbricante, eventuale marchio di conformità.

La classe di impiego (classe A15, classe B125, ecc.) di chiusini e caditoie deve essere rispondente all'uso della strada (pedonale, ciclabile, parcheggio, ecc.)

Art. 88 – Barriere stradali di sicurezza

48. BARRIERE STRADALI

Si definiscono barriere stradali di sicurezza i dispositivi aventi lo scopo di realizzare il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale, nelle migliori condizioni di sicurezza possibili.

Per le caratteristiche tecniche delle barriere stradali di sicurezza si farà riferimento alla seguente normativa:

C.M. 11 luglio 1987, n. 2337 – Legge 21 aprile 1962, n. 181, art. 1, lettera f). *Provvedimenti per la sicurezza stradale. Barriere stradali. Specifica per l'impiego delle barriere d'acciaio.*

D.M. 4 maggio 1990 – *Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali.*

D.M. 18 febbraio 1992, n. 223 – *Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza.*

C.M. 9 giugno 1995, n. 2595 – *Barriere stradali di sicurezza. D.M. 18 febbraio 1992, n. 223.*

C.M. 16 maggio 1996, n. 2357 – *Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale.*

D.M. 15 ottobre 1996 – *Aggiornamento del D.M. 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza.*

C.M. 15 ottobre 1996, n. 4622 – *Istituti autorizzati all'esecuzione di prove d'impatto in scala reale su barriere stradali di sicurezza.*

D.M. 3 giugno 1998 – *Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione.*

D.M. 11 giugno 1999 – *Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza."*

C.M. 6 aprile 2000 – *Art. 9 del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, e successive modificazioni: Aggiornamento della circolare recante l'elenco degli istituti autorizzati alle prove di impatto al vero ai fini dell'omologazione.*

Determinazione 24 maggio 2001, n. 13/2001 – *Appalti per opere protettive di sicurezza stradale (barriere stradali di sicurezza).*

D.M. 5 novembre 2001 – *Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.*

48.2 Classificazione

A seconda della loro destinazione e ubicazione, le barriere e i dispositivi si dividono nei seguenti tipi:

- a) barriere centrali da spartitraffico;
- b) barriere laterali, in rilevato o scavo;
- c) barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.;
- d) barriere o dispositivi per punti singolari quali attenuatori d'urto, letti di arresto o simili, dispositivi per zone di appoggio a opere d'arte, per ostacoli fissi, per zone terminali e/o di interscambio e simili.

48.3 Conformità delle barriere e dei dispositivi

Ai fini della produzione e accettazione delle barriere di sicurezza e altri dispositivi, i loro materiali componenti dovranno avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione; i supporti parimenti dovranno essere conformi a quanto previsto nella predetta documentazione e riportato sul certificato di omologazione.

Tutte le barriere, sia del tipo prefabbricato prodotto fuori opera o in stabilimento, sia del tipo costruito in opera, dovranno essere realizzate con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichiarazione di conformità di produzione che nel caso di barriera con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dalla ditta produttrice e sottoscritta dal suo direttore tecnico a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al «Certificato di omologazione». L'attrezzatura posta in opera inoltre dovrà essere identificabile con il nome del produttore e la sigla di omologazione (tipo e numero progressivo).

Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità di installazione nella quale il direttore Tecnico dell'impresa installatrice garantirà la rispondenza dell'«eseguito» alle prescrizioni tecniche descritte nel «Certificato di omologazione».

Queste dichiarazioni dovranno essere associate, a seconda dei casi, alle altre attestazioni, previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità e altro.

48.4 Classificazione delle barriere e dei dispositivi di ritenuta speciali

Tutte le barriere e i dispositivi di ritenuta e attenuazione di tutte le classi devono corrispondere a un indice ASI minore o uguale a 1 ottenuto con una autovettura, secondo le prescrizioni tecniche che seguono. È ammesso un indice ASI fino a 1,4 per le barriere e i dispositivi destinati a punti particolarmente pericolosi nei quali il contenimento del veicolo in svio diviene un fattore essenziale ai fini della sicurezza.

48.5 Barriere di sicurezza in acciaio zincato

Le barriere di sicurezza in acciaio zincato a caldo o a corten, sono costituite da sostegni verticali (IPE 12-14) e da una fascia orizzontale a sagomatura irrigidente alta 30 - 35 mm imbullonata ai sostegni verticali, installate ai margini della piattaforma stradale, ed eventualmente come spartitraffico centrale nelle strade a più sensi di marcia, in tratti discontinui secondo gli elaborati progettuali e a insindacabile giudizio della direzione dei lavori.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/mq per ciascuna faccia e nel rispetto della norma **UNI 5744/96**.

Le fasce saranno fissate ai sostegni con il bordo superiore che dovrà trovarsi a una altezza non minore di 70 cm dalla pavimentazione, mentre la faccia lato strada si troverà a non meno di 15 cm dal filo dei sostegni lato strada.

Ciascun tratto dovrà essere delimitato da un elemento terminale curvo o interrato.

La bulloneria di collegamento sarà a testa tonda, ad alta resistenza, con piastrina copriasola antisfilamento di mm 45x100 e spessore 4 mm.

Le barriere per lo spartitraffico centrale saranno a doppia fila, con elementi terminali tondi o interrati.



Azienda Trasporti Messina

Lavori di manutenzione preventiva e correttiva agli impianti di armamento ed elettrici della linea tranviaria , della sede e del deposito, tranviario di A.T.M. Messina, nonché il pronto intervento e soccorso in linea e le forniture necessarie alla continuità e sicurezza del servizio tranviario. .

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

CAPITOLO III

IMPIANTI

ART. 49 – IMPIANTI IDRICO SANITARI**49.1 Prescrizioni normative**

Ai sensi dell'art. 1, lettera d) della legge 5 marzo 1990, n. 46, sono soggetti all'applicazione della stessa legge, gli impianti idrosanitari nonché quelli di trasporto, di trattamento, di uso, di accumulo e di consumo di acqua all'interno degli edifici a partire dal punto di consegna dell'acqua fornita dall'ente distributore.

a) Per i criteri di progettazione, collaudo e gestione valgono le seguenti norme:

UNI 9182 Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

UNI 9183 Edilizia. Sistemi di scarico delle acque usate. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

UNI 9184 Edilizia. Sistemi di scarico delle acque meteoriche. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

b) Disegni tecnici

UNI 9511-1 Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di condizionamento dell'aria, riscaldamento, ventilazione, idrosanitari, gas per uso domestico.

UNI 9511-2 Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per apparecchi e rubinetteria sanitaria.

UNI 9511-3 Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per la regolazione automatica.

UNI 9511-4 Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di refrigerazione.

UNI 9511-5 Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per sistemi di drenaggio e scarico acque usate.

49.2 Criteri di esecuzione**49.2.1 Posa in opera delle tubazioni**

Per la posa delle tubazioni si applicano le disposizioni dell'Appendice U (Prescrizioni particolari di impiego e posa delle tubazioni) alla norma **UNI 9182**.

In particolare le tubazioni in acciaio zincato non devono essere piegate a caldo o a freddo per angoli superiori a 45°, ne sottoposte a saldatura. Tali tipi di tubazioni se interrate e non facilmente ispezionabili devono essere opportunamente protette dalla corrosione, non devono essere impiegate per convogliare acqua avente temperatura superiore a 60°C e durezza inferiore a 10°F e non essere preceduti da serbatoi o tratti di tubazione in rame.

49.2.2 Ancordelle tubazioni a vista

Gli ancoraggi e i sostegni delle tubazioni non interrate devono essere eseguiti:

- per le tubazioni di ghisa e di plastica: mediante collari in due pezzi fissati immediatamente a valle del bicchiere, con gambo inclinato verso il tubo; per pezzi uguali o superiori al metro deve applicarsi un collare per ogni giunto;
- per le tubazioni in acciaio e rame: mediante collari di sostegno in due pezzi, nelle tubazioni verticali; mediante mensole nelle tubazioni orizzontali, poste a distanza crescente al crescere del diametro delle tubazioni e comunque a distanza tale da evitare avvallamenti.

49.2.3 Pulizia e disinfezione della rete idrica e dei serbatoi

Le tubazioni per la distribuzione di acqua potabile, come stabilito dalla norma **UNI 9182**, prima della messa in funzione dovranno essere sottoposte a:

- prelavaggio per l'eliminazione dei residui di lavorazione;
- lavaggio prolungato dopo l'ultimazione dell'impianto, compresa l'installazione dei rubinetti;
- disinfezione mediante immissione nella rete idrica cloro gassoso, miscela di acqua con cloro gassoso, miscela d'acqua con ipoclorito di calcio, risciacquando fino a quando necessario con acqua potabile. La miscela disinfettante dovrà permanere in tutti i tratti della rete idrica per almeno 8 ore.
- risciacquo finale effettuato con acqua potabile sino a quando necessario, prelevando successivamente i campioni d'acqua da sottoporre ad analisi presso laboratori specializzati. I risultati delle analisi sono fondamentali e indispensabili per l'utilizzazione dell'impianto di distribuzione.

I serbatoi di accumulo acqua devono essere disinfettati allo stesso modo della rete idrica, con la differenza che la soluzione deve fare rilevare almeno 200 ppm di cloro residuo.

L'impresa appaltatrice durante la disinfezione deve predisporre tutti i provvedimenti cautelativi (avvisi, segnali, ecc.) per impedire il prelevamento d'acqua potabile da parte di non addetti ai lavori.

In caso di modifiche all'impianto di distribuzione deve essere ripetuta l'operazione di pulizia e disinfezione.

49.3 RETE DI SCARICO DELLE ACQUE DI RIFIUTO

49.3.1 Generalità. Classificazioni

Con il nome generico di scarichi, si indicano le tubazioni in cui scorrono tutte le acque di rifiuto e le acque piovane. Le tubazioni destinate alla raccolta delle acque di rifiuto e quelle destinate alla raccolta delle acque piovane, dovranno essere separate, fino al recapito esterno.

La rete di scarico dovrà corrispondere ai seguenti requisiti:

- allontanare rapidamente le acque di rifiuto, senza che si formino sedimentazioni di materie putrescibili o incrostazioni;
- garantire la perfetta tenuta con materiale di giunzione dotato di proprietà plastiche allo scopo di consentire un conveniente grado di scorrevolezza del giunto in caso di variazioni termiche e di possibili assestamenti strutturali;
- impedire il passaggio di esalazioni dalle tubazioni agli ambienti abitati;
- essere resistente a corrosione per effetto di gas e acidi corrosivi.

Le tubazioni di scarico vengono distinte in:

- diramazioni di scarico, sono costituiti dai tronchi di tubazione che collegano gli apparecchi sanitari alla colonna;
- colonne di scarico, sono costituite da tronchi di tubazione verticale;
- collettori di scarico, sono costituiti da tronchi orizzontali di tubazioni poste alle base delle colonne con la funzione di raccogliere le acque delle colonne e convogliarle alla fognatura urbana.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

L'impianto di cui sopra si intende funzionalmente suddiviso come segue:

- parte destinata al convogliamento delle acque (raccordi, diramazioni, colonne, collettori);
- parte destinata alla ventilazione primaria;
- parte destinata alla ventilazione secondaria;
- raccolta e sollevamento sotto quota;
- trattamento delle acque.

49.3.2) Criteri di esecuzione

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, e qualora non siano specificate in dettaglio nel progetto o a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti o ulteriori disposizioni impartite dalla direzione dei lavori.

Vale inoltre, que inquinamenti. Quando ciò è inevitabile devono essere previste adeguate protezioni che convogliino i liquidi in un punto di raccolta. Quando applicabile vale il D.M. 12 dicembre 1985 per le tubazioni interrato.

3) I raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, ecc. Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali e orizzontali), sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali e i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente e in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.

4) I cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producano apprezzabili variazioni di velocità o altri effetti di rallentamento. Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne dalla verticale devono avvenire a opportuna distanza dallo spostamento e comunque a non meno di 10 volte il diametro del tubo e al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume.

5) Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nella norma **UNI 9183**. Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoriuscita diretta all'esterno, possono:

- essere raccordate alle colonne di scarico a una quota di almeno 15 cm più elevata del bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;
- essere raccordate al disotto del più basso raccordo di scarico;
- devono essere previste connessioni intermedie tra colonna di scarico e ventilazione almeno ogni 10 connessioni nella colonna di scarico.

6) I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili e a non meno di 2 m per coperture praticabili. Questi terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.

7) Punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi. La loro posizione deve essere:

- al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e a una derivazione;
- a ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

- ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 100 mm e ogni 30 m per tubi con diametro maggiore;
- a ogni confluenza di due o più provenienze;
- alla base di ogni colonna.

Le ispezioni devono essere accessibili e avere spazi sufficienti per operare con gli utensili di pulizia. Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni. Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm bisogna prevedere pozzetti di ispezione a ogni cambio di direzione e comunque ogni 40 - 50 m.

8) I supporti di tubi e apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate a ogni giunzione; e inoltre quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm, ogni 0,8 m per diametri fino a 100 mm, ogni 1,00 m per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve essere compatibile chimicamente e in quanto a durezza con il materiale costituente il tubo.

9) Si devono prevedere giunti di dilatazione, per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente e alla presenza di punti fissi quali parti murate o vincolate rigidamente. Gli attraversamenti delle pareti a seconda della loro collocazione possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.

10) Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati con possibilità di un secondo attacco.

49.3.3 Diramazioni di scarico

Le diramazioni di scarico possono essere realizzate in tubi di piombo, ghisa, materiale plastico (PVC o polietilene ad alta densità, PE ad) o acciaio. Le diramazioni deve convogliare le acque di scarico provenienti dagli apparecchi sanitari senza eccessive pressioni o formazione di perturbazione nelle colonne di scarico per effetto dei flussi discendenti.

La portata della diramazione di scarico deve essere maggiore o uguale alla somma delle portate dei singoli apparecchi sanitari collegati dalla diramazione.

Il collegamento delle diramazioni di scarico di piombo con le colonne di scarico di ghisa deve avvenire mediante l'interposizione di anelli di congiunzione (virola) in rame. Nel caso di diramazioni materiali plastici il collegamento alle colonne di scarico può essere eseguito con anello elastico a pressione o mediante incollaggio con speciale mastice, in modo da assicurare la perfetta tenuta idraulica.

Per le diramazioni in tubazioni di policloruro di vinile non plastificato (PVC - U) nel campo degli scarichi (a bassa e alta temperatura), sia all'interno della struttura degli edifici (marcati "B"), sia nel sottosuolo entro la struttura dell'edificio (marcati "BD"), si applicheranno le disposizioni della norma **UNI EN 1329-1**.

La pendenza delle diramazioni deve essere maggiore del 2%. Ai tratti orizzontali deve essere assicurato un minimo di pendenza per facilitare il deflusso delle acque reflue.

49.4 RETE DI SCARICO DELLE ACQUE PIOVANE. CANALI DI GRONDA E PLUVIALI

49.4.1 Generalità

I sistemi di scarico delle acque meteoriche possono essere realizzati in:

- canali di gronda: lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile;
- pluviali (tubazioni verticali): lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile, polietilene ad alta densità (PE ad), alluminio, ghisa e acciaio smaltato;
- collettori di scarico (o orizzontali): ghisa, PVC, polietilene ad alta densità (PE ad), cemento e fibrocemento.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

49.4.2 Compiti del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte e inoltre, per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire irreversibilmente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere). Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione di conformità le prove di tenuta;

b) al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'esecutore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate.

Il direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede di prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione con modalità e frequenza delle operazioni.

49.5 PROVE E VERIFICHE

49.5.1 Generalità

Le verifiche e le prove indicate ai punti che seguono, saranno eseguite in corso d'opera dal direttore dei lavori, che ne redige regolare verbale in contraddittorio con l'appaltatore; l'emissione del certificato di collaudo è subordinata al positivo esito delle sottoelencate verifiche e prove che dovranno essere eseguite quando le tubazioni sono ancora in vista e cioè prima che si proceda a verniciature, coibentazioni e rivestimenti, chiusura di tracce con malta o altro, cunicoli o cavedi impraticabili, rivestimenti murari, massetti, pavimentazioni, ecc.

49.5.2 Prova di tenuta idraulica delle reti di distribuzione

La prova a tenuta idraulica (**UNI 9182**) deve essere eseguita prima del montaggio della rubinetteria, chiusura dei vani, cavedi, ecc., dopo aver chiuso le estremità delle condutture con tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso e dopo aver riempito d'acqua il circuito stesso, si sottoporrà a pressione, per almeno 4 ore, la rete o parte di essa a mezzo di una pompa idraulica munita di manometro inserita in un punto qualunque del circuito.

Tutte le tubazioni in prova complete delle valvole e dei rubinetti di intercettazione mantenuti in posizione aperta saranno provate a una pressione pari a una 1,5 volte la pressione massima di esercizio dell'impianto ma comunque non inferiore a 6 kg/cm².

La pressione di prova sarà letta su manometro inserito a metà altezza delle colonne montanti. Per pressione massima di esercizio si intende la massima pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare la erogazione al rubinetto più alto e più lontano con la contemporaneità prevista e con il battente residuo non inferiore a 5 m H₂O.

La prova di tenuta sarà giudicata positiva se l'impianto, mantenuto al valore della pressione stabilita per 24 ore consecutive, non manifesterà perdite e quindi abbassamenti di pressione al di fuori delle tolleranze ammesse.

49.5.3 Prova di portata rete acqua fredda

La prova di portata rete acqua fredda intende accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità fissati nel presente capitolato.

Si seguiranno le seguenti operazioni:

- apertura di un numero di utenze pari a quello stabilito dal coefficiente di contemporaneità, calcolato per il numero totale di apparecchi installati;
- le utenze funzionanti (il cui numero totale è fissato già dal comma precedente) saranno distribuite a partire dalle colonne più sfavorite (scelte in rapporto alla distanza e al numero di apparecchi serviti), in maniera tale che ciascun tronco del collettore orizzontale alimenti il numero di apparecchi previsto dalla contemporaneità stabilita dalle prescrizioni contrattuali.

Nelle condizioni suddette si dovrà verificare che la portata alle utenze più sfavorite sia almeno quella prescritta nel capitolato speciale d'appalto, e che la portata totale (misurata se è possibile all'organo erogatore), non sia inferiore alla portata prevista, in rapporto alle utenze funzionanti.

La prova potrà essere ripetuta distribuendo le utenze in modo da verificare il corretto dimensionamento delle varie colonne montanti, sempre nelle condizioni di contemporaneità stabilite dal contratto.

49.5.4 Prova idraulica a caldo

La prova di portata rete acqua calda (**UNI 9182**) viene eseguita con le medesime modalità per la rete acqua fredda, nelle seguenti condizioni di funzionamento:

- messa in funzione dell'impianto di preparazione acqua centralizzato per un tempo non inferiore a 2 ore consecutive;
- temperatura iniziale maggiore di almeno 10°C della temperatura di esercizio;

La prova sarà ritenuta positiva se non si sono verificate eccessive dilatazioni termiche delle tubazioni con conseguenti danneggiamenti alle strutture murarie (intonaci, rivestimenti, ecc.) e naturalmente perdite d'acqua.

ART.50 – IMPIANTI ELETTRICI

50.1 Materiali e prescrizione di qualità dei materiali elettrici

I materiali e gli apparecchi relativi agli impianti elettrici devono essere rispondenti alle prescrizioni progettuali ed essere adatti all'ambiente in cui debbono essere installati; devono avere le caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e all'umidità, alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio.

Il direttore dei lavori dovrà raccogliere la documentazione più significativa per la successiva gestione e manutenzione degli impianti.

I materiali da impiegare devono essere conformi alle leggi e regolamenti vigenti, in particolare:

D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547 – *Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.*

Legge 1° marzo 1968, n. 186 – *Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.*

Legge 18 ottobre 1977, n. 791 – *Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato a essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.*

D.M. 10 aprile 1984 – *Disposizioni per la prevenzione e l'eliminazione dei radiodisturbi provocati dagli apparecchi di illuminazione per lampade fluorescenti muniti di starter.*

Legge 17 aprile 1989, n. 150 – *Attuazione della direttiva 82/130/CEE e norme transitorie concernenti la costruzione e la vendita di materiale elettrico destinato a essere utilizzato in atmosfera esplosiva.*

D.M. 22 gennaio 2008 n. 37 – *Regolamento concernente l'attuazione dell'art.11...della legge n. 248 del 2/12/05, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici..*

D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 – *Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione.*

D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 626 – *Attuazione della direttiva 93/68/CEE, in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato a essere utilizzato entro taluni limiti di tensione.*

D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162 – *Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio.*

Dovranno essere rispondenti alle norme CEI, UNI e alle tabelle di unificazione UNEL vigenti in materia ove queste, per detti materiali e apparecchi risultassero pubblicate e corrispondere alle specifiche prescrizioni progettuali.

La rispondenza dei materiali e degli apparecchi dovrà essere attestata, ove previsto, dalla presenza del contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ) o di contrassegno equipollente (ENEC – 03).

50.1.1 Oneri specifici per l'appaltatore

L'appaltatore ha l'obbligo di fornire depliant e ove possibile campioni di almeno tre marche di ogni componente dell'impianto per consentire la scelta al direttore dei lavori.

Per i corpi illuminanti l'appaltatore dovrà fornire appositi campioni, da conservare in appositi locali. I materiali non accettati dovranno essere sostituiti e allontanati dal cantiere.

L'appaltatore dovrà curare gli impianti elettrici fino al collaudo, prevenendo eventuali danneggiamenti durante l'esecuzione dei lavori.

Eventuale difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali dovranno essere segnalati al direttore dei lavori.

50.1.2 Modalità di esecuzione degli impianti

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni contrattuali.

In generale l'appaltatore dovrà seguire le indicazioni del direttore dei lavori in caso di problemi di interpretazioni degli elaborati progettuali.

Al termine dell'esecuzione degli impianti l'appaltatore dovrà rilasciare l'apposito certificato di conformità previsto dalla legge n. 46/1990.

50.1.3 Conduttori degli impianti elettrici

I conduttori degli impianti elettrici dovranno avere le anime formate con fili o corde di rame elettrolitico ricotto, titolo 99,9%, carico di rottura non inferiore a 22 kg/mm²; per le derivazioni interne cavi NO7V – K con isolamento in PVC di qualità R2 e rispondenti, per requisiti e caratteristiche alla norme CEI 20 – 20 (cavi non propaganti l'incendio con ridotta emissione di gas corrosivi). Tensione 400/750 V.

Per le dorsali interne e le linee esterne cavi FG7R isolamento in gomma HEPR con guaina di PVC di qualità R2 rispondenti alle norme CEI 20 – 13 tensione 0,6/1 kV. Saranno installati all'interno delle tubazioni evitando ogni possibile stiramento e sfregamento e curando il codice dei colori (PE = giallo. verde; neutro = azzurro).

50.2 Tubazioni, cavidotti, scatole e pozzetti

Tutte le tubazioni saranno di tipo flessibile in PVC nella serie pesante antischiacciamento (superiore a 750 Newton su 5 cm a 20°C) di tipo e caratteristiche contemplate nelle vigenti norme UNEL e CEI. Le tubazioni sottotraccia dovranno essere collocate in maniera tale che il tubo venga a trovarsi totalmente incassato ad almeno 2 cm dalla parete finita. I tubi prima della ricopertura con malta cementizia dovranno risultare saldamente fissati sul fondo della scanalatura e collocati in maniera che non siano totalmente accostati ma bensì si venga a realizzare un interstizio da riempire con i materiali di cui sopra.

Tutti i cavidotti saranno del tipo rigido in materiale termoplastico a base di cloruro di polivinile a estrema leggerezza che ne facilita il trasporto e la posa in opera nella serie pesante antischiacciamento (superiore a 1250 Newton su 5 cm a 20 °C), LMQ, di tipo e caratteristiche contemplate nella norma CEI 23 – 29 fascicolo 1260.

Le giunzioni dei cavidotti dovranno essere a elevato grado di protezione attraverso la bicchieratura già predisposta nei manicotti da un lato. I cavidotti dovranno essere posati su di un letto di sabbia entro uno scavo di adeguate dimensioni.

Tutte le scatole di derivazione delle tubazioni dovranno essere in PVC pesante con grado di protezione IP 40 con nervature e fori pre-tranciati per l'inserzione delle tubazioni, completi di coperchi fissati con quattro viti ricoprenti abbondantemente il giunto-muratura. Salvo che per l'alloggiamento del gancio portapparecchio illuminante, non sono ammesse scatole tonde. La dimensione minima delle scatole o cassette è di cm 9 dilato.

Tutti i pozzetti si prevedono in PVC muniti di chiusino in PVC pesante nervato.

Tutte le scatole portafrutti saranno in resina e dovranno presentare caratteristiche meccaniche tali da resistere alle sollecitazioni dell'uso normale. Devono inoltre essere adatte al fissaggio inamovibile di frutti modulari mediante dei supporti in resina collegati alle scatole a mezzo di viti avvitate in appositi collarini in lamiera. Saranno del tipo componibile a scelta del direttore dei lavori con placche e telaio in resina.

50.3 Isolamento e sezioni minime dei conduttori

Per tutti gli impianti alimentati direttamente con la piena tensione normale della rete a B.T. e per quelli alimentati a tensione ridotta, di segnalazioni automatiche di incendi, per gli impianti elettroacustici, di citofoni, d'impianti interfonici e di portiere elettrico, la sezione minima ammessa per i conduttori sarà di 1 mm² e l'isolamento minimo ammesso sarà del grado 3.

Faranno eccezione i conduttori dei circuiti di forza motrice, delle prese a spina per utilizzazioni elettrodomestiche e varie, per i quali la sezione minima ammessa – sarà di 2,5 mm², sempre con isolamento minimo ammesso del grado 3.

Per gli impianti di segnalazioni comuni per usi civili nell'interno dei fabbricati, alimentati a tensione ridotta (impianti di categoria ZERO), saranno ammessi conduttori con sezione minima di 0,5 mm², con isolamento minimo del grado 2.

Alle sezioni minime sopra indicate faranno eccezione i conduttori di messa a terra e il conduttore neutro dichiaratamente a terra, se utilizzato per la messa a terra ai fini della protezione da tensioni di contatto, le cui sezioni dovranno essere adeguati alla intensità della corrente verso terra e comunque non inferiore a 16 mm², se di rame, e a 50 mm², se di ferro o acciaio zincato.

Possono essere tollerate per i tratti visibili dei conduttori di terra in rame, sezioni inferiori a 16 mm², purché non inferiori alla sezione dei conduttori del circuito elettrico, sino a un minimo in ogni caso di 5 mm².

50.4 Parti dell'impianto di terra

L'impianto di messa a terra deve soddisfare le prescrizioni della vigente norma CEI 64 – 8. Tale impianto, che deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche e le misure periodiche necessarie a valutare il suo grado d'efficienza, comprenderà:

- il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici infissi nel terreno, allocati in appositi pozzetti, che hanno il compito di realizzare il collegamento elettrico con la terra;
- il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno devono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);
- il conduttore di protezione, che parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra), o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione, con parti metalliche comunque accessibili.
- il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra).
- il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione e di equipotenzialità (ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il conduttore di neutro ha anche la funzione di conduttore di protezione);

Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate a un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico), il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione;

È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm².

50.4.1 Raccomandazioni

È indispensabile che l'esecuzione del sistema dispersore proprio debba aver luogo durante la prima fase delle opere edili nella quale è ancora possibile interrare i dispersori stessi senza particolari opere di scavo o di infissione e inoltre possono essere eseguiti, se del caso, i collegamenti dello stesso ai ferri dei plinti di fondazione, utilizzando così dispersori naturali.

I collegamenti di equipotenzialità principali devono essere eseguiti in base alle prescrizioni della norma CEI 64 – 8.

Occorre preoccuparsi del coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione; è opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.

Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi d'interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della limitazione delle correnti vaganti, potenziali cause di fenomeni corrosivi. Si raccomanda infine la misurazione della resistività del terreno.

50.4.2 Prescrizioni particolari per locali da bagno. Divisione in zone e apparecchi ammessi

Si premette che la norma CEI 64 – 8, alla Parte 7: Ambienti particolari, art. 701 (Locali contenenti bagni e docce), classifica l'ambiente bagno in quattro zone di pericolosità in ordine decrescente:

Zona 0 – È il volume della vasca o del piatto doccia: entro tale volume non sono ammessi apparecchi elettrici, come

scalda – acqua a immersione, illuminazioni sommerse o simili;

Zona 1 – È il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: in tale volume sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la tensione ulteriormente ridotta rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza, che corrisponde a 50 V;

Zona 2 – È il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: sono ammessi, oltre allo scaldabagno e agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminati dotati di doppio isolamento (Classe II);

Zona 3 – È il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia): sono ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IP1), come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso, quando installati verticalmente, oppure IP5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale; inoltre l'alimentazione delle prese a spina deve soddisfare una delle seguenti condizioni:

- bassissima tensione di sicurezza con limite 50 V (BTS). Le parti attive del circuito BTS devono comunque essere protette contro i contatti diretti;

- trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;

- interruttore differenziale a alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado di protezione IP4).

Sia nella zona 1 che nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina, scatole di derivazione; possono essere installati soltanto pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento.

Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico; gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (ad esempio, con lo scaldabagno) devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante;

Le regole enunciate per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso e sono da considerarsi integrative rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione, ecc.).

50.4.3 Collegamenti equipotenziali nei locali da bagno

Nelle zone 1 – 2 – 3 così come definite al punto precedente, onde evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno, deve mettersi in opera un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee, con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.

Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalla norma CEI 64 – 8; in particolare, devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni ed essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento equipotenziale deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione.

È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione.

Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm² (rame) per i collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;

- 4 mm² (rame) per i collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

Il collegamento equipotenziale non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in grès.

50.4.4 Altre prescrizioni per i locali da bagno

Per i locali da bagno devono tenersi distinti i due circuiti di illuminazione e prese.

La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità può essere affidata all'interruttore differenziale generale, purché questo sia del tipo ad alta sensibilità, o a un interruttore differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.

Per le condutture elettriche possono essere usati cavi isolati in PVC tipo H07V (ex UR/3) in tubo di plastica incassato a parete o nel pavimento.

Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, deve essere prolungato per coprire il tratto esterno, oppure deve essere usato un cavetto tripolare con guaina (fase + neutro + conduttore di protezione) per tutto il tratto che va dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatoletta passa-cordone.

50.4.5 Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi

Negli ambienti in cui il pericolo di elettrocuzione è maggiore sia per condizioni ambientali (umidità) cantine, garage, portici, giardini, ecc. o per particolari utilizzatori elettrici usati, le prese a spina devono essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei bagni.

50.4.6 Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Realizzato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

1) coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente. Se l'impianto comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;

2) coordinamento di impianto di messa a terra e interruttori differenziali. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

50.4.7 Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

Nel caso tale impianto fosse previsto, esso deve essere realizzato in conformità alle disposizioni della legge n. 46/1990. È opportuno predisporre tempestivamente l'organo di captazione sulla copertura e adeguate sedi per le calate, attenendosi alle distanze prescritte dalle norme **CEI 81-1**.

Si fa presente che le suddette norme prevedono anche la possibilità di utilizzare i ferri delle strutture edili alle condizioni indicate al punto 1.2.17 della norma stessa.

50.4.8 Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni della norma CEI 64-8.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose (artt. 434.3, 434.3.1, 434.3.2 e 434.2 della norma **CEI 64-8**).

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (artt. 434.3, 434.3.1., 434.3.2 della norma CEI 64-8).

50.4.9 Protezione dal fuoco

50.4.9.1 Propagazione del fuoco lungo i cavi

I cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati fra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione della norma CEI 20-35.

Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso, nel quale sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alla norma CEI 20-22.

50.4.9.2 Provvedimenti contro il fumo

Allorché i cavi siano installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione, si devono adottare sistemi di posa atti a impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o in alternativa ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

50.4.9.3 Problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi

Qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere, in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici o corrosivi.

Ove tale pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature, secondo la norma CEI 20-38.

50.5 Apparecchi e componenti

50.5.1 Norme relative agli interruttori automatici a bassa tensione

Gli interruttori automatici in aria per la protezione degli impianti e delle macchine elettriche dai sovraccarichi e dai corto-circuiti dovranno essere muniti di organi (relè) che al passaggio di correnti di valore superiore a quello previsto, o in caso di corto-circuiti a valle dell'interruttore, possano con sicurezza provocare a mezzo di opportuni sganciatori l'apertura dei contatti, interrompendo il circuito.

Gli interruttori automatici per bassa tensione saranno generalmente del tipo a “soffio magnetico”. Per interruttori oltre 400 A (od anche meno se prescritto), i contatti tra i quali scocca l’arco saranno contenuti in apposite camere d’estinzione (caminetti).

I contatti degli interruttori automatici dovranno presentare debole resistenza e non essere soggetti a ossidazione o sporco; saranno in argento (o leghe), a pressione e, per interruttori oltre 400 A, saranno sussidiati da contatti secondari per la derivazione dell’arco.

I relè saranno di norma di tipo magnetico di massima corrente o di minima tensione (per i corto-circuiti) e termici di massima corrente (per i sovraccarichi).

Nella fornitura degli interruttori automatici devono essere specificati:

- destinazione d’esercizio (corto-circuito, sovraccarico o entrambi);
- tensione;
- corrente;
- frequenza nominale;
- potere di interruzione nominale;
- caratteristica di intervento;

Gli interruttori automatici devono rispondere sia alle esigenze di manovra del circuito che a quelle della sua protezione, devono pertanto essere in grado di interrompere le correnti di guasto (sovraccarico o corto-circuito), secondo il tipo di protezione adottata.

50.5.2 Interruttori differenziali (“salvavita”)

Gli interruttori differenziali per la protezione delle persone contro i contatti indiretti interrompono l’alimentazione prima che la corrente che attraversa il corpo umano, in caso di contatto accidentale, assuma valori pericolosi.

Le norme, nella protezione contro i contatti diretti, assegnano agli interruttori differenziali solo una funzione ausiliaria, e il loro impiego non dispensa dall’applicazione delle altre norme di sicurezza, difatti l’interruttore differenziale interviene in caso di contatto fra le parti attive e la terra, e non in caso di contatto fra due parti attive a potenziale diverso.

50.5.3 Fusibili e portafusibili

Per la protezione dei corto-circuiti e, entro determinati limiti dai sovraccarichi, quando non sia conveniente l’impiego di interruttori automatici, e comunque se ammesso o prescritto dalla direzione dei lavori, possono essere usati apparecchi di protezione a fusibile, comunemente chiamati *valvole fusibili* o semplicemente *fusibili*.

L’elemento completo è composto generalmente di due parti, una fissa, alla quale vengono portati i conduttori di collegamento, detta *portafusibile*, e una mobile (detta anche *cartuccia*) costituita dal fusibile vero e proprio, che deve essere sostituita dopo l’intervento e deve essere pertanto asportabile e inseribile con facilità. In alcuni il portafusibile può anche mancare e la cartuccia stessa è collegata all’apparecchiatura tramite bulloni.

50.5.4 Quadri elettrici di distribuzione principale

I quadri elettrici di distribuzione principale saranno rispondenti alle prescrizioni di legge, nonché conformi alla norma **CEI 17 -13/1** fasc.1433 (norma europea EN 60439-1) e costituiti da:

- un contenitore (o eventualmente più contenitori accostati e collegati fra loro) in lamiera di acciaio di spessore non inferiore a 1,2 mm, saldata e accuratamente verniciata a forno internamente ed esternamente con smalti a base di resine epossidiche, previo trattamento preventivo antiruggine. Per consentire l’ingresso dei cavi, il contenitore sarà dotato, sui lati inferiore e superiore, di aperture chiuse con coperchio fissato con viti, o di fori pretranciati. Contenitori di tipo diverso da quanto descritto potranno essere adottati solo se esplicitamente indicato sui disegni o se approvati dal direttore dei lavori;

- pannelli di fondo oppure intelaiatura per consentire il fissaggio degli apparecchi o delle guide profilate di tipo unificato. Il pannello di fondo sarà in lamiera di acciaio verniciata a forno o zincata e passivata, e dovrà essere regolabile in profondità. L’intelaiatura sarà, invece, in lamiera zincata e passivata o in alluminio anodizzato, e oltre alla regolazione in profondità dovrà consentire anche di variare in senso verticale la posizione di apparecchi e/o guide profilate;

- pannelli di chiusura frontali in lamiera di acciaio di spessore minimo 1,2 mm, ribordata e verniciata internamente ed esternamente come descritto per i contenitori. I pannelli saranno modulari in modo da costituire una chiusura a settori del quadro. Saranno ciechi se destinati a chiudere settori non utilizzati del quadro, o settori contenenti morsettiere, o altri apparecchi su cui non sia normalmente necessario agire; oppure dotati di finestrate che consentono di affacciare la parte anteriore degli apparecchi fissati sulle guide o sui pannelli di fondo.

Le finestrate per gli apparecchi modulari avranno tutte la medesima lunghezza, e le parti non occupate dovranno essere chiuse con placche copriforo in materiale plastico inserite a scatto.

Le dimensioni dei quadri dovranno essere tali da consentire l’installazione di un numero di eventuali apparecchi futuri pari ad almeno il 20% di quelli previsti. Sui pannelli di chiusura potranno essere fissati solo apparecchi di comando e segnalazione (selettori, commutatori, indicatori luminosi, ecc.) appartenenti a circuiti ausiliari o strumenti di misura; apparecchi per il cui collegamento non siano necessari conduttori di sezione superiore a 1,5 mm², in questo caso, i pannelli

dovranno essere apribili a cerniera su un lato verticale e fissati con viti sull'altro. Con tutti i pannelli inseriti, non dovrà essere possibile il contatto con le parti in tensione; il fronte del quadro dovrà presentare un grado di protezione non inferiore a IP 20.

– porte anteriori in lamiera di acciaio saldata ribordata e irrigidita, e protetta con lo stesso trattamento superficiale sopra descritto. A seconda di quanto indicato sull'elenco prezzi, le porte saranno di tipo cieco o con vetro temperato. Esse dovranno comunque essere dotate di maniglie in materiale isolante e di serrature con chiavi.

In generale, oltre a quanto sopra specificato, tutte le parti in acciaio dovranno essere accuratamente verniciate a forno con smalti a base di resine epossidiche, previo trattamento protettivo (sgrassatura, fosfatazione e due mani di antiruggine). Le parti non verniciate, e in particolare la bulloneria, dovranno viceversa essere state sottoposte a trattamenti di protezione superficiali (zincatura, zincocromatura, ecc.).

I cablaggi dei circuiti ausiliari dovranno essere eseguiti con conduttori flessibili isolati in PVC (cavo N07V-K) aventi sezioni non inferiori a 2,5 mmq., dotati di capicorda a compressione isolati e di collari di identificazione. Essi verranno disposti in maniera ordinata e, per quanto possibile, simmetrica entro canalette in PVC munite di coperchio e ampiamente dimensionate.

Le canalette dovranno essere fissate al pannello di fondo mediante viti autofilettanti, o con dado, o rivetti. Non è ammesso l'impiego di canalette autoadesive.

I conduttori per il collegamento degli eventuali apparecchi montati su pannelli di chiusura frontali dovranno essere raccolti in fasci, protetti con guaina o spirale in plastica e avere lunghezza sufficiente a evitare sollecitazioni di trazioni o strappi a pannello completamente aperto.

Tutti i conduttori di neutro e di protezione o di terra saranno chiaramente contraddistinti fra loro e dagli altri conduttori per mezzo di colorazioni diverse (blu chiaro per il neutro e giallo-verde per i conduttori di terra).

Tutti i conduttori in arrivo e/o in partenza dal quadro e di sezione minore o uguale a 25 mmq. dovranno essere attestati su morsetti di adeguata sezione di tipo isolato, componibili, montati su guida profilata unificata e numerati o contrassegnati; quelli aventi sezioni superiori a 25 mmq. saranno provvisti di adatto capicorda a compressione e collegati direttamente agli interruttori e ancorati all'intelaiatura per non sollecitare gli interruttori stessi.

Tutti i conduttori di terra o di protezione in arrivo e/o in partenza dovranno essere attestati su una sbarra di terra di rame. I conduttori dovranno essere collegati singolarmente mediante viti con dado e capicorda a occhiello.

Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra. Il collegamento di quelle mobili o asportabili sarà eseguito con cavo flessibile (cavo N07V.K) di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mmq, muniti alle estremità di capicorda a compressione di tipo a occhiello.

Sui pannelli frontali dovranno essere riportate tutte le scritte necessarie a individuare chiaramente i vari apparecchi di comando, manovra, segnalazione, ecc.

50.5.5 Piccoli quadri elettrici di distribuzione locale

I quadri dovranno essere di tipo sporgente o a incasso, adatti all'installazione all'interno a parete, o a pavimento a seconda delle dimensioni, nella posizione indicata dal progetto esecutivo.

Essi saranno rispondenti alle prescrizioni di legge, nonché conformi alla norma CEI 17 -13/1 fasc.1433 (norma europea EN 60439-1) e costituiti da:

- un contenitore in materiale termoplastico autoestinguente completo di cassetta per l'incasso a parete. Per consentire l'ingresso dei cavi il contenitore è dotato, sui lati inferiore e superiore, di fori pretranciati;
- intelaiatura per consentire il fissaggio degli apparecchi alle guide profilate DIN di tipo unificato, in lamiera zincata e passivata, che consente la regolazione in profondità degli apparecchi;
- pannello di chiusura frontale in materiale termoplastico autoestinguente, dotato di finestre che consentono di affacciare la parte anteriore degli apparecchi fissati sulle guide.

Tutti i materiali isolanti impiegati nell'esecuzione dei quadri saranno di tipo incombustibile o non propagante la fiamma.

L'esecuzione dovrà essere conforme alle prescrizioni seguenti:

- i cablaggi dei circuiti ausiliari dovranno essere eseguiti *con conduttori flessibili isolati in PVC* (cavo N07V-K) aventi sezioni non inferiori a 2,5 mmq;
- tutti i conduttori di neutro e di protezione o di terra saranno chiaramente contraddistinti fra loro e dagli altri conduttori per mezzo di colorazioni diverse (blu chiaro per il neutro e giallo-verde per i conduttori di terra);
- tutti i conduttori di terra o di protezione in arrivo e/o in partenza dovranno essere attestati su un morsetto avente funzione di collettore equipotenziale di terra;
- sui pannelli frontali verranno riportate, su targhette autoadesive, tutte le scritte necessarie a individuare chiaramente i vari apparecchi di comando, manovra, segnalazione, ecc..

50.6 Verifiche dell'impianto

50.6.1 Generalità

Le verifiche dell'impianto elettrico sono condotte secondo le indicazioni del capitolo 61 della norma **CEI 64-8**:

- art. 611. Esame a vista;
- art. 612. Prove.

In linea generale le operazioni di collaudo di un impianto elettrico possono così articolarsi:

- 1) esame a vista
- 3) rilievi strumentali
- 4) calcoli di controllo.

Le verifiche debbono essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, ampliamenti e/o interventi che hanno alterato le caratteristiche originarie.

50.6.2 Esame a vista

L'esame a vista (**Norma CEI 64-8**), eseguito con l'impianto fuori tensione, ha lo scopo di accertare la corretta esecuzione dell'impianto prima della prova. L'esame a vista dell'impianto elettrico è condotto sulla base del progetto e ha lo scopo di verificare che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme vigenti; l'esame può essere eseguito sia durante la realizzazione dell'impianto o alle fine dei lavori.

L'esame a vista dell'impianto comprende i seguenti controlli relativi a:

- analisi del progetto;
- verifica qualitativa dei componenti dell'impianto;
- verifica quantitativa dei componenti dell'impianto;
- controllo della sfilabilità dei cavi e delle dimensioni dei tubi e dei condotti;
- verifica dell'idoneità delle connessioni dei conduttori;
- verifica dei tracciati per le condutture incassate;
- verifica dei gradi di protezione degli involucri;
- controllo preliminare dei collegamenti a terra;
- controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici;
- controllo dell'idoneità e della funzionalità dei quadri elettrici;
- controllo dell'idoneità, funzionalità e sicurezza degli impianti ausiliari;
- controllo delle sezioni minime dei conduttori e dei colori distintivi;
- verifica per gli apparecchi per il comando e l'arresto di emergenza;
- presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando.

50.6.3 Verifica qualitativa e quantitativa

La verifica qualitativa e quantitativa dei componenti dell'impianto ha lo scopo di verificare:

- la rispondenza qualitativa dei materiali e apparecchiature impiegate siano rispondenti alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto e ai dati di progetto, accertando la consistenza quantitativa e il funzionamento;
- la conformità delle indicazioni riportate negli schemi e nei piani d'installazione: individuando l'ubicazione dei principali componenti, la conformità delle linee di distribuzione agli schemi, la conformità dei punti di utilizzazione ai piani d'installazione, l'univocità d'indicazione tra schemi e segnaletica applicata in loco;
- la compatibilità con l'ambiente: accertando che tutti i componenti elettrici siano stati scelti e collocati tenendo conto delle specifiche caratteristiche dell'ambiente e siano tali da non provocare effetti nocivi sugli altri elementi esistenti nell'ambiente;
- accessibilità che deve essere: agevole per tutti i componenti con pannelli di comando, misura, segnalazione manovra; possibile, eventualmente con facili operazioni di rimozione di ostacoli, per i componenti suscettibili di controlli periodici o di interventi manutentivi (scatole, cassette, pozzetti di giunzione o connessione, ecc).

L'accertamento della garanzia di conformità è data dal marchio IMQ (Marchio Italiano di Qualità) o altri marchi equivalenti, in caso contrario l'impresa deve fornire apposita certificazione.

50.6.4 Verifica della sfilabilità dei cavi e controllo delle dimensioni dei tubi e dei condotti

La verifica della sfilabilità dei cavi consiste nell'estrarre un cavo dal tratto di tubo protettivo, incassato o a vista, compreso tra due cassette o scatole successive e nell'osservare se questa operazione abbia danneggiato il cavo stesso.

La verifica deve essere effettuata preferibilmente sui tratti di tubo non rettilinei e deve essere estesa a tratti di tubo per una lunghezza compresa tra l'1% e il 5% della totale lunghezza dei tubi degli impianti utilizzatori presi in esame; in caso di esito non favorevole, fermo restando l'obbligo per l'installatore di modificare gli impianti, la prova dovrà essere ripetuta su di un numero di impianti utilizzatori doppio rispetto al primo campione scelto; qualora anche la seconda prova fornisse esito sfavorevole la verifica della sfilabilità dovrà essere ripetuta su tutti gli impianti utilizzatori.

Il controllo deve verificare che i tubi abbiano diametro interno maggiore di 10 mm e che in generale sia almeno uguale a 1,3 volte il diametro circoscritto al fascio di cavi contenuti entro i tubi. Per le condutture costituite da canalette la superficie

interna della sezione retta degli alloggiamenti dei cavi elettrici deve essere almeno uguale al doppio della superficie della sezione retta dei cavi contenuti.

Tabella. 83.1 - Dimensioni dei tubi protettivi flessibili e rigidi in PVC

Grandezza	Tubi flessibili in PVC		Tubi rigidi in PVC	
	Diametro esterno D (mm)	Diametro interno min d (mm)	Diametro esterno D (mm)	Diametro interno min d (mm)
16	16	10,7	16	13,0
20	20	14,1	20	16,9
25	25	18,3	25	21,4
32	32	24,3	32	27,8
40	40	31,2	40	35,4
50	50	39,6	50	44,3
63	63	50,6	63	56,5

50.6.4.1 Verifica dei gradi di protezione degli involucri (protezioni contro i contatti diretti)

La verifica dei gradi di protezione degli involucri ha lo scopo di verificare che tutti

i materiali, gli apparecchi e le macchine installati in ambienti speciali (acqua e/o polvere) abbiano grado di protezione adeguato ai fini della sicurezza, della funzionalità e della durata e/o conforme alle prescrizioni del progetto o del capitolato; per la verifica si farà riferimento alla Norme **CEI-64.8**, e **CEI 70-1**. Il grado di protezione è indicato con le lettere IP (*International Protection*) seguite da due cifre indicanti la prima il grado di protezione delle persone contro il contatto con gli elementi in tensione e la penetrazione dannosa dell'acqua, es. IP 55. Quando una delle due cifre è sostituita da una X (es. IP4X o IPX4), significa che il materiale garantisce soltanto un tipo di protezione. Lo 0 indica nessun grado di protezione., es. IP20, indica l'assenza di protezione dalla penetrazione dell'acqua.

Sono esclusi dall'esame i componenti installati nei locali bagno e doccia e quelli pertinenti a impianti AD-FT per locali caldaia e simili.

I componenti con grado di protezione inferiore a IP 20 non possono essere installati in ambienti interni ordinari accessibili a personale non addestrato. La norma CEI 70-1 stabilisce inoltre che i gradi di protezione superiori soddisfano i requisiti dei gradi protezione inferiori.

50.6.4.2 Controllo dei collegamenti a terra

Le verifiche dell'impianto di terra sono descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (Norme **CEI 64-8** e **CEI 11-8**), per gli impianti soggetti alla disciplina del D.P.R. n. 547/1955 va effettuata la denuncia degli stessi alle Aziende Unità Sanitarie Locali (AUSL) a mezzo dell'apposito modulo, fornendo gli elementi richiesti e cioè i risultati delle misure della resistenza di terra.

Si devono effettuare le seguenti verifiche:

- identificazione dei conduttori di terra e di protezione (PE) ed equipotenziali (EQ). Ha lo scopo di accertare che l'isolante e i collari siano colore giallo-verde. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori stessi che delle giunzioni. Si deve inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;

- misurazione del valore di resistenza di terra dell'impianto, utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti a una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro; si possono ritenere ubicati in modo corretto quando sono sistemati a una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima nel caso di semplice dispersore a picchetto può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione e il dispersore ausiliario;

- collegamenti: Si deve controllare che tutte le masse (compresi gli apparecchi illuminanti), i poli di terra delle prese a spina e tutte le masse estranee presenti nell'area dell'impianto siano collegate al conduttore di protezione;

- continuità: Bisogna accertarsi della continuità del conduttore di protezione e l'assenza di dispositivi di sezionamento o di comando;

- tracciato e sezionabilità: I conduttori di protezione devono, in linea di massima, seguire il tracciato dei conduttori di fase e dipartirsi dalle scatole di derivazione per consentirne il sezionamento in caso di guasti;

- sezione del conduttore protezione-neutro (PEN): Il controllo a vista dei componenti del dispersore deve essere effettuato in corso d'opera, in caso contrario è consigliabile eseguire dei sondaggi.

50.6.4.3 Controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici (bagno e doccia)

Il controllo ha lo scopo di accertare l' idoneità delle misure di sicurezza contro eventuali pericoli da contatti diretti e indiretti nei locali da bagno e doccia, considerati a maggiore rischio elettrico.

Nelle varie zone dei locali igienici possono essere installati le seguenti apparecchiature.

Nella ZONA 0 è vietata l' installazione di qualsiasi componente elettrico.

Nella ZONA 1 si possono installare soltanto scaldacqua (con marchio IMQ) e altri utilizzatori fissi alimentati a bassissima tensione di sicurezza con tensione nominale non superiore a 25V e grado di protezione non inferiore a IP X4.

Nella ZONA 2 si possono installare, oltre agli utilizzatori possibili nella zona 1, anche apparecchi illuminanti fissi, di classe II e grado di protezione non inferiore a IP X4. Sono ammesse le sole condutture di alimentazione degli utilizzatori qui ubicati, che devono avere isolamento equivalente alla classe II in tubi non metallici ed essere incassate, salvo l' ultimo tratto in prossimità dell' utilizzatore che deve essere il più breve possibile. Nessuna limitazione invece prevista per le condutture incassate a una profondità superiore a 5 cm. Nella zona non è ammessa l' installazione di apparecchi di comando, derivazione o protezione (interruttore, prese, scatole di derivazione, ecc.). Gli infissi metallici a contatto con i ferri d' armatura delle strutture in calcestruzzo armato debbono essere collegati al conduttore equipotenziale.

Nella ZONA 3 si può realizzare un impianto ordinario con condutture incassate in tubi non metallici aventi isolamento equivalente alla classe II. I componenti elettrici devono avere grado di protezione minimo IP X1.

Tutto ciò premesso vanno controllati:

- collegamenti equipotenziali delle tubazioni. Deve accertarsi il collegamento al morsetto di terra di tutte le tubazioni e delle masse estranee;

- conduttori equipotenziali e mezzi di connessione alle masse estranee;

- prese e apparecchi di comando. Va verificata la loro assenza fuori dalle zone 0, 1, 2 e l' esistenza di interruttore differenziale;

- apparecchi illuminanti;

- scaldacqua elettrico. Deve essere verificato il marchio (IMQ) e il collegamento breve con cavo munito di guaina se ubicato nella zona 1;

- condutture. Deve essere verificata l' assenza di scatole di derivazione fuori dalle zone 0, 1, 2, e le linee in tubo di materiale isolante ≤ 5 cm.

Le condutture e i componenti incassati a una profondità superiore a 5 cm vanno considerati fuori dalle zone pericolose.

50.6.5 Verifica delle condutture, cavi e connessioni

La verifica ha lo scopo di verificare che nell' esecuzione dell' impianto siano state rispettate le prescrizioni minime riguardo a;

- sezioni minime dei conduttori rispetto alle prescrizioni del capitolato speciale d' appalto delle norme CEI:

1, 5 mm²: cavi unipolari isolati in PVC, posati in tubi o canalette;

0,5 mm²: circuiti di comando, segnalazione e simili, ecc.;

- colori distintivi:

colore giallo-verde per i conduttori di protezione e di collegamento equipotenziali;

colore blu chiaro per il neutro

altri colori (marrone, nero, grigio) per i conduttori di fasi diverse;

- idoneità delle connessioni dei conduttori e degli apparecchi utilizzatori. Devono essere verificati le dimensioni idonee dei morsetti rispetto al conduttore serrato, le scatole di derivazione e le modalità di connessione. Sono vietate le giunzioni fuori scatola o entro i tubi di protezione.

Tabella 83.2 – Caratteristiche fondamentali dei morsetti e sezioni dei conduttori serrabili (Norma CEI 23-21)

Grandezza del morsetto	Conduttori serrabili		Massima forza applicabile al conduttore in estrazione (N)
	Rigidi flessibili (mm ²)	Flessibili (mm ²)	
0	–	1	30
1	1,5	1,5	40
2	2,5	2,5	50
3	4	4	50
4	6	6	60
5	10	6	80
6	16	10	90
7	25	16	100
8	35	25	120

La verifica deve riguardare anche il grado di isolamento dei cavi rispetto alla tensione di esercizio.

Per le prese di corrente, incassate o sporgenti, deve essere verificata che la distanza dell'asse geometrico delle spine risulti orizzontale e distante almeno 17,5 cm dal pavimento.

50.6.6 Verifica dei dispositivi di sezionamento e di comando

La norma **CEI 64-8** distingue quattro fondamentali funzioni dei dispositivi di sezionamento e di comando: sezionamento o interruzione per motivi elettrici, interruzione per motivi non elettrici, comando funzionale e comando di emergenza.

La verifica dei dispositivi di sezionamento lo scopo di accertare la presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando, al fine di consentire di agire in condizioni di sicurezza durante gli interventi di manutenzione elettrica ad altro sugli impianti e macchine.

In questa verifica dovranno essere controllati:

– l'interruttore generale, verificando la sua presenza all'inizio di ogni attività di impianto e la sua idoneità alla funzione di sezionamento;

– gli interruttori divisionali, verificando il loro numero e la loro idoneità alla funzione di sezionamento;

– gli interruttori di macchine installati in prossimità delle macchine pericolose per il pubblico e gli operatori (scale mobili, ascensori, nastri trasportatori, macchine utensili, impianti di lavaggio auto, ecc.).

La verifica dei dispositivi di comando per l'arresto di emergenza ha lo scopo di accertare la possibilità di potere agire sull'alimentazione elettrica per eliminare i pericoli dipendenti dal malfunzionamento di apparecchi, macchine o impianti.

In questa verifica dovranno essere controllati:

– gli interruttori d'emergenza a comando manuale, accertando la loro presenza a portata di mano nei pressi di macchine o apparecchi pericolosi;

– apparecchi d'emergenza telecomandati.

Devono essere oggetto di verifica:

a) interruttori, prese, quadri, scatole di derivazione, apparecchi illuminanti;

b) condutture;

c) involucri protetti;

d) numero dei poli degli interruttori;

e) interruttore generale;

f) impianto di messa a terra

50.6.7 Verifica dimensionamento componenti dell'impianto e apposizione dei contrassegni di identificazione

Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali. Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; inoltre si deve verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti

50.6.8 Collocazione ottimale dei terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione

Gli apparecchi elettrici, i quadri generali, i regolatori degli impianti di riscaldamento e condizionamento, nonché i campanelli, pulsanti di comando e i citofoni, devono essere per tipo e posizione planimetrica e altimetrica, tali da permettere un uso agevole anche da parte della persona su sedia a ruote; devono, inoltre, essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità, mediante l'impiego di piastre o pulsanti fluorescenti, ed essere protetti dal danneggiamento per urto. Gli interruttori inoltre devono essere azionabili con leggere pressioni e preferibilmente del tipo a tasto largo rispetto a quelli normali, per facilitare i portatori di handicap.

Le indicazioni contenute nel D.M. n. 236/1989 consigliano che i terminali degli impianti siano collocati a un'altezza compresa tra 40 e 140 cm dal pavimento. In particolare si ha:

– interruttori: altezza tra 60 e 140 cm (consigliata tra 75 e 140 cm);

– campanello e pulsante di comando: altezza tra 40 e 140 cm (consigliata tra 60 e 140 cm);

– pulsanti bottoniere ascensori: altezza tra 110 e 140 cm. Altezza consigliata per il pulsante più alto 120 cm;

– prese luce: altezza tra 45 e 115 cm (consigliata tra 60 e 110 cm);

– citofono: altezza tra 110 e 130 cm (consigliata 120 cm);

– telefono: altezza tra 100 e 140 cm (consigliata 120 cm).

I terminali degli impianti elettrici, in tutti gli ambienti, vanno collocati in posizione facilmente percettibile visivamente e acusticamente.

50.7 Prove di verifica e controlli

La prova consiste nell'effettuazione di misure o di altre operazioni per accertare l'efficienza dell'impianto. La misura è accertata mediante idonea strumentazione, le prove possono riguardare:

– prova della continuità dei conduttori di protezione compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari;

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

- misura della resistenza dell'isolamento dell'impianto elettrico;
- misura della resistenza d'isolamento dei pavimenti e delle pareti;
- verifica della separazione dei circuiti;
- verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- prova di polarità;
- prova di tensione applicata;
- prove di funzionamento alla tensione nominale;
- verifica della protezione contro gli effetti termici;
- verifica caduta di tensione.

50.7.1 Prova della continuità dei conduttori di protezione

La prova della continuità dei conduttori di protezione (norma **CEI 64-8**, art. 612.2) consiste nell'accertare la continuità dei conduttori di protezione (PE), del neutro con funzione anche di conduttore di protezione (PEN), dei collegamenti equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS) e sui conduttori terra (CT).

50.7.2 Prova di funzionamento alla tensione nominale

La prova di funzionamento alla tensione nominale (norma **CEI 64-8**, art. 612.9) ha lo scopo di verificare che le apparecchiature, i motori con i relativi ausiliari, i comandi e i blocchi funzionino regolarmente senza difficoltà né anomalie, sia in fase di spunto che di funzionamento gravoso.

Devono essere sottoposti a misure di tensione in ingresso tutti i quadri generali, i quadri principali e i quadri di zona e di reparto e tutte le macchine con potenza superiore a 10 kVA, gli impianti di illuminazione con lampada scarica sia a catodo caldo che a catodo freddo.

50.7.3 Prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva

La prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva (norma **CEI 64-8**, art. 612.9) ha lo scopo di accertare che i generatori e gli automatismi destinati a garantire l'alimentazione di apparecchi o parti d'impianto destinati alla sicurezza o alla riserva entrino tempestivamente in funzione fornendo valore di tensione, frequenza e forma d'onda conformi alle previsioni di progetto.

La prova è di carattere preliminare e serve a verificare la correttezza dell'installazione dei collegamenti.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- alimentatori non automatici, verificando i valori di tensione e forma d'onda secondo le previsioni di progetto;
- alimentatori automatici di continuità, verificando i valori di tensione di frequenza e forma d'onda progettuali anche nel periodo transitorio e di commutazione fra rete e alimentazione di sicurezza;
- alimentatori a interruzione breve, verificando il raggiungimento dei valori nominali di tensione di frequenza e forma d'onda nei limiti e nei tempi stabiliti dal progetto o da specifiche norme tecniche;
- alimentatori a interruzione lunga, verificando i valori di tensione, di frequenza e forma d'onda conformi al progetto assunti entro 15 secondi dall'alimentazione di rete.

La prova deve essere estesa a tutti i dispositivi di sicurezza e di riserva di sicurezza la cui messa in servizio deve essere provocata automaticamente per mancanza di tensione di rete escludendo i casi in cui occorre procedere a commutazione manuale.

50.7.4 Prova d'intervento degli interruttori differenziali

La prova d'intervento degli interruttori differenziali (norma **CEI 64-8**, art. 612.6.1 e 612.9) ha lo scopo di accertare il corretto funzionamento degli impianti protetti da interruttori automatici differenziali con l'impianto completo dei principali utilizzatori fissi.

La prova deve essere effettuata provando nel punto campionato una corrente controllata di dispersione pari a $0,5 I_{\Delta n}$, il differenziale non deve intervenire. Aumentando la corrente di dispersione fino a $1,1 I_{\Delta n}$, il differenziale deve intervenire.

50.7.5 Misura della resistenza d'isolamento dell'impianto

La misura della resistenza d'isolamento dell'impianto (norma **CEI 64-8**, art. 612.3) ha lo scopo di accertare che la resistenza d'isolamento di ciascun tronco di circuito compresa fra due interruttori sia adeguata ai valori prescritti dalle norme CEI.

La resistenza deve essere misurata a impianto sezionato tra ogni coppia di conduttori attivi e tra ogni conduttore attivo e la terra.

Gli utilizzatori fissi devono essere sezionati o scollegati. Nei sistemi TN-C il conduttore PEN va considerato come facente parte dell'impianto di terra. Se l'impianto comprende dispositivi elettronici, si esegue solo la misura d'isolamento tra i conduttori attivi collegati insieme e la terra.

50.7.6 Misura della resistenza del dispersore

a) dispersore di piccola e media estensione nei sistemi TT:

La misura della resistenza del dispersore (norma **CEI 64-8**, art. 612.6.2.) ha lo scopo di accertare che il valore della resistenza di terra sia adeguato alle esigenze d'interruzione delle correnti di guasto a terra.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- il dispersore principale scollegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che $R_T \leq 50/I_a$;
- il dispersore principale collegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che $R_T \leq 50/I_a$.

La resistenza del dispersore può essere misurata con strumenti che utilizzano il metodo voltamperometrico diretto o indiretto con tensione di alimentazione a vuoto di 125 ÷ 220 V elettricamente separata dalla rete con neutro a terra.

b) dispersore di grandi dimensioni:

La resistenza del dispersore può essere misurata con il metodo del dispersore ausiliario.

50.7.7 Misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto

La misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto (norma **CEI 64-8**, art. 612.6.3.) ha lo scopo di accertare che il valore dell'impedenza dell'anello di guasto sia adeguata alle esigenze d'interruzione della corrente di guasto a terra.

50.7.8 Misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro

La misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro e valutazione (per eccesso) della corrente presunta di corto circuito (norma **CEI 64-8**) ha lo scopo di accertare che il potere d'interruzione degli apparecchi destinati alla protezione contro il corto circuito non sia sufficiente.

La resistenza di corto circuito va misurata all'ingresso dei quadri, a monte dell'interruttore generale tra fase e neutro con il metodo a prelievo controllato di corrente.

50.7.9 Misura della caduta di tensione

La misura della caduta di tensione (ΔV), allo studio della norma **CEI-64-8**, art. 612.11, ha lo scopo di accertare che le cadute di tensione con l'impianto percorso dalle correnti d'impiego siano contenute entro il 4% qualora non sia stato diversamente specificato nel capitolato speciale d'appalto.

Le misure vengono effettuate con voltmetri elettrodinamici o elettronici aventi classe di precisione non inferiore a 1 quando l'impianto è regolarmente in funzione in orario di punta oppure con simulazione di carico equivalente alle condizioni nominali. Tutte le tensioni devono essere misurate contemporaneamente.

50.7.10 Calcoli di controllo

50.7.11 Controllo del coefficiente di stipamento

Il controllo del coefficiente di stipamento ha lo scopo di verificare la corretta posa in opera dei cavi, valutando se i parametri rispettano le prescrizioni della norma **CEI 64-8**.

L'analisi dovrà riguardare:

- condutture entro tubi incassati sotto intonaco: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condutture entro tubi a vista: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condotti circolari: il diametro interno del condotto deve essere almeno 1,8 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 15 mm;
- condutture in canalette, canali e passarelle a sezione non circolare: la superficie interna delle canalette e dei canali deve essere almeno il doppio della superficie retta occupata dal fascio di cavi.

I dati di calcolo vanno desunti dalle caratteristiche dimensionali nominali dei tubi e dei cavi elettrici.

Il cerchio e la sezione retta circoscritti ai fasci di cavi contenuti possono essere valutati sperimentalmente.

50.7.12 *Controllo del coordinamento fra correnti d'impiego e portate dei conduttori*

Il controllo ha lo scopo di verificare il corretto dimensionamento dei conduttori in relazione alle correnti d'impiego alle portate dei conduttori e i dispositivi di protezione contro i sovraccarichi installati.

L'analisi dovrà riguardare:

- i circuiti terminali di allacciamento di un solo utilizzatore;
- i circuiti dorsali o principali;
- le portate dei conduttori;
- la protezione dei conduttori dal sovraccarico nei casi previsti dalla norma **CEI 64-8**.

50.7.13 Controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi

Il controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi ha lo scopo di verificare che gli apparecchi installati siano idonei a funzionare e a sopportare le sollecitazioni termiche e elettrodinamiche che si verificano nel loro punto d'installazione durante un corto circuito.

ART.51 – IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE. VERIFICHE ILLUMINOTECNICHE

Le operazioni del collaudo illuminotecnico sono simili a quelle di un impianto elettrico e comprendono:

- esami a vista;
- rilievi strumentali;
- calcoli di controllo.

51.1 Esami a vista

L'esame a vista è condotto dal direttore dei lavori sulla base della documentazione di progetto, dovrà essere verificata la rispondenza degli apparecchi di illuminazione installati, completi di tutti gli accessori, siano rispondenti alle prescrizioni progettuali e in particolare del capitolato speciale d'appalto.

51.1.2 Impianti di illuminazione interna

Gli impianti di illuminazione interna vengono collaudati eseguendo misure dirette alla determinazione:

- dell'illuminamento medio e dell'uniformità;
- della luminanza nel campo visivo;
- dell'abbagliamento prodotto dall'impianto;
- del contrasto del testo stampato con inchiostro nero su carta bianca.

51.1.2 Misura dell'illuminamento medio

La misura dell'illuminamento medio e dell'uniformità ha lo scopo di accertare che i livelli e l'uniformità di illuminamento siano conformi alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto.

In particolare l'analisi deve riguardare:

a) impianti di illuminazione generale:

illuminamento massimo in lux \geq dati di progetto

lux max/lux min \leq dati di progetto;

b) impianti di illuminazione concentrata:

illuminamento medio sul piano interessato \geq dati di progetto;

c) impianti di illuminazioni esterna:

illuminamento minimo nell'area illuminata lux \geq dati di progetto

lux max/lux min \leq 4 (se il progetto non prevede condizioni più gravose).

La misura dell'illuminamento artificiale va eseguita in assenza totale di luce naturale; durante il giorno è perciò essenziale oscurare gli infissi con elementi in vetro.

L'illuminamento viene misurato mediante un reticolo, costruito in funzione dell'indice del locale ed eseguendo la misura al centro di ogni maglia.

La misurazione è eseguita mediante un luxmetro con precisione non inferiore a 5% posto in posizione orizzontale a 85-90 cm dal pavimento per attività da svolgere in piedi e all'altezza del compito visivo nel posto di lavoro, solitamente 75 cm. La cellula deve essere disposta perpendicolare alla direzione del flusso luminoso e la lettura deve essere effettuata a cellula ferma.

Tabella 84.1 – Valori di illuminamento raccomandati

Compito visivo	Ambiente	Illuminamento (Lux)
Visione generale	Scale, corridoi	70 – 100
Lavori manuali grossolani	Magazzini	100 – 200
Lettura, scrittura	Uffici	200 – 400
Disegno e lavori di precisione	Uffici tecnici, laboratori	oltre 500

51.1.3 Misura di luminanza nel campo visivo

La luminanza è misurata con il luminanzometro fissato su supporto orientabile e regolabile in altezza, sulle superfici, l'angolo di apertura dello strumento è solitamente $\leq 1^\circ$. Lo strumento deve puntato nella direzione di osservazione dell'utente durante l'attività lavorativa, eseguendo le misure:

- del compito visivo;
- dello sfondo che contiene il compito visivo;
- delle zone periferiche circostanti al compito visivo;
- verticali più lontane poste di fronte all'osservatore.

51.1.4 Abbagliamento

Il grado di abbagliamento (o indice di abbagliamento) è un parametro di tipo convenzionale per la valutazione dell'effetto provocato all'osservatore.

L'abbagliamento può essere valutato mediante appositi diagrammi relativi a ogni apparecchio che forniscono la luminanza limite di abbagliamento al variare dell'angolo visivo da 45° a 85°, riferito a ogni classe di qualità in corrispondenza al livello di illuminamento previsto. Il controllo dell'abbagliamento è eseguito sulla base della relazione geometrica tra l'apparecchio e l'osservatore rivolto verso lo stesso.

Tabella 84.2 – Classi di qualità per la limitazione dell'abbagliamento

Tipo di compito o attività	Grado di abbagliamento	Classe di qualità
Compiti visivi molto difficoltosi	1,15	A
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive elevate	1,5	B
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive normali	1,85	C
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive modeste	2,2	D
Per interni dove le persone non sono confinate in una posizione di lavoro precisa, ma si spostano da un posto all'altro esplicando compiti che richiedono prestazioni visive modeste	2,5	E

(Fonte: Cataliotti V. – Morana G., *Impianti elettrici di illuminazione*, Dario Flaccovio, Palermo 1998)

51.1.5 Misura del contrasto

Un importante fattore da controllare, in fase di verifica dell'impianto, è la resa del contrasto che può definirsi la valutazione dell'aspetto di due zone del campo visive viste simultaneamente.

Tabella 84.3 – Classi di qualità per la resa del contrasto (CIE, Publication, n. 29.2, 1986)

Classi di qualità per la resa del contrasto	CRF.R	Aree di applicazione per la lettura e scrittura
I	≥ 1,00	Interni ove si usano prevalentemente materiali lucidi, per esempio: sale per composizione tipografica
II	≥ 0,85	Materiali lucidi usati saltuariamente, per esempio: uffici e scuole normali
III	≥ 0,70	Interni dove i materiali sono normalmente diffondenti, per esempio: scuole e certi tipi di uffici

51.2 Impianti di illuminazione esterna

La verifica degli impianti di illuminazione esterna è basata su misure relative alla determinazione:

- illuminamento medio;
- abbagliamento prodotto,

sulla carreggiata stradale

La misura della luminanza sulla carreggiata, secondo le raccomandazioni CIE, devono essere eseguiti ai nodi un reticolo avente le seguenti prescrizioni:

- senso longitudinale, maglia con lato non superiore a un 1/3 dell'interdistanza tra i centri luminosi;
- senso trasversale, minimo due punti per ogni corsia di marcia.

La misura della luminanza è eseguita con un luminanzometro posto a un'altezza di cm 150 dalla carreggiata e con inclinazione di 1° al di sotto dell'orizzontale; l'illuminamento è misurato con un luxmetro in questo caso dotato di cupola diffondente.

91.2.1 Misura dell'abbagliamento

La misura dell'abbagliamento consiste nella misura della luminanza velante dovuta ai proiettori L_{vi} e della luminanza velante dovuta alla luce L_{va} . I valori degli indici vanno raccolti in tabelle.

La misura di L_{vi} può essere eseguita mediante:

- a) l'illuminamento E prodotto da tutte le sorgenti di luce misurato all'altezza dell'occhio in un piano perpendicolare alla direzione di osservazione considerata;
- b) misura degli angoli compresi fra la direzione di osservazione e le direzioni di provenienza della luce emessa da tutti gli apparecchi illuminanti.

Le misurazioni devono essere eseguite a cm 150 dal suolo. La misura dei proiettori installati su un sostegno va effettuata schermato l'apparecchio luminoso da tutte le radiazioni luminose non appartenenti al sostegno in oggetto. In caso di

proiettori disposti su file continue, si dividerà ogni fila in segmenti che sottendono angoli superiori a 5°, e per ciascuno di essi dovrà considerarsi una misura rivolta verso il suo centro. Durante le misure devono essere schermate le radiazioni luminose provenienti dai proiettori limitrofi.

51.2.3 Misura del colore della luce

La misura del colore della luce incidente l'area di gioco viene effettuata posizionando un colorimetro nei centri dei quattro quadranti in cui può suddividersi l'area di gioco, a un'altezza di cm 150 dal suolo.

ART.52 – IMPIANTI DI ANTIEFFRAZIONE E ANTINTRUSIONE

52.1 Norme di riferimento

Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati a regola d'arte in rispondenza alla legge 1° marzo 1968 n. 186. Si considerano a regola d'arte gli impianti di allarme realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico oggetto del progetto e precisamente:

- CEI 12-13** *Apparecchi elettronici e loro accessori collegati alla rete per uso domestico o analogo uso generale. Norme di sicurezza.*
- CEI 79-2** *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature.*
- CEI 79-3** *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione.*
Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione;
- CEI 79-4** *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per il controllo degli accessi.*
- CEI 64-8** *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata a 1.500 V in corrente continua.*
- CEI 64-9** *Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare.*
- CEI 64-10** *Impianti elettrici nei luoghi di spettacolo o di intrattenimento.*
- CEI 64-2** *Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio.*
- CEI S/423** *Impianti di terra negli edifici civili. Raccomandazioni per l'esecuzione.*
- CEI 103-1** *Impianti telefonici interni.*
- CEI 64-50=UNI 9620** *Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.*

Inoltre vanno rispettate le disposizioni della legge n. 818/1984 per quanto applicabili.

52.2 Prove sulle apparecchiature

Al fine di garantire la piena funzionalità di esercizio e ai sensi dell'art. 2 della legge 18 ottobre 1977 n. 791, che richiede l'utilizzo di materiale costruito a regola d'arte, tutti i dispositivi di rivelazione, segnalazione locale/remota (teletrasmissione), nonché di controllo (accessi, televisione a circuito chiuso), dovranno rispondere alle norme **CEI 79-2, 79-3 e 79-4**.

Per attestare la rispondenza alle sopraddette norme, dette apparecchiature dovranno riportare il previsto marchio di conformità, ove previsto dalle stesse.

Qualora l'apparecchiatura da impiegare non sia contemplata nelle sopraelencate norme, ma esistano norme di riferimento a livello europeo (CENELEC) oppure internazionale (IEC) essa dovrà essere munita di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore; in ogni caso dovrà essere garantita la sicurezza d'uso: a tal riguardo tutte le apparecchiature elettriche collegate alle linee di alimentazione in bassa tensione (trasformatori, interruttori, fusibili, ecc.), dovranno essere conformi alle **CEI 12-13**; tale rispondenza dovrà essere certificata da apposito attestato di conformità rilasciato da parte degli organismi competenti degli stati membri della CEE, oppure da dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.

Tutte le apparecchiature dovranno essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione.

52.3 Caratteristiche tecniche degli impianti

Per quanto attiene alla esecuzione e alla dotazione di impianti sia per gli edifici di tipo residenziale sia per quelli non a carattere residenziale, il sistema di sicurezza dovrà essere realizzato con un livello di prestazione, definito di volta in volta dal progetto in funzione della particolare destinazione d'uso e ai beni da proteggere presenti (in caso di insufficienza o incompletezza del progetto si farà specifico riferimento alle norme **CEI 79-3 e 79-3 V1**).

52.4 Verifiche

Le verifiche da effettuare a cura del direttore dei lavori degli impianti antieffrazione, antintrusione e antifurto sulla base della documentazione fornita sono:

- a) controllo dell'elenco dei materiali installati e delle relative caratteristiche tecniche;



Azienda Trasporti Messina

Lavori di manutenzione preventiva e correttiva agli impianti di armamento ed elettrici della linea tranviaria, della sede e del deposito, tranviario di A.T.M. Messina, nonché il pronto intervento e soccorso in linea e le forniture necessarie alla continuità e sicurezza del servizio tranviario.

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

- b)* controllo a vista del posizionamento, fissaggio e accessibilità della centrale di gestione, dei singoli rilevatori e ogni altro dispositivo competente il sistema, con ulteriore verifica della conformità a livello di prestazione richiesta;
- c)* controllo dello schema di localizzazione dei cavi e degli schemi dei collegamenti, verifica della completezza della documentazione tecnica e dei manuali d'uso e tecnici;
- d)* calcolo teorico dell'autonomia di funzionamento dell'impianto sulla base degli assorbimenti, del tipo delle batterie e del dimensionamento degli alimentatori installati;
- e)* controllo operativo delle funzioni concordate e in particolare:
 - risposta dell'impianto a eventi di allarme;
 - risposta dell'impianto a eventi temporali;
 - risposta dell'impianto a interventi manuali.

52.5 Istruzioni per la manutenzione

Per garantire l'indispensabile continuità di funzionamento degli impianti devono essere fornite le istruzioni per la loro manutenzione che devono prevedere come minimo l'effettuazione di due visite ordinarie di ispezione all'anno, a partire dalla data di collaudo, da parte di personale specializzato che interverrà su programma di manutenzione preventiva ovvero su chiamata straordinaria. In fase di manutenzione preventiva dovranno essere effettuate tutte le operazioni di verifica necessarie per il controllo del buon funzionamento dell'impianto in generale, e in particolare:

- a)* il funzionamento della centrale di gestione con particolare riguardo alle segnalazioni ottiche e all'attivazione dei mezzi di allarme;
- b)* l'efficienza dell'alimentare e lo stato di carica delle batterie;
- c)* la sensibilità e la portata dei rilevatori;
- d)* l'efficienza degli organi di segnalazione d'allarme e di comando dei mezzi di trasmissione degli allarmi e di ogni altro dispositivo componente il sistema



Azienda Trasporti Messina

Lavori di manutenzione preventiva e correttiva agli impianti di armamento ed elettrici della linea tranviaria , della sede e del deposito, tranviario di A.T.M. Messina, nonché il pronto intervento e soccorso in linea e le forniture necessarie alla continuità e sicurezza del servizio tranviario. .

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

CAPITOLO IV

NORME PER LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

ART.53 – SCAVI

53.1 Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie.

53.2 Scavi di fondazione o in trincea

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati e a sezione ristretta per la posa di condutture in genere, manufatti sotto il piano di campagna, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere eseguiti fino alla profondità di progetto o a quella disposta dalla direzione dei lavori. All'appaltatore non verranno pagati i volumi di scavo derivanti da maggiori sezioni rispetto a quelle progettuali, soprattutto se dipendenti da inidonea sbadacchiatura o armatura dello scavo stesso.

L'appaltatore dovrà eseguire le opere di fondazione o posare le condotte dopo l'accettazione del scavi da parte della direzione dei lavori.

Per quanto riguarda la posa delle condotte, in particolare per quelle fognarie, l'appaltatore dovrà, prima dell'inizio dei lavori, effettuare il controllo e il coordinamento delle quote altimetriche delle condotte esistenti alle quali la tubazione da collocare dovrà collegarsi. Pertanto l'impresa sarà tenuta a presentare alla direzione dei lavori la planimetria e profilo del terreno con le quote dei ricettori finali, di eventuali interferenze con altri manufatti, di capisaldi planimetrici e di quota aggiuntivi di infittimento o spostati rispetto a quelli di progetto che fossero insufficienti o potessero essere danneggiati dalle macchine operatrici durante l'esecuzione dei lavori. Il prezzo dello scavo comprenderà l'onere dell'allargamento per la formazione delle nicchie laterali e sul fondo in corrispondenza dei giunti per l'accurata ispezione delle giunzioni stesse in fase di prova di tenuta.

Gli scavi dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che della posa di condotte.

L'appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellamenti e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla direzione dei lavori.

53.3 Scavi subacquei

Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino a una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Gli scavi subacquei saranno valutati con un sovrapprezzo in aggiunta agli scavi di fondazione per tenere conto degli aggotamenti ed esaurimenti dell'acqua presente con qualsiasi mezzo l'appaltatore ritenga opportuno eseguirli.

Per i prosciugamenti praticati durante la esecuzione delle murature, l'appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti a evitare il dilavamento delle malte.

53.4 Scavi di gallerie, cunicoli e pozzi

Il volume degli scavi per gallerie, cunicoli e pozzi dovrà essere valutato geometricamente in base alle sezioni prescritte per ciascun tratto. Ogni eventuale maggiore scavo non verrà pagato all'appaltatore, il quale è obbligato a eseguire a sue spese il riempimento di tali vani, con muratura o altro materiale accettato da direttore dei lavori, che in conseguenza della maggiore escavazione, si formassero tra le opere o i manufatti e il terreno.

Nel caso in cui si verificassero frane, oppure naturali rilasci, di volume mediamente superiore ai 5,00 m³ per ciascun metro lineare del tratto di galleria lungo il quale la frana o il rilascio si è prodotto, il prezzo speciale contrattuale si applicherà alla parte eccedente detto volume ed esclusivamente a essa.

Il volume di tali frane o rilasci di terreno dovrà essere misurato dal volume del vuoto o fornello formatosi; e quando le frane non lascino dietro di loro un vuoto ben determinato, se ne potrà valutarne il volume desumendolo da quello delle

materie asportate ridotto di un quarto, e dal quale si è dedotto il quantitativo di scavo, di galleria o cunicolo, corrispondente al tratto nel quale si sono verificati gli scoscendimenti.

Non sarà corrisposto alcun compenso quando i rilasci o frane siano riconosciuti imputabili all'appaltatore o per la poca diligente condotta dei lavori, o per deficienza di armature e puntellamenti, o per l'inosservanza delle prescrizioni impartite dalla direzione dei lavori; in tal caso l'appaltatore stesso, oltre allo sgombrò delle materie franate, è in obbligo di eseguire a sue spese tutte le riparazioni eventualmente occorrenti.

Qualora si ritenga opportuno di variare le dimensioni o la forma delle murature di rivestimento, per modo che ne consegua la necessità di procedere a disarmi parziali o a rilevaggi per ingrandire la sezione dello scavo, questo maggiore scavo, sempre che effettivamente ordinato dalla direzione dei lavori, è da valutare al prezzo contrattuale per gli scavi di gallerie e cunicoli, senza diritto dell'appaltatore di pretendere ulteriori compensi.

I prezzi degli scavi di gallerie si riferiscono a materie di qualsiasi natura e consistenza, compresa la roccia di qualunque durezza, quali che fossero i mezzi d'opera impiegati per la loro escavazione; nei prezzi stessi è compreso ogni onere per la spaccatura e asportazione di massi e di ogni altro materiale che si rinvenga negli scavi.

Coi prezzi in genere per gli scavi in galleria si intendono compensate le spese tutte che l'appaltatore deve sostenere:

- 1) per tutte le puntellature, sbatacchiature e armature di qualunque importanza che possano occorrere, anche se direttamente ordinate dalla direzione dei lavori, per la perdita parziale o totale del legname impiegato;
- 2) per tutte le impalcature e ponti provvisori, per il trasporto in rilevato o a rifiuto dei materiali di risulta dagli scavi, per passaggi e attraversamenti;
- 3) per prosciugamenti ed esaurimenti d'acqua, di qualunque importanza, e per l'esecuzione degli scavi in presenza di acqua;
- 4) per la preparazione del suolo ove dovranno depositarsi le materie di risulta dagli scavi, lo spandimento e la regolarizzazione delle materie stesse;
- 5) per la illuminazione ventilazione della galleria e per ogni assistenza agli operai;
- 6) per ogni altra spesa occorrente per la esecuzione degli scavi secondo le prescrizioni progettuali e quelle impartite direzione dei lavori.

I prezzi della tariffa per gli scavi in galleria con perforazione meccanica comprendono e compensano l'appaltatore anche di tutte le spese occorrenti per i relativi impianti e il loro esercizio. Tali prezzi sono applicabili solo quando la perforazione meccanica sia tassativamente prescritta o venga ordinata dalla direzione dei lavori. Quando la perforazione meccanica venga applicata per sola iniziativa dell'appaltatore, gli scavi verranno esclusivamente valutati coi prezzi relativi alla perforazione ordinaria.

Quando, per cause indipendenti dall'impresa, occorra addivenire anche più di una volta a ricostruzioni parziali o totali delle gallerie, lo scavo e la demolizione delle murature occorrenti per tali ricostruzioni sono misurati e pagati nello stesso modo e con gli stessi prezzi stabiliti dalla tariffa dei lavori di prima costruzione.

53.5 Oneri aggiunti per gli scavi

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli scavi in genere l'appaltatore si deve ritenere compensato per i seguenti altri eventuali oneri:

- 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 e anche in presenza d'acqua;
- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro o a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle 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 o altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto esecutivo;
- per puntellature, sbadacchiature e armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato speciale d'appalto, compresi le composizioni, scomposizioni, estrazioni e 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 sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

53.6 Misurazione degli scavi

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col 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 col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con 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 a esso del relativo prezzo di elenco.

53.7 Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali

I disfacimenti e i ripristini delle massicciate e delle pavimentazioni saranno valutati a metro quadrato, assumendo per la misura di tali lavori un larghezza pari a quella convenzionalmente stabilita per gli scavi, maggiorata di cm 30. Verranno dedotte le superfici corrispondenti a rotaie, bocchette, chiusini, soglie e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata.

Gli scavi in cassonetto per il ripristino delle massicciate verranno valutati separatamente a metro cubo, considerando una larghezza di scavo pari a quella convenzionale sopra stabilita e la profondità effettiva del cassonetto ordinato dalla direzione dei lavori.

ART. 54- ARMAMENTO

54.1 Costruzione di binari

Costruzione di binario da eseguirsi lungo l'intero tracciato sia in linea che in sede propria che a raso negli incroci stradali, in rettilineo o in curva nel binario di corsa e nel binario di raccordo al fabbricato del rimessaggio ed officina, e all'interno del predetto.

L'opera sarà compensata per metro lineare di binario misurato lungo l'asse senza alcun compenso per le parti in curva e nei deviatori i cui oneri sono compresi e compensati nel prezzo del binario:

Art.55– Rilevati, rinterri e vespai

55.1 Rilevati

Il volume dei rilevati e dei rinterri sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento.

55.2 Rinterri

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.

55.3 Preparazione del piano di posa dei rilevati

La preparazione del piano di posa dei rilevati, compresi il taglio e l'asportazione di piante, arbusti, basso bosco, ceppai e vegetazione in genere, l'asportazione del terreno vegetale per uno spessore non inferiore a 30 cm (da computare nel calcolo dei volumi), il riempimento con idonei materiali dei vuoti lasciati dalle parti asportate, ecc., sarà compensata per ogni metro quadrato di superficie preparata.

55.4 Riempimento con misto granulare

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

55.5 Paratie di calcestruzzo armato

Saranno valutate per la loro superficie effettiva misurata tra le quote di imposta delle paratie stesse e la quota di testata della trave superiore di collegamento.

Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri per la trivellazione, la fornitura e il getto del calcestruzzo, la fornitura e posa del ferro d'armatura, la formazione e successiva demolizione delle corree di guida nonché la scapitozzatura, la formazione della trave superiore di collegamento, l'impiego di fanghi bentonitici, l'allontanamento dal cantiere di tutti i materiali di risulta e gli spostamenti delle attrezzature.

55.6 Vespai

Nei prezzi dei vespai è compreso ogni onere per la fornitura di materiali e posa in opera come prescritto nelle norme sui modi di esecuzione.

La valutazione sarà effettuata al metro cubo di materiali in opera.

ART.56 – MURATURE, CALCESTRUZZI, SOLAI, IMPERMEABILIZZAZIONI

56.1 Calcestruzzi

I calcestruzzi per fondazioni e le strutture costituite da getto in opera, saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni previste dal progetto esecutivo, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

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'armatura ad aderenza migliorata verrà compensata a parte.

56.1.2 Casseformi

Le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computate a metro quadrato.

56.2 Acciaio per armature e reti elettrosaldate

56.2.1 Acciaio per c.a.

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata, per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo, nonché la rete elettrosaldata, opportunamente sagomate e collocate in opera secondo le quantità del progetto esecutivo delle strutture in c.a., 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.

56.3 impermeabilizzazioni, ecc.

56.3.1 Impermeabilizzazioni

Le impermeabilizzazioni con malta di asfalto, bitume, guaina prefabbricata a base di bitume, membrana composita, ecc, dello spessore minimo e caratteristiche rispondenti a quelle indicato nell'elenco prezzi o nei disegni progettuali esecutivi, sarà compensata:

- a metro quadrato, per le superfici piane;
- a metro quadrato di proiezione orizzontale per le superfici inclinate.

56.3.2 Isolamento termo-acustico di pareti verticali o intercapedini di murature, solai, terrazzi, ecc.

L'isolamento termo-acustico di pareti verticali, intercapedini di murature, solai, terrazze realizzate con pannelli rigidi, posti in opera con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e le dimensioni minime progettuali, sarà compensato a metro quadrato di superficie isolata.

56.3.3 Massetto isolante

Il massetto isolante posto in opera a qualunque altezza nel rispetto di eventuali pendenze, con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e le dimensioni minime illustrate nel progetto esecutivo, sarà compensate a metro cubo.

56.3.4 Misurazione delle coibentazioni

Per altre indicazioni circa la misurazione delle coibentazioni di tubazioni, apparecchi e serbatoi, non previste espressamente, si rimanda alla norma **UNI 6665**.

56.4.Lavori in metallo

56.4.1 Ringhiere e cancellate semplici

Le ringhiere e cancellate, con profilati di ferro scatorali o pieni e con disegni semplici e lineari, saranno valutate a peso.



Azienda Trasporti Messina

Lavori di manutenzione preventiva e correttiva agli impianti di armamento ed elettrici della linea tranviaria, della sede e del deposito, tranviario di A.T.M. Messina, nonché il pronto intervento e soccorso in linea e le forniture necessarie alla continuità e sicurezza del servizio tranviario.

DISCIPLINARE TECNICO - VOLUME 2

56.4.2 Ringhiere e cancellate con ornati

Le ringhiere e cancellate di ferro con ornati o con disegni particolarmente complessi saranno valutate a corpo.

56.5 Pavimenti e rivestimenti

56.6 Tinteggiature, coloriture e verniciature

56.6.1 Opere in ferro semplici e senza ornati

Per le opere in ferro semplici e senza ornati, si pagherà la superficie geometrica circoscritta vuoto per pieno misurata su di una sola faccia, ritenendo così compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione.

56.6.2 Opere in ferro con ornati

Per le opere in ferro con ornati, sarà computata due volte l'intera loro superficie geometrica circoscritta vuoto per pieno, misurata con le norme e con le esclusioni di cui al punto precedente.

56.6.3 Serrande metalliche

Per le serrande metalliche si applicherà la norma di cui al punto precedente.

56.7 Infissi

56.7.1 Modalità di misurazione delle superfici

La superficie degli infissi, qualora non espressamente o non chiaramente indicata nell'elenco prezzi, sarà misurata considerando le luci nette

(oppure)

La superficie degli infissi, qualora non espressamente o non chiaramente indicata nell'elenco prezzi, sarà misurata considerando le luci fra i telai.

(oppure)

La superficie degli infissi, qualora non espressamente o non chiaramente indicata nell'elenco prezzi, sarà misurata considerando la luce massima tra le mostre.

I prezzi elencati comprendono la fornitura a piè d'opera dell'infisso e dei relativi accessori (serrature, maniglie e cerniere), l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione e la posa in opera.

56.7.2 Infissi in metallo

La fornitura e collocazione di infissi di alluminio, compreso telai, coprifili, ferramenta e maniglie. elementi in vetro (vetro-camera, vetro normale, vetro di sicurezza), pannelli, ecc., sarà valutata a metro quadrato.

ART. 57 – IMPIANTI ELETTRICI

57.1 Impianti elettrici Elenco prezzi

Nei prezzi di elenco dei singoli elementi degli impianti elettrici sono compresi e compensati tutti gli oneri derivanti dalle necessità di eseguire lavori in più riprese per poter seguire le diverse fasi di sistemazione della sede e dell'armamento e gli oneri per i tagli a misura, le piegature e sagomature dei fili, trefoli, corde e tondini, e per tutti gli altri lavori accessori per dare ciascuna unità di misura dei lavori da eseguire completamente finita.

E' a carico dell'Impresa aggiudicataria la provvista e l'azionamento dei gruppi elettrici, la fornitura delle vernici, per le voci in cui cio' e' esplicitamente stabilito, del carburante e lubrificante per l'esecuzione delle saldature elettriche da eseguire in base all'Elenco dei Prezzi e cio' anche se detti oneri non sono specificatamente richiamati nelle rispettive voci, sono compresi e compensati gli oneri per tutte le operazioni di composizione e montaggio dei materiali forniti scomposti nei singoli pezzi occorrenti per la formazione dei vari complessi da mettere in opera salvo diverse indicazioni specificate nelle singole voci di Elenco, restano sempre a carico dell'Impresa aggiudicataria tutti gli oneri derivanti per il trasporto dal luogo di fornitura dei materiali fino a pie' d'opera, con qualunque mezzo, le varie manipolazioni (cerniere, carico, scarico, trasbordi, ecc.) la posa in opera e l'eliminazione dal cantiere di quanto esubera (bobine vuote) a fine della relativa posa in opera.

57.2 Quadri elettrici relativi alle centrali, tubi protettivi, ecc.

I quadri elettrici relativi alle centrali, i tubi protettivi, le linee elettriche di alimentazione e di comando delle apparecchiature, le linee di terra e i collegamenti equipotenziali sono valutati nel prezzo di ogni apparecchiatura a piè d'opera alimentata elettricamente.

57.3 Canalizzazioni e cavi

I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre, il piatto di ferro zincato per le reti di terra, saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno e il relativo fissaggio a parete con tasselli a espansione.

I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati.

Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda e i marca cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.

I terminali dei cavi a MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.

I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo 30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm², morsetti fissi oltre tale sezione.

Le scatole, le cassette di derivazione e i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione.

Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta, in quelle dei box telefonici sono comprese le morsettiere.

57.4 Apparecchiature in generale e quadri elettrici

Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti.

Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di:

- superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
- numero e caratteristiche degli interruttori, contattori, fusibili, ecc.

Nei quadri la carpenteria comprenderà le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere le apparecchiature, le etichette, ecc.

Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori e i contattori da quadro, saranno distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie quali:

- a) il numero dei poli;
- b) la tensione nominale;
- c) la corrente nominale;
- d) il potere di interruzione simmetrico;
- e) il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello); comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per dare l'interruttore funzionante.

I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità. Sono comprese le lampade, i portalampe e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I frutti elettrici di qualsiasi tipo saranno valutati a numero di frutto montato. Sono escluse le scatole, le placche e gli accessori di fissaggio che saranno valutati a numero.

57.5 Rete Aerea - Filo di Contatto

La rete aerea (tiranteria) e filo di contatto sia per la parte retta che per la parte curva saranno compensati con il prezzo di cui all'elenco in base alla proiezione orizzontale fra gli assi di sostegni di estremità, senza tenere conto di frecce o variazioni.

Per le parti deviate relative ai flussi e ad inversioni di marcia verra' considerata la misura effettiva della tratta deviata, sempre misurata lungo un asse orizzontale.

Analogo criterio verra' adottato per la parte relativa a linea aerea e filo di contatto all'interno del fabbricato destinato a rimessaggio ed officina.

57.6 Blocchi di calcestruzzo - Pali e mensole

I blocchi per sostegno dei pali e per ormeggi dei tiranti a terra in conglomerato cementizio completi di armature in ferro saranno compensati secondo il prezzo contenuto nell'Elenco.

Nei prezzi e' compresa la formazione della cassetta per la carpenteria comprensiva di tutti i materiali occorrenti per la esecuzione e quanto necessario per la protezioni delle superfici.

Il volume di ciascun blocco sara' valutato prendendo in considerazione le misure geometriche dei parallelepipedi comparenti in ciascun blocco, senza detrazione per i vani da occupare con i tubi. Sono pero' compresi gli oneri compensati nel prezzo a tutti i lavori e prestazioni per la formazione dei fori e per l'infissione dei pali e le casseformi per la parte dei blocchi fuori terra, la ripassatura dei fori per evitare che all'atto dell'infissione i pali siano stati ingombrati da materie estranee, e ove sia necessario la sagomatura per il raccordo con cunette, muri o altro manufatto contiguo al blocco da posare

E' compreso nel prezzo l'onere per l'esatto ed appropriato allineamento dei blocchi in opera.

Pali e mensole saranno valutate secondo i prezzi dell'Elenco.

57.7 Circuito di terra

Il circuito di terra sara' compensato con il prezzo previsto nell'Elenco e saranno compresi nello stesso tutti gli oneri per le saldature delle soprapposizioni.

Sono compresi anche tutti gli oneri relativi alle diverse misure di resistenza in ogni punto dell'intero insieme delle opere. Le misure dovranno essere effettuate in contraddittorio con gli incaricati della Direzione Lavori.

L'Impresa aggiudicataria dovra' provvedere a mettere a disposizione tutti gli strumenti di misura necessari.

La lunghezza delle corde sara' computata lungo l'asse del binario come differenze progressive dei pali o dei frontali iniziali e finali.

57.8 Opere di assistenza agli impianti

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:

- scarico dagli automezzi e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce per la posa di tubazioni, cassette di derivazione, ecc., per impianti (idrico-sanitario, elettrico, riscaldamento, climatizzazione, ecc.), predisposizione e formazione di fori, nicchie per quadri elettrici, collettori, ecc.;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie;
- fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti;
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, la interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- i materiali di consumo e i mezzi d'opera occorrenti per l'esecuzione degli impianti;
- il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
- scavi e rinterrati relativi a tubazioni o apparecchiature poste interrate;
 - ponteggi di servizio interni ed esterni.

ART. 58 TUBAZIONI, POZZETTI PREFABBRICATI, PEZZI SPECIALI, APPARECCHIATURE E IMPIANTI

58.1 Posa in opera di tubazioni

La fornitura e posa in opera di tubazioni saranno valutati a metro lineare a seguito di misurazione effettuata in contraddittorio sull'asse delle tubazioni posate, senza tenere conto delle parti sovrapposte, detraendo la lunghezza dei tratti innestati in pozzetti o camerette.

58.2 Pezzi speciali per tubazioni

I pezzi speciali per la posa in opera di tubazioni (flange, flange di riduzione, riduzioni, curve, gomiti, manicotti, riduzioni, tazze, tappi di chiusura, piatti di chiusura, ecc.) saranno compensati a numero.

58.3 Valvole, saracinesche

Le valvole e le saracinesche varie saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche e dimensioni.

Nel prezzo sono compresi anche i materiali di tenuta.

58.4 Pozzetti prefabbricati

I pozzetti prefabbricati saranno pagati a elemento componente (elemento di base, elemento di sopralzo, piolo in acciaio rivestito, soletta di copertura, raggiungi quota, chiusino, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

58.5 Caditoie prefabbricate

Le caditoie prefabbricate saranno pagate a elemento componente (elemento di base, anello di prolunga, anello d'appoggio, cestello in acciaio zincato, chiusino in ghisa sferoidale, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

58.6 Apparecchiature impianti

Le apparecchiature degli impianti saranno valutati a numero e secondo le caratteristiche costruttive in relazione alle prescrizioni contrattuali.

ART. 59 OPERE STRADALI E PAVIMENTAZIONI VARIE**59.1 Cigli e cunette**

I cigli e le cunette in calcestruzzo, ove in elenco non sia stato previsto prezzo a metro lineare, saranno pagati a *metro cubo*, comprendendo nel prezzo ogni magistero per dare le superfici viste rifinite fresche al fratazzo.

59.2 Carreggiata**59.2.1 Compattazione meccanica dei rilevati**

La compactazione meccanica dei rilevati sarà valutata a metro cubo, quale compenso in aggiunta a quello per la formazione dei rilevati.

59.2.2 Massicciata

La ghiaia e il pietrisco e in generale tutti i materiali per massicciate stradali si valuteranno a metro cubo.

Normalmente la misura dovrà effettuarsi prima della posa in opera; il pietrisco o la ghiaia verranno depositati in cumuli regolari e di volume il più possibile uguale lungo la strada, oppure in cataste di forma geometrica; la misurazione a scelta della direzione dei lavori verrà fatta o con canne metriche, oppure col mezzo di una cassa parallelepipedica senza fondo che avrà le dimensioni di 1,00 m x 1,00 m x 0,50 m.

All'atto della misurazione sarà in facoltà della direzione dei lavori di dividere i cumuli in tante serie ognuna di un determinato numero, e di scegliere in ciascuna serie il cumulo da misurare come campione.

Il volume del cumulo misurato sarà applicato a tutti quelli della corrispondente serie e se l'impresa avrà mancato all'obbligo della uguaglianza dei cumuli dovrà sottostare al danno che per avventura le potesse derivare da tale applicazione.

Tutte le spese di misurazione, comprese quelle della fornitura e trasporto della cassa, e quelle per lo spandimento dei materiali, saranno a carico dell'impresa e compensate coi prezzi di tariffa della ghiaia e del pietrisco.

Quanto sopra vale anche per i rimanenti materiali di massicciata, ghiaia e pietrisco di piccole dimensioni che potessero occorrere per le banchine di marciapiedi, piazzali e altro, e per il sabbione a consolidamento della massicciata, nonché per le cilindature, bitumature, quando la fornitura non sia compresa nei prezzi di questi lavori, e per qualsiasi altro scopo.

Potrà anche essere disposta la misura in opera con convenienti norme e prescrizioni.

59.2.3 Impietramento od ossatura

L'impietramento per sottofondo di massicciata verrà valutato a metro quadrato della relativa superficie e, con i prezzi di elenco stabiliti a seconda delle diverse altezze da dare al sottofondo, l'impresa s'intende compensata di tutti gli oneri e obblighi necessari.

La misura e il pagamento possono riferirsi a volume misurato in opera o in cataste.

59.2.4 Cilindratura di massicciata e sottofondi

Il lavoro di cilindratura di massicciate con compressore a trazione meccanica sarà pagato in ragione di metro cubo di pietrisco cilindrato, qualunque sia la larghezza della striscia da cilindrare.

Con i prezzi di elenco relativi a ciascuno dei tipi di cilindature s'intenderà compensata ogni spesa per noli, trasporto dei compressori a piè d'opera all'inizio del lavoro e per ritornare poi in rimessa, sia per ricovero durante la notte che nei periodi di sosta.

La cilindratura di sottofondo, qualora venga ordinata sarà pagata in ragione di metri cubi di sottofondo in opera, col prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli oneri principali ed eventuali di cui sopra (oppure a superficie cilindrata col prezzo di elenco).

Le cilindature possono essere previste anche a tonnellata-chilometro, e con prestazioni in economia, per lavori in economia, o per esecuzioni di pavimentazioni, applicazioni di manti superficiali, ecc. per i quali non sia compreso nel prezzo l'onere delle cilindature, nei quali casi si stabiliranno le necessarie prescrizioni, modo di misura e prezzo.

59.2.5 Fondazioni e pavimentazioni in conglomerato cementizio; fondazioni in terra stabilizzata

La valutazione per le fondazioni e pavimentazioni in conglomerato cementizio e fondazioni in terra stabilizzata è sarà valutata a metro cubo di opera finita. Il prezzo a metro cubo della fondazione e pavimentazione in calcestruzzo comprende tutti gli oneri per:

- studio granulometrico della miscela;
- la fornitura e stesa di un centimetro di sabbia quale letto di posa del calcestruzzo, e dello strato di cartone catramato isolante;
- la fornitura degli inerti delle qualità e quantità prescritte dal capitolato, nonché la fornitura del legante e dell'acqua;
- il nolo del macchinario occorrente per la confezione, il trasporto e posa in opera del calcestruzzo;
- la vibrazione e stagionatura del calcestruzzo;
- la formazione e sigillatura dei giunti;
- tutta la mano d'opera occorrente per i lavori suindicati, e ogni altra spesa e onere per il getto della lastra, ivi compreso quello del getto in due strati, se ordinato.

Lo spessore sarà valutato in base a quello prescritto con tolleranza non superiore ai 5 mm purché le differenze si presentino saltuariamente e non come regola costante. In questo caso non si terrà conto delle eccedenze, mentre si dedurranno le deficienze riscontrate.

Per armatura del calcestruzzo verrà fornita e posta in opera una rete d'acciaio a maglie che verrà valutata a parte, secondo il peso unitario prescritto e determinato in precedenza a mezzo di pesatura diretta.

Anche per le fondazioni in terra stabilizzata valgono tutte le norme di valutazione sopra descritte. Si precisa a ogni modo che il prezzo comprende:

- gli oneri derivanti dalle prove preliminari necessarie per lo studio della miscela nonché da quelle richieste durante l'esecuzione del lavoro;
- la eventuale fornitura di terre e sabbie idonee alla formazione della miscela secondo quanto prescritto o richiesto dalla direzione dei lavori;
- il macchinario e la mano d'opera necessari e quanto altro occorra come precedentemente descritto.

59.2.6 Trattamenti protettivi delle pavimentazioni – manti di conglomerato – pavimentazioni di cemento

I trattamenti superficiali, le penetrazioni, i manti di conglomerato, le pavimentazioni cementizie e in genere qualunque tipo di pavimentazione di qualsiasi spessore verranno compensati a metro quadrato di superficie trattata.

Per i conglomerati, ove l'elenco dei prezzi lo prescriva, la valutazione sarà fatta a volume. Qualora i quantitativi di legante o di materiale di aggregazione stabiliti variassero, ovvero, nel caso di manti a tappeto o a conglomerati a masse aperte o chiuse da misurarsi a superficie, si modificassero gli spessori, si farà luogo alle relative detrazioni analogamente a come su espresso. I cordoli laterali (bordi), se ordinati, saranno valutati a parte.

59.2.7 Acciottolati, selciati, lastricati, pavimentazioni in cemento, di porfido

Gli acciottolati, i selciati, i lastricati e le pavimentazioni in cubetti saranno pagati a metro quadrato di superficie realizzata.

59.2.8 Pavimentazioni di marciapiedi

Le pavimentazioni di marciapiedi saranno compensate a metro quadrato di superficie realizzata.

59.2.9 Soprastrutture stabilizzate

Le soprastrutture in terra stabilizzata, in terra stabilizzata con cemento, in terra stabilizzata con legante bituminoso, in pozzolana stabilizzata con calce idrata, verranno valutate a metro quadrato di piano viabile completamente sistemato.

59.2.10 Conglomerati bituminosi

I conglomerati bituminosi posti in opera previa spanditura dell'emulsione bituminosa, stesa del materiale e successivo costipamento mediante rullatura, saranno valutati per ogni metro quadrato e per ogni cm di spessore finito.