

POTENZIAMENTO ED ESTENDIMENTO DELL'ACQUEDOTTO A SERVIZIO DELLA FRAZIONE DI SANT'ANDREA IN VILLIS - COMUNE DI FANO (PU) - CIG 7027845927

PROGETTO ESECUTIVO

INDICE	DATA	MODIFICHE	DISEGN.	CONTR.	APPROV.
CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO CAPO II: Specifiche tecniche					
I PROGETTISTI: Dott. Ing. Beatrice Majone Dott. Ing. Denis Cerlini Dott. Ing. Nicola Pessarelli Dott. Ing. Luca Pezzoli Dott. Ing. Marta Mirabella			HANNO COLLABORATO: Dott. Ing. Marina Simonetti Dott. Ing. Fabio Castellano		
			SCALA: -		
			DISEGNO: FSA 3.09/2		
					
			Luglio 2020		

INDICE

1. NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	7
1.1 GENERALITÀ	7
1.2 ORDINE DA TENERSI NELL'AVANZAMENTO LAVORI	7
1.3 LAVORI ESEGUITI AD INIZIATIVA DELL'IMPRESA	8
1.4 PREPARAZIONE DELL'AREA DI CANTIERE E DEI LAVORI	8
2. CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI	9
2.1 GENERALITÀ	9
2.2 ACQUA	9
2.3 LEGANTI IDRAULICI	10
2.4 GHIAIA, GHIAIETTO, PIETRISCHI, SABBIA PER OPERE MURARIE	17
2.5 PIETRISCHI, GRANIGLIE, SABBIE, ADDITIVI PER PAVIMENTAZIONI	18
2.6 TERRE PER LA FORMAZIONE DEI RILEVATI E PER GLI STRATI DELLA SOVRASTRUTTURA	19
2.7 DETRITO DI CAVA E TOUT-VENANT DI CAVA O DI FRANTOIO	20
2.8 AGGREGATI FINI PER TRATTAMENTI SUPERFICIALI E CONGLOMERATI BITUMINOSI	21
2.9 MATERIALI FERROSI E METALLI VARI	22
2.9.1 Generalità	22
2.9.2 Ghisa	22
2.9.3 Metalli vari	22
2.9.4 Lamiera	23
2.10 BITUMI ED EMULSIONI BITUMINOSE	23
2.11 COLORI E VERNICI	23
3. TRACCIAMENTI.....	25
3.1 GENERALITÀ	25
4. DEMOLIZIONI	26
4.1 GENERALITÀ	26
4.2 MODALITÀ ESECUTIVE	26
5. SCAVI	28
5.1 GENERALITÀ	28
5.2 PROGRAMMA DI SCAVO	29
5.3 VARIAZIONI DELLE LINEE DI SCAVO	29
5.4 CLASSIFICAZIONI DEGLI SCAVI	29
5.5 TIPI DI SCAVI	30
5.6 MATERIALE SCAVATO E DISCARICHE	31
5.7 SMOTTAMENTI	32
5.8 ARMATURE DI SOSTEGNO DEGLI SCAVI E STRUTTURE ESISTENTI	32
5.8.1 Prescrizioni generali	32
5.8.2 Armature provvisorie	33
5.9 DRENAGGI	34
5.10 ABBASSAMENTO DELLA FALDA CON SISTEMA TIPO WELLPOINTS	34

5.11	IMPERMEABILIZZAZIONE DEL FONDO E PARETI DI SCAVO MEDIANTE GEOCOMPOSITO BENTONITICO	35
5.12	INTERFERENZE CON ALTRI SERVIZI	36
5.13	TRANSITO STRADALE	36
6.	FONDAZIONI E PAVIMENTAZIONI STRADALI	38
6.1	GENERALITÀ	38
6.2	SOTTOFONDAZIONE STRADALE	38
6.3	STRATO DI MATERIALI FILTRANTI (EVENTUALE)	38
6.4	MISTO GRANULARE STABILIZZATO	39
6.5	MISTO CEMENTATO PER SOTTOFONDO STRADALE	41
6.6	SOVRASTRUTTURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO	41
6.6.1	<i>Requisiti generali</i>	41
6.6.2	<i>Strato di base</i>	42
6.6.3	<i>Strati di collegamento bituminoso (binder) e di usura (tappeto)</i>	44
6.6.4	<i>Sigillatura superficiale dello strato di collegamento</i>	48
6.7	GUAINA IN GEOCOMPOSITO	50
6.7.1	<i>Modalità di impiego</i>	51
6.8	PAVIMENTAZIONE IN MASSELLI DI CALCESTRUZZO	51
6.9	SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI	52
6.9.1	<i>Generalità</i>	52
6.9.2	<i>Fresatura di strati in conglomerato bituminoso</i>	52
6.9.3	<i>Taglio di strati in conglomerato bituminoso</i>	53
7.	GEOSINTETICI.....	54
7.1	GEOTESSILI IN TESSUTO NON TESSUTO	54
7.1.1	<i>Generalità</i>	54
7.1.2	<i>Caratteristiche dei materiali</i>	54
7.1.3	<i>Modalità esecutive</i>	54
7.1.4	<i>Prove di accettazione e controllo</i>	55
8.	OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	56
8.1	GENERALITÀ	56
8.2	CALCESTRUZZO	56
8.2.1	<i>Caratteristiche dei materiali</i>	56
8.2.2	<i>Inerti</i>	56
8.2.3	<i>Cemento</i>	58
8.2.4	<i>Acqua</i>	58
8.2.5	<i>Materiali per giunti</i>	59
8.2.6	<i>Additivi</i>	59
8.2.7	<i>Classificazione dei calcestruzzi</i>	63
8.2.8	<i>Modalità esecutive</i>	65
8.2.9	<i>Impianto di betonaggio</i>	65
8.2.10	<i>Confezionamento del calcestruzzo</i>	65
8.2.11	<i>Trasporto del calcestruzzo</i>	66
8.2.12	<i>Getto del calcestruzzo</i>	67

8.2.13	Temperatura di getto	67
8.2.14	Esecuzione del getto	68
8.2.15	Vibratura dei getti	68
8.2.16	Giunti di costruzione nei getti	69
8.2.17	Giunti di dilatazione - waterstop	69
8.2.18	Inghisaggi	70
8.2.19	Protezione del getto	70
8.2.20	Finitura delle superfici del calcestruzzo	71
8.3	CASSEFORME	72
8.3.1	Caratteristiche dei materiali	72
8.3.2	Modalità esecutive	73
8.4	ACCIAIO D'ARMATURA	73
8.4.1	Caratteristiche dei materiali	73
8.4.2	Modalità esecutive	74
8.4.3	Prove di accettazione e controllo	74
8.5	POZZETTI PER ALLOGGIAMENTO VALVOLE E DI SCARICO CON SARACINESCA	75
8.5.1	Generalità	75
8.5.2	Manufatti prefabbricati	75
8.5.3	Manufatti gettati in opera	76
8.6	RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI SULLE OPERE IN CALCESTRUZZO	76
8.6.1	Prescrizioni per il calcestruzzo	76
1.1.1	Cementi	77
8.6.2	Acqua, aggregati e additivi	77
8.6.3	Metodologie di prova per calcestruzzi	77
8.6.4	Calcestruzzo fresco	78
9.	OPERE CIVILI	79
9.1	MURATURE IN GENERE	79
9.1.1	Norme di carattere generale	79
9.1.2	Murature in blocchi	79
9.1.3	Murature di mattoni pieni	80
9.1.4	Murature di mattoni semipieni	81
9.1.5	Murature in mattoni forati a 6 fori	81
9.1.6	Muratura in blocchi di calcestruzzo	82
9.2	MASSETTI DI PENDENZA	82
9.3	INTONACI	82
9.3.1	Prescrizioni generali	82
9.3.2	Intonaco grezzo	83
9.3.3	Intonaco comune o civile	83
9.3.4	Intonachino di finitura colorato	84
9.4	IMPERMEABILIZZAZIONI	84
9.5	INFISSI	85
9.5.1	Infissi in alluminio	85
9.6	SOGLIE E DAVANZALI	87
9.7	OPERE DA PITTORE	87

9.8	OPERE DA LATTONIERE	87
9.9	SIGILLATURE E GIUNTI	88
10.	CONDOTTE.....	89
10.1	GENERALITÀ	89
10.2	PROVE DI CONTROLLO	89
10.2.1	<i>Prove d'accettazione</i>	89
10.2.2	<i>Prove in corso d'opera</i>	90
10.3	TRASPORTO, MOVIMENTAZIONE, POSA E RINTERRO DEI TUBI	91
10.3.1	<i>Imballaggi</i>	91
10.3.2	<i>Trasporto</i>	91
10.3.3	<i>Posa in opera</i>	91
10.3.4	<i>Fondo della trincea e sottoscavo</i>	92
10.3.5	<i>Acque d'infiltrazione</i>	92
10.3.6	<i>Procedura di messa in opera</i>	92
10.3.7	<i>Rinfianco e rinterro</i>	92
10.3.8	<i>Norme di compattazione e controlli qualitativi</i>	93
10.3.9	<i>Altre norme</i>	94
10.4	CONDOTTE IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ (PEAD) PER ACQUEDOTTI E SCARICHI IN PRESSIONE	95
10.4.1	<i>Generalità</i>	95
10.4.2	<i>Caratteristiche della materia prima</i>	95
10.4.3	<i>Requisiti delle tubazioni</i>	96
10.4.4	<i>Controllo qualità</i>	97
10.4.5	<i>Marcatura</i>	98
10.4.6	<i>Documentazione</i>	98
10.4.7	<i>Imballaggio</i>	99
10.4.8	<i>Installazione</i>	99
10.4.9	<i>Raccordi e pezzi speciali</i>	99
10.5	SISTEMI DI GIUNZIONE PER CONDOTTE IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ (PEAD) PER ACQUEDOTTI E SCARICHI IN PRESSIONE	100
10.5.1	<i>Generalità</i>	100
10.5.2	<i>Saldatura ad elementi termici per contatto (saldatura testa a testa)</i>	101
10.5.3	<i>Saldatura per elettrofusione (raccordi elettrosaldabili)</i>	102
10.5.4	<i>Giunzione mediante innesto rapido</i>	102
10.5.5	<i>Giunzioni flangiate</i>	102
10.6	TUBI, RACCORDI E PEZZI SPECIALI FLANGIATI IN GHISA SFEROIDALE	103
10.6.1	<i>Materiale</i>	103
10.6.2	<i>Rivestimenti</i>	104
10.6.3	<i>Tubazioni in ghisa sferoidale</i>	104
10.6.4	<i>Raccordi per tubazioni in ghisa sferoidale con giunto rapido</i>	105
10.6.5	<i>Giunto di smontaggio</i>	106
10.6.6	<i>Saracinesche e accessori</i>	106
10.6.7	<i>Sfiato automatico tripla funzione</i>	108
10.6.8	<i>Giunto a flangia piana</i>	108

10.6.9	Posa in opera dei tubi, raccordi, apparecchi ed accessori di ghisa sferoidale	109
10.6.10	Posa in opera di saracinesche e valvolame in genere	110
10.6.11	Certificati di origine e prove	111
10.6.12	Collaudi	111
11.	VALVOLA RIDUTTRICE DELLA PRESSIONE A VALLE	112
11.1	CARATTERISTICHE TECNICHE	112
11.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	113
12.	CHIUSINI IN GHISA	115
13.	OPERE IN CARPENTERIA METALLICA	116
13.1	GENERALITÀ	116
13.2	MATERIALI	118
13.3	UNIONI SALDATE	120
13.3.1	Procedure di saldatura	120
13.3.2	Materiali di base d'apporto per saldatura	121
13.3.3	Saldature provvisorie e connessioni temporanee	121
13.3.4	Saldature di testa	121
13.3.5	Saldature di perni o connettori	121
13.3.6	Test di saldatura	121
13.4	UNIONI BULLONATE	122
13.5	CANCELLO CARRABILE E RECINZIONE SERBATOIO	123
13.6	BOTOLA IN ACCIAIO INOX PER L'ACCESSO AL SERBATOIO	123
14.	ELETTROPOMPE	124
14.1	CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO	124
14.2	PRESSIONI E TEMPERATURA DI PROGETTO	124
14.3	FUSIONI	124
14.4	TENUTE	125
14.5	BILANCIAMENTO STATICO E DINAMICO	125
14.6	LUBRIFICAZIONE	125
14.7	GIUNTI D'ACCOPIAMENTO	125
14.8	ELETTROPOMPE	125
14.9	QUADRO ELETTRICO	128
14.9.1	Caratteristiche tecniche	128
14.9.2	Apparecchiature di potenza	128
15.	IMPIANTI ELETTRICI	130
15.1	PARTE GENERALE	130
15.2	CONTENUTO DEL CAPITOLATO	130
15.3	PRESCRIZIONI GENERALI	130
15.3.1	Normativa generale	131
15.3.2	Normativa tecnica di settore	132
15.4	IMPIANTI	133
15.4.1	Alimentazione impianto: Prelievo energia	133

15.4.2 Gruppi di misura	133
15.4.3 Distribuzione	134
15.4.3.1 Cavi e conduttori	134
15.4.3.2 Montanti	139
15.4.3.3 Distribuzione con posa a parete	141
15.4.4 Avvanquadro	149
15.4.5 Quadro di Comando	149
15.4.6 Protezioni	150
15.4.6.1 Impianto di terra	150
15.4.6.2 Protezioni dalle sovracorrenti	154
15.4.6.1 Protezioni contro i contatti diretti e indiretti	157
15.4.6.3 Coordinamento apparecchi di protezione	160
15.4.6.4 Protezione da sovratensioni per fulminazione indiretta e di manovra	167
15.4.7 Comandi	168
15.4.7.1 Sezionamento e comando	168
16. INVERTER POMPA.....	170
17. MISURATORE DI LIVELLO A ULTRASUONI.....	171
18. MISURATORE DI PORTATA.....	172
18.1.1 Caratteristiche tecniche del misuratore	172
18.1.2 Installazione	172
19. FONDAZIONI SPECIALI: PALI.....	174
19.1 PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO	174
19.2 PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI	174
19.3 RIVESTIMENTI METALLICI	175
19.4 MATERIALI	175
19.4.1 Armature metalliche	175
19.4.2 Conglomerato cementizio	177
19.5 PALI TRIVELLATI CON RIVESTIMENTO PROVVISORIO	178
20. OPERE PROVVISORIALI	179
20.1 MICROPALI	179
20.1.1 Generalità	179
20.1.2 Caratteristiche dei materiali	179
20.1.3 Modalità esecutive	179
20.1.4 Prove di accettazione e controllo	180
20.2 PALANCOLE METALLICHE	181

1. NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

1.1 Generalità

L'Impresa è tenuta alla scrupolosa osservanza delle norme contenute nel presente Disciplinare e di quanto altro prescritto nei documenti di progetto.

Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa è altresì obbligata ad osservare ed a far osservare dal proprio personale tutte le norme antinfortunistiche e sulla sicurezza del lavoro vigenti all'epoca dell'appalto, nonché quelle specificatamente indicate nei piani di sicurezza e di coordinamento di cui all'art. 100 del D.Lgs 81/2008.

L'Impresa è diretta ed unica responsabile di ogni conseguenza negativa, sia civile che penale, derivante dalla inosservanza o dalla imperfetta osservanza delle norme di cui ai precedenti commi.

All'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore procederà in contraddittorio con l'Ufficio di Direzione Lavori al tracciamento con metodi topografici di sezioni trasversali e/o profili longitudinali, dei limiti degli scavi e dei rilevati e di tutte le opere d'arte previste in base ai disegni di progetto ed ai capisaldi e riferimenti che verranno indicati dall'Ufficio di Direzione Lavori.

1.2 Ordine da tenersi nell'avanzamento lavori

L'Impresa ha la facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più opportuno per darli perfettamente compiuti nel termine stabilito dal programma esecutivo dei lavori e nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio dell'Ufficio di Direzione Lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

Tuttavia, l'Amministrazione ha diritto di prescrivere l'esecuzione ed il compimento di determinati lavori entro un ragionevole termine, anche in difformità rispetto alle indicazioni del citato programma, specialmente in relazione ad esigenze di ordine od interesse pubblico, senza che l'Impresa possa rifiutarvisi ed avanzare pretese di particolari compensi.

L'Impresa dovrà provvedere, durante l'esecuzione dei lavori, a mantenere pulite le aree di lavoro, di manovra, di passaggio, o di deposito temporaneo; è altresì obbligata, al termine dei lavori, a riportarle nelle condizioni che le caratterizzavano prima dell'inizio dei lavori.

1.3 Lavori eseguiti ad iniziativa dell'Impresa

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 eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei Lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

1.4 Preparazione dell'area di cantiere e dei lavori

Prima che abbia luogo la consegna dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere a sgombrare la zona, dove essi dovranno svolgersi, dalla vegetazione boschiva ed arbustiva eventualmente esistente e procedere alla demolizione parziale o totale di quelle costruzioni e manufatti che verranno indicati dall'Ufficio di Direzione Lavori. Sono compresi nei prezzi di elenco gli oneri per la formazione del cantiere e per l'esecuzione di tutte le opere a tal fine occorrenti, compresi gli interventi necessari per l'accesso al cantiere, per la sua recinzione e protezione e quelli necessari per mantenere la continuità delle comunicazioni, degli scolli, delle canalizzazioni e delle linee telefoniche, elettriche e del gas esistenti.

Restano a carico dell'Impresa gli oneri per il reperimento e per le indennità relativi alle aree di stoccaggio e deposito temporaneo e/o definitivo delle attrezzature di cantiere, dei materiali e delle apparecchiature di fornitura e dei materiali di risulta.

2. CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI

2.1 Generalità

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere d'arte proverranno da quelle località che l'impresa riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della D.L. siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati. Se la D.L. rifiuterà qualsiasi provvista, perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'impresa dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede di lavoro o dai cantieri.

Salvo speciali prescrizioni, tutti i materiali occorrenti per i lavori di che trattasi dovranno provenire da cave, fabbriche, stabilimenti, depositi, ecc. scelti ad esclusiva cura dell'impresa la quale non potrà quindi accampare alcuna eccezione qualora, in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, degli stabilimenti, ecc. i materiali non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti (ovvero venissero a mancare) ed essa fosse obbligata a ricorrere ad altre cave in località diverse od a diverse provenienze; intendendosi che, anche in tali casi, resteranno invariati i prezzi unitari stabiliti in elenco, come pure tutte le prescrizioni che si riferiscono alla qualità e dimensioni dei singoli materiali.

Il materiale utilizzabile proveniente dalle demolizioni, dai tagli e dagli scavi di ogni specie che residuerà dopo aver provveduto al riempimento degli scavi ed alla formazione dei rilevati, nonché alla formazione e sistemazione o risanamento del piano viabile o del piano di posa del sottofondo o della massicciata di pietrisco in conformità alle prescrizioni che saranno impartite in corso d'opera dalla D.L., potrà essere impiegato dall'impresa, sempre che esso sia riconosciuto idoneo dalla D.L..

Esso verrà perciò ceduto all'impresa nel quantitativo utilizzabile per i lavori stessi, salvo quanto sopra, senza alcun pagamento, essendosi già tenuto conto nei singoli prezzi di tale possibilità d'impiego.

2.2 Acqua

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, scevra da materiale terroso ed esente da tracce di cloruri o solfati, sostanze organiche (quali oli minerali) che possano compromettere la presa e l'indurimento del calcestruzzo o diminuire le caratteristiche di resistenza, impermeabilità e durabilità, ovvero la conservazione dell'acciaio di armatura. La torbidità

dell'acqua non dovrà superare 2.000 parti per milione e la concentrazione di SO_4 sarà inferiore a 0,5%.

2.3 Leganti idraulici

Le calce idrauliche si dividono in:

- calce idraulica in zolle: prodotto della cottura di calcari argillosi di natura tale che il prodotto cotto risulti di facile spegnimento;
- calce idraulica;
- calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere: b) e c) sono prodotti ottenuti con la cottura di marne naturali oppure di mescolanze intime ed omogenee di calcare e di materie argillose, e successivi spegnimento, macinazione e stagionatura;
- calce idraulica artificiale pozzolanica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di pozzolana e calce aerea idratata;
- calce idraulica siderurgica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di loppa basica di alto forno granulata e di calce aerea idratata.

Per le calce idrauliche devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni:

CALCI IDRAULICHE	Perdita al fuoco	Contenuto in MgO	Contenuto in carbonati	Rapporto di costituzione	Contenuto in MnO	Residuo insolubile
Calce idraulica naturale in zolle	10%	5%	10%			
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere		5%	10%			
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere		5%	10%			
Calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere		5%	10%	1,5%		
Calce idraulica artificiale siderurgica in polvere	5%	5%			5%	2,5%

Devono inoltre essere soddisfatti i seguenti requisiti fisico-meccanici:

CALCI IDRAULICHE IN POLVERE	Resistenze meccaniche su malta normale battuta 1:3 tolleranza del 10%		Prova di stabilità del volume
	Resistenza a trazione dopo 28 giorni di stagionatura	Resistenza a compressione dopo 28 giorni di stagionatura	
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere	5 kg/cm ²	10 kg/cm ²	Sì
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale	10 kg/cm ²	100 kg/cm ²	Sì
Calce idraulica artificiale pozzolanica	10 kg/cm ²	100 kg/cm ²	Sì

Calce idraulica artificiale siderurgica	10 kg/cm ²	100 kg/cm ²	Sì
--	-----------------------	------------------------	----

È ammesso un contenuto di MgO superiore ai limiti, purché rispondano alla prova di espansione in autoclave. Tutte le calce idrauliche in polvere devono:

1. lasciare sul setaccio da 900 maglie/cm² un residuo percentuale in peso inferiore al 2% e sul setaccio da 4900 maglie/cm² un residuo inferiore al 20%;
2. iniziare la presa fra le 2 e le 6 ore dal principio dell'impasto e averla già compiuta dalle 8 alle 48 ore del medesimo;
3. essere di composizione omogenea, costante, e di buona stagionatura.

Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa devono essere i seguenti:

- inizio presa: non prima di un'ora;
- termine presa: non dopo 48 ore.

I cementi, da impiegare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere, per composizione, finezza di macinazione, qualità, presa, resistenza ed altro, alle norme di accettazione di cui alla Legge 26 maggio 1965 n. 595 ed al D.M. 31 agosto 1972, e successive modifiche ed integrazioni.

Per quanto riguarda composizione, specificazione e criteri di conformità per i cementi comuni, si farà riferimento a quanto previsto dal D.M. 19 settembre 1993 che recepisce le norme unificate europee con le norme UNI ENV 197/1, nonché ai successivi aggiornamenti della norma UNI EN 197-1: 2001 "Cemento – Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni" ed UNI EN 197-2: 2001 "Cemento – Valutazione della conformità".

Ai sensi della legge 26 maggio 1965 n. 595, e successive modifiche, i cementi si dividono in:

A. Cementi:

- Cemento portland: prodotto ottenuto per macinazioni di clinker (consistente essenzialmente da silicati di calcio), con aggiunta di gesso o anidrite dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione;
- Cemento pozzolanico: miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di pozzolana o di altro materiale a comportamento pozzolanico, con la quantità di gesso o anidrite necessaria a regolarizzare il processo di idratazione;
- Cemento d'alto forno: miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di loppa basica granulata di alto forno, con la quantità di gesso o anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione.

- B. Cemento alluminoso: prodotto ottenuto con la macinazione di clinker costituito essenzialmente da alluminati idraulici di calcio.
- C. Cementi per sbarramenti di ritenuta: cementi normali, di cui alla lettera A, i quali abbiano i particolari valori minimi di resistenza alla compressione fissati con decreto ministeriale e la cui costruzione è soggetta al regolamento approvato con decreto del Presidente della Repubblica 1/11/1959, n. 1363.
- D. Agglomeranti cementizi: per agglomeranti cementizi si intendono i leganti idraulici che presentano resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli che verranno stabiliti per i cementi normali. Essi si dividono in agglomerati cementizi a presa lenta e a presa rapida.

Gli agglomerati cementizi in polvere non devono lasciare, sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglie 0,18 (0,18 UNI 2331), un residuo superiore al 2%; i cementi normali ed alluminosi non devono lasciare un residuo superiore al 10% sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglia 0,09 (0,09 UNI 2331).

In base all'art. 5 del R.D. n. 2229 del 16 novembre 1939 il cemento deve essere esclusivamente a lenta presa e rispondere ai requisiti di accettazione prescritti nelle norme per i leganti idraulici in vigore all'inizio della costruzione. Per lavori speciali il cemento può essere assoggettato a prove supplementari.

Il costruttore ha l'obbligo della buona conservazione del cemento che non debba impiegarsi immediatamente nei lavori, curando tra l'altro che i locali, nei quali esso viene depositato, siano asciutti e ben ventilati. L'impiego di cemento giacente da lungo tempo in cantiere deve essere autorizzato dal Direttore dei Lavori sotto la sua responsabilità.

L'art. 9 dello stesso decreto prescrive che la dosatura di cemento per getti armati deve essere non inferiore a 300 kg per m³ di miscuglio secco di materia inerte (sabbia e ghiaia o pietrisco); per il cemento alluminoso la dosatura minima può essere di 250 kg per m³.

In ogni caso occorre proporzionare il miscuglio di cemento e materie inerti in modo da ottenere la massima compattezza.

Il preventivo controllo si deve di regola eseguire con analisi granulometrica o con misura diretta dei vuoti mediante acqua o con prove preliminari su travetti o su cubi.

I cementi normali e per sbarramenti di ritenuta, utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere previamente controllati e certificati secondo procedure di cui al regolamento C.N.R. – I.C.I.T.E. del "Servizio di

controllo e certificazione dei cementi", allegato al decreto 9 marzo 1988 n. 126 (rapporto n. 720314/265 del 14 marzo 1972).

I cementi indicati nella legge 26 maggio 1965, n. 595, saggiati su malta normale, secondo le prescrizioni e le modalità indicate nel successivo art. 10, debbono avere i seguenti limiti minimi di resistenza meccanica, con tolleranza del 5%:

CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA	Resistenza a flessione:				Resistenza a compressione				
	Dopo 24 ore kg/cm ²	Dopo 3 giorni kg/cm ²	Dopo 7 giorni kg/cm ²	Dopo 28 giorni kg/cm ²	Dopo 24 ore kg/cm ²	Dopo 3 giorni kg/cm ²	Dopo 7 giorni kg/cm ²	Dopo 28 giorni kg/cm ²	Dopo 90 giorni kg/cm ²
Normale	-	-	40	60	-	-	175	325	-
Ad alta resistenza	-	40	60	70	-	175	325	425	-
Ad alta resistenza e rapido indurimento	40	60	-	80	175	325	-	525	-
CEMENTO ALLUMINOSO	175	60	-	80	175	325	-	525	-
CEMENTI PER SBARRAMENTI DI RITENUTA	-	-	-	-	-	-	-	225	350

I cementi devono soddisfare i seguenti requisiti nei quali le quantità sono espresse percentualmente in peso:

CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA E CEMENTI PER SBARRAMENTI DI TENUTA		Perdita al fuoco	Residuo insolubile	SO ₃	MgO	Risultato positivo del saggio di pozzolanicità	Contenuto di zolfo da solfuri	Al ₂ O ₃
Portland	Normale	< 5	< 3	< 3,5	< 4	---	---	---
	Ad alta resistenza	< 5	< 3	< 4	< 4	---	---	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 4	< 4	---	---	---
Pozzolánico	Normale	< 7	< 16	< 3,5	< 3 *	Si	---	---
	Ad alta resistenza	< 7	< 16	< 4	< 3 *	Si	---	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 7	< 16	< 4	< 3 *	Si	---	---
D'altoforno	Normale	< 5	< 3	< 3,5	< 7**	---	< 2	---
	Ad alta resistenza	< 5	< 3	< 4	< 7**	---	< 2	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 4	< 7**	---	< 2	---
CEMENTO ALLUMINOSO	Normale	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35
	Ad alta resistenza	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35

	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35
AGGLOMERATO CEMENTIZIO		---	---	< 3,5	< 4	---	---	---
[*] Solubile in HCl [**] È ammesso per il cemento d'altoforno anche un contenuto di MgO superiore al 7%, purché detto cemento risponda alla prova di indeformabilità in autoclave (v. art. 4, comma 2). Il clinker di cemento portland impiegato deve naturalmente corrispondere come composizione a quella definita per il cemento Portland.								

I cementi d'altoforno contenenti più del 7% di MgO non debbono dare alla prova di espansione in autoclave una dilatazione superiore a 0,50%.

Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa debbono essere i seguenti:

TIPO	INIZIO PRESA	TERMINE PRESA
CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA	non prima di 30 minuti	non dopo 12 ore
CEMENTO ALLUMINOSO	non prima di 30 minuti	non dopo 10 ore
CEMENTI PER SBARRAMENTI DI RITENUTA	non prima di 45 minuti	non dopo 12 ore
AGGLOMERATI CEMENTIZI A LENTA PRESA	non prima di 45 minuti	non dopo 12 ore
AGGLOMERATI CEMENTIZI A RAPIDA PRESA	Almeno un minuto	al più 30 minuti

Il D.M. del 13 settembre 1993 fissa la corrispondenza tra le denominazioni dei cementi di cui alla norma UNI-ENV 197/1 e quelli indicati nelle norme italiane previgenti.

ENV 197/1	Norme italiane (art. 2, legge n. 595/1965 e d.m. attuativi)
Cemento Portland (CEM I)	Cemento Portland
Cementi Portland compositi (CEM II/A-S; CEM II/A-D; CEM II/A-P; CEM II/A-Q; CEM II/A-V; CEM II/A-W; CEM II/A-T; CEM II/A-L; CEM II/B-L; CEM II/A-M)	
Cemento d'altoforno (CEM III/A; CEM III/B; CEM III/C)	Cemento d'altoforno
Cemento Portland composito (CEM II/B-S)	
Cemento pozzolanico (CEM IV/A; CEM IV/B)	Cemento pozzolanico
Cemento Portland alla pozzolana (CEM II/B-P; CEM II/B-Q)	
Cemento Portland alle ceneri volanti (CEM II/B-V; CEM II/B-W)	
Cemento Portland allo scisto calcinato (CEM II/B-T)	
Cemento Portland composito (CEM II/B-M)	Cemento d'altoforno [*] Cemento pozzolanico [*] Cemento Portland [*]
Cemento composito (CEM V/A; CEM V/B)	Cemento d'altoforno [*] Cemento pozzolanico [*]
[*] In funzione della composizione del cemento.	

Tali cementi devono riportare le indicazioni dei limiti minimi di resistenza a compressione a 28 giorni di cui all'art. 1 del D.M. 3 giugno 1968.

I cementi, gli agglomeranti cementizi e le calce idrauliche in polvere debbono essere forniti in una delle seguenti modalità:

- in sacchi sigillati;

- in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione;
- alla rinfusa.

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati essi dovranno essere del peso di 50 chilogrammi chiusi con legame munito di sigillo. Il sigillo deve portare impresso in modo indelebile il nome della Ditta fabbricante e del relativo stabilimento nonché la specie del legante.

Deve essere inoltre fissato al sacco, a mezzo del sigillo, un cartellino resistente sul quale saranno indicati con caratteri a stampa chiari e indelebili:

- la qualità del legante;
- lo stabilimento produttore;
- la quantità d'acqua per la malta normale;
- le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini.

Se i leganti sono forniti in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra debbono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi.

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce.

Le calci idrauliche naturali, in zolle, quando non possono essere caricate per la spedizione subito dopo l'estrazione dai forni, debbono essere conservate in locali chiusi o in sili al riparo degli agenti atmosferici. Il trasporto in cantiere deve eseguirsi al riparo dalla pioggia o dall'umidità.

Le pozzolane saranno ricavate da strati depurati da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti: qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230 e successive modifiche ed integrazioni.

Agli effetti del suddetto decreto si intendono per pozzolane tutti quei materiali di origine vulcanica che impastati intimamente con calce danno malte capaci di far presa e di indurire anche sott'acqua e che presentano un residuo non superiore al 40% ad un attacco acido basico. Si considerano materiali a comportamento pozzolanico tutti quelli

che, pur non essendo di origine vulcanica, rispondono alle condizioni della precedente definizione.

Agli effetti delle presenti norme si dividono in pozzolane energiche e pozzolane di debole energia.

Le pozzolane ed i materiali a comportamento pozzolanico devono dar luogo alle seguenti resistenze con la tolleranza del 10%.

	Resistenza a trazione (su malta normale) dopo 28 gg.:	Resistenza a pressione (su malta normale) dopo 28 gg.:	Composizione della malta normale
POZZOLANE ENERGICHE	5 kg/cm ²	25 kg/cm ²	- tre parti in peso del materiale da provare - una parte in peso di calce normale Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm 7 l'ago di Vicat del peso di kg 1 lasciato cadere una sola volta dall'altezza di mm 30.
POZZOLANE DI DEBOLE ENERGIA	3 kg/cm ²	12 kg/cm ²	- tre parti in peso di pozzolana - una parte in peso di calce normale Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm 10 l'ago di Vicat del peso di kg 1 lasciato cadere una sola volta dall'altezza di mm 30.

La pozzolana ed i materiali a comportamento pozzolanico devono essere scevri da sostanze eterogenee. La dimensione dei grani della pozzolana e dei materiali a comportamento pozzolanico non deve superare i 5 mm.

Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti e ben riparati dall'umidità. I gessi si dividono in:

TIPO	DUREZZA MASSIMA	RESISTENZA ALLA TRAZIONE (dopo tre giorni)	RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE (dopo tre giorni)
Gesso comune	60% di acqua in volume	15 kg/cm ²	
Gesso da stucco	60% di acqua in volume	20 kg/cm ²	40 kg/cm ²
Gesso da forma (scagliola)	70% di acqua in volume	20 kg/cm ²	40 kg/cm ²

I cementi e gli agglomerati cementizi da usare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere alle norme di accettazione di cui al D.M. 3/6/1968, al D.M. 31/8/1972, al D.M. 20/11/1984, al D.M. 14/2/1992, al D.M. 6/1/1996 ed al Decreto del Ministero dell'Industria del Commercio e dell'Artigianato 13/9/1993.

Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti, su tavole di legno e riparati dall'umidità.

Gli inghisaggi potranno essere effettuati anche mediante malte cementizie premiscelate, neoplastiche a ritiro compensato (tipo EMACO).

Le predette miscele utilizzate devono rispettare le norme UNI 8993 e 8994 per i tipi superfluido, fluido e plastico; quest'ultime devono avere alto potere adesivo, alta resistenza meccanica ed essere impermeabili e durevoli.

Su richiesta della Direzione Lavori, l'impresa dovrà fornire tutti i certificati che attestino la rispondenza dei materiali alle prescrizioni di progetto, rilasciati da un istituto di ricerca autorizzato a tale scopo. I sacchi in cui è confezionato il prodotto devono essere conservati in un luogo coperto e asciutto.

Prima della sua applicazione, il prodotto deve essere miscelato con cura all'interno della betoniera, insieme alla quantità d'acqua stabilita; per quanto concerne i tempi di lavorazione, bisogna prestare attenzione alle condizioni climatiche, dal momento che i tempi si riducono a temperature più elevate e si allungano a temperature più basse.

Una volta conclusosi il getto, tutte le parti esposte all'aria devono essere immediatamente protette dall'evaporazione e stagionate per almeno 24 ore mediante bagnatura e/o teli umidi.

2.4 ***Ghiaia, ghiaietto, pietrischi, sabbia per opere murarie***

Le prescrizioni contenute nel presente paragrafo sono da impiegarsi nella formazione di conglomerati escluse le pavimentazioni, e dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalle norme per il calcestruzzo preconfezionato.

Si precisa inoltre che i materiali dovranno provenire esclusivamente dalla frantumazione naturale ed artificiale delle seguenti rocce:

- di origine ignea: graniti, quarzi, gabri, basalti,
- di origine sedimentaria: calcari, quarziti, silici.

In particolare i calcari dovranno denunciare all'analisi chimica un residuo insoluto di origine argillosa inferiore al 2%. Ferme restando le prescrizioni granulometriche, le pezzature massime dovranno sempre avere le dimensioni maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il conglomerato è destinato: di norma, però, non si dovrà superare il diametro massimo di

- 5 cm se si tratti di lavori correnti di fondazione e di elevazione, muri di sostegno, piedritti e simili;
- di 4 cm se si tratta di getti per volti;
- di 3 cm se si tratta di conglomerati cementizi armati;
- di 2 cm se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.).

Nella composizione delle malte con sabbie ordinarie si intenderanno quelle in cui i grani passano attraverso lo staccio avente fori circolari di due millimetri di diametro. Nella composizione delle malte da intonaco e raffinamenti di superfici, si intenderanno, invece, le sabbie costituite da granuli di diametro non superiore ad un millimetro per gli strati grezzi.

2.5 ***Pietrischi, graniglie, sabbie, additivi per pavimentazioni***

Dovranno soddisfare i requisiti stabiliti nelle corrispondenti "*Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali*" del CNR (Fascicolo n. 4 - Edizione 1953) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori. In particolare, il materiale lapideo per la confezione del pietrisco dovrà avere un coefficiente di qualità (Deval) non inferiore a 10 (dieci), mentre il materiale lapideo per la confezione delle graniglie dovrà avere un coefficiente di frantumazione non superiore a 120 (centoventi).

A frantumazione avvenuta, rispetto ai crivelli UNI 2334, essi debbono essere:

- per il pietrisco, passanti a quello di 71 mm e trattenuti da quello di 25 mm;
- per il pietrischetto, passanti a quello di 25 e trattenuti da quello da 14 mm;
- per la graniglia normale, ottenuta anche la frantumazione di ghiaia, passanti al crivello da 10 mm e trattenuti da quello di 5 mm;
- per la graniglia minuta passanti a 5 mm e trattenuti da 3 mm.

Di norma, si adoperano le seguenti pezzature:

- pietrisco 40/71, ovvero 40/60 se ordinato, per costruzione di massicciate;
- pietrisco 25/40 (od eccezionalmente 15/30, granulometria non unificata) per costituzione di ricarichi di massicciate e per materiale di costipamento delle massicciate (mezzanello);
- pietrischetto 15/25 per ricarichi di massicciate e conglomerati bituminosi;
- pietrischetto 10/15 per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni e per pietrischetti bitumati;
- graniglia normale 5/10 per trattamenti superficiali tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
- graniglia minuta 3/5 di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione Lavori; per trattamenti superficiali tale pezzatura di graniglia sarà invece usata per i conglomerati bituminosi ove richiesto. Dovrà comunque provenire da rocce durissime ed essere assolutamente esente da polvere. In luogo della graniglia, e con

le stesse pezzature, ovvero del pietrischetto 10/15, ove non vi siano rocce idonee di elevata durezza, potranno usarsi ghiaino (3/5 e 5/10) ovvero ghiaietto 40/45. Solo per i conglomerati bituminosi di tipo chiuso si useranno aggregati fini costituiti da sabbie e additivi; le sabbie saranno passanti quasi interamente al setaccio 2 UNI 2334 e trattenute da quello 0,075 UNI 2332 con tolleranza di una percentuale massima del 10% di rimanente sullo staccio 2 e non più del 5% di passante allo staccio 0,075 UNI 2332 con una tolleranza di 15% di materiale rimanente sopra tale staccio, ma passante allo staccio 0.18 UNI 2332, mentre almeno il 50% del materiale deve avere dimensioni inferiori a 0,05 mm.

Nelle forniture di aggregato grosso per ogni pezzatura sarà ammessa una percentuale in peso non superiore al 5% di elementi aventi dimensioni maggiori o minori di quelle corrispondenti ai limiti della prescelta pezzatura, purché per altro, le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o siano non oltre il 10% inferiore al limite minimo della pezzatura fissata. In tutti gli aggregati grossi, gli elementi dovranno avere spigoli vivi e presentare una certa uniformità di dimensioni nei vari sensi, non dovranno essere cioè di forma allungata o appiattita (lamellare): per quelli provenienti da frantumazione di ciottoli e ghiaia dovrà ottenersi che non si abbia più una faccia arrotondata. Per ciascuna pezzatura l'indice dei vuoti non deve superare il valore di 0,8.

2.6 **Terre per la formazione dei rilevati e per gli strati della sovrastruttura**

Le terre debbono identificarsi mediante la loro granulometria, i limiti di Atterberg che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale la frazione fine di una terra (passante al setaccio 0,42 mm n. 40 ASTM 0,4 UNI 2332) passa dallo stato solido allo stato plastico (limite di plasticità W_p) e dallo stato plastico allo stato liquido (limite di liquidità W_L) nonché dall'indice di plasticità (I_p , pari alla differenza tra i due limiti anzidetti). Tali limiti si determinano con le modalità di prova descritte nelle norme CNR-UNI 10014. Ai fini della classificazione e dell'impiego nei rilevati o negli strati di sottofondo, si farà riferimento alla classifica AASHTO adottata dalle norme CNR UNI 10006.

Per quanto riguarda l'impiego negli strati della sovrastruttura si farà riferimento, salvo più specifiche prescrizioni della Direzione Lavori, alle seguenti caratteristiche:

- strati di fondazione in miscela granulometrica: ghiaia (o pietrisco), sabbia, argilla; la miscela dovrà essere interamente passante al setaccio da 75 mm ed essere passante almeno per il 50% al setaccio da 10 mm, dal 25% al 50% al setaccio n. 4 ASTM, dal 20%

al 40% al setaccio n. 10 ASTM, dal 10% al 25% al setaccio n. 40 ASTM, dal 3% al 10% al setaccio n. 200 ASTM.

L'indice di plasticità dovrà essere nullo, il limite di liquidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n. 200 ASTM non dovrà superare i due terzi della frazione passante al setaccio n. 40.

Inoltre, l'aggregato grosso deve essere costituito da elementi non friabili, aventi un coefficiente Deval non inferiore a 8. Se si tratta di ghiaia le cui dimensioni non consentono di ricavare materiale poliedrico di dimensioni sufficienti per eseguire la prova Deval, si eseguirà la determinazione del coefficiente di frantumazione che non dovrà essere maggiore di 180.

- strati di base in miscela granulometrica: ghiaia (pietrisco), sabbia argilla, la miscela dovrà essere completamente passante al setaccio da 25 mm, essere passante per almeno il 65% al setaccio da 10 mm, dal 55% al 85% al setaccio n. 4 ASTM, dal 40% al 50% al setaccio n. 10, dal 25% al 45% al setaccio n. 40 ASTM, dal 10% al 25% al setaccio n. 200 ASTM.

L'indice di plasticità dovrà essere inferiore a 4, il limite di liquidità non deve superare 35 e la frazione passante al setaccio n. 200 ASTM non dovrà superare i due terzi della frazione passante al setaccio n. 40 ASTM. Inoltre l'aggregato grosso deve essere costituito da elementi non friabili, aventi un coefficiente Deval non inferiore a 10. Se si tratta di ghiaia le cui dimensioni non consentono di ricavare materiale poliedrico di dimensioni sufficienti per eseguire la prova Deval, si eseguirà la determinazione del coefficiente di frantumazione che non dovrà essere maggiore di 160.

Le caratteristiche meccaniche delle miscele dovranno essere controllate con la prova CBR (Norme CNR UNI 10009). Il materiale costipato alla densità massima AASHTO modificata e saturato con acqua dopo 4 giorni di immersione, dovrà possedere un indice CBR maggiore di 30 per gli strati di fondazione e maggiore di 60 per gli strati di base: dopo l'immersione in acqua, non si dovranno avere rigonfiamenti in volume superiori allo 0,5%. Per tutte le prove si farà comunque riferimento alle vigenti norme CNR; i controlli saranno eseguiti su richiesta della Direzione Lavori.

2.7 **Detrito di cava e tout-venant di cava o di frantoio**

Quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non plastico) ed avere un potere portante CBR (rapporto portante californiano) di

almeno 30 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per materiali teneri (tufi, arenarie), in quanto la loro granulometria si modifica ed adegua durante la cilindratura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale di vuoti; di norma la dimensione massima degli aggregati non dovrà essere superiore ai 71 mm. Per gli strati di base si farà uso di materiali lapidei duri tali da assicurare un CBR saturo di almeno 60: la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare 25 mm.

2.8 *Aggregati fini per trattamenti superficiali e conglomerati bituminosi*

Le rocce dalla cui frantumazione devono provenire tali aggregati devono essere compatte, uniformi per struttura e per composizione, sane e prive di elementi decomposti od alterati da azioni atmosferiche, preferibilmente idrofobe e particolarmente dure, con assoluta preferenza alle rocce di origine ignea; nelle regioni ove queste manchino, sono accettabili i calcari solo se molto compatti, qualora siano sottoposti a prova di frantumazione.

Il coefficiente dovrà essere inferiore a 120 se il materiale sarà usato per le strade sottoposte a traffico intenso, inferiore a 140 per strade con traffico leggero.

Il coefficiente di qualità determinato con la prova normale Deval non potrà essere inferiore a 12. La resistenza all'usura sarà, di norma, al minimo pari a 0,6.

I pietrischetti o graniglie ed i ghiaioni da usare per trattamenti superficiali e conglomerati non dovranno, di norma, presentare un'idrofilia superiore a quella dei pietrischi; inoltre, non dovranno perdere alla prova di decantazione in acqua più dell'1% del proprio peso. In essi dovrà riscontrarsi una buona adesione del legante ai singoli elementi anche in presenza di acqua.

Una prova preliminare indicativa è da effettuarsi su pietrisco avvolto ad un quantitativo di bitume pari a 70 kg/m³, mediante lo sbattimento del pietrischetto bitumato in sufficiente quantità d'acqua contenuta in adatto recipiente: la prova deve consentire di apprezzare una notevole stabilità del rivestimento bituminoso.

Per i trattamenti di irruvidimento si impiegano pietrischetti e graniglie della qualità migliore e più resistente e assolutamente non idrofili, pressoché poliedrici e con spigoli vivi taglienti. Le graniglie saranno ottenute con appositi granulatori e saranno opportunamente vagliate in modo da essere anche spogliate dei materiali polverulenti provenienti dalle frantumazioni.

Gli aggregati fini per i conglomerati bituminosi dovranno essere costituiti da sabbie naturali e di frantumazione, dure, vive e lavate aspre al tatto, povere di miche, praticamente esenti da terriccio, argilla od altre materie estranee. La perdita in peso alla prova di decantazione in acqua dovrà non superare il 2%.

2.9 **Materiali ferrosi e metalli vari**

2.9.1 *Generalità*

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

Essi dovranno rispondere a tutte le norme di accettazione e di resistenza in vigore; inoltre l'impresa è sempre tenuta a presentare alla Direzione Lavori i certificati di provenienza e delle prove effettuate presso le ferriere o fonderie fornitrici. Ciò a prescindere dagli oneri relativi alle prove sui campioni da prelevarsi in cantiere in contraddittorio su richiesta della Direzione Lavori, e secondo quanto prescritto dal D.M. 1 aprile 1983.

Sarà peraltro sempre in facoltà della Direzione Lavori compiere le prove tecnologiche, chimiche e meccaniche, le ispezioni in sito ed allo stabilimento di origine del materiale per accertare le qualità del medesimo. Verificandosi il caso che non si trovi corrispondenza alle caratteristiche previste e che il materiale presente evidenti difetti, la Direzione Lavori potrà rifiutare, a suo insindacabile giudizio, in tutto o in parte la partita fornita.

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere per gli acciai inossidabili certificazioni riguardante ulteriori prove.

2.9.2 *Ghisa*

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e lo scalpello; di fattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza.

E' assolutamente vietato l'impiego di ghise fosforose.

2.9.3 *Metalli vari*

Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a

seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

2.9.4 *Lamiere*

La lamiera ondulata per i manufatti tubolari metallici e per le barriere guard-rail sarà in acciaio laminato a caldo avente tensione di rottura a trazione non inferiore a 34 kg/mm², protetta su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo praticata dopo il taglio e la piegatura dell'elemento. Lo zinco sarà presente, sulla superficie sviluppata di ogni faccia, in misura non inferiore a 300 g/m².

Gli elementi finiti dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione; macchie, scalfitture, parti non coperte dalla zincatura.

Tutti i pezzi speciali, organi di giunzione, rivetti e simili dovranno essere trattati mediante doppia zincatura a caldo secondo la UNI EN ISO 1461:1999 (*"Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova"*).

Per tutte le lamiere di acciaio previste sono incluse nella voce di elenco prezzi tutti i fissaggi, compresi eventuali tagli, inchiodature e saldature.

2.10 **Bitumi ed emulsioni bituminose**

Essi dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti *"Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l'accettazione"*, ultima edizione; *"Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali"*, fascicolo n. 3, ultima edizione; *"Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali (Campionatura dei bitumi)"*, ultima edizione del CNR.

Per quanto riguarda i bitumi liquidi, essi dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle *"Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali"*, fascicolo n. 7 – ultima edizione.

2.11 **Colori e vernici**

I materiali impiegati nelle opere da pittore dovranno essere sempre della migliore qualità. Per quanto concerne l'acquaragia utilizzata, essa dovrà essere limpida, incolore, di odore gradevole ed altamente volatile. La sua densità a 15 °C sarà di 0,87 t/m³.

Il minio, sia di piombo sia di alluminio, dovrà essere costituito da polvere finissima e non contenente colori derivati dall'anilina, né oltre il 10% di sostanze estranee (solfato di bario, ecc.).

I rivestimenti protettivi per le superfici ferrose possono essere formati anche da pitture non a base di olio di lino ma ottenute con leganti misti, costituiti da resine sintetiche ottenute per policondensazione e polimerizzazione, quali le alchidiche, clorocaucciù, poliuretanic e epossidici.

Per ciascuno di questi tipi i materiali da pittura o formanti i sistemi protettivi dovranno provenire da ditte primarie ed essere forniti nei loro recipienti originali.

Per il pretrattamento dell'acciaio prima dell'applicazione della mano di fondo, potrà essere usato il "wash primer", intendendo per esso una composizione protettiva costituita da una pellicola sia inorganica, sia organica, risultante da una serie di reazioni tra i componenti essenziali del wash primer e cioè: acido fosforico, pigmenti di tipo cromati inorganici e la resina polibutirralica.

3. TRACCIAMENTI

3.1 Generalità

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, intendendosi che essa riceverà in consegna dalla Direzione Lavori i capisaldi altimetrici e i vertici principali; l'impresa procederà poi, in contraddittorio con la D.L. al rilievo di prima pianta del profilo e delle sezioni trasversali.

Qualora dal tracciamento risultassero scavi o rilevati in quantità eccedenti le previsioni di progetto, l'impresa dovrà dare avviso alla Direzione Lavori perché siano introdotte tempestivamente le necessarie modifiche e non si abbiano poi eccedenze che potranno non essere contabilizzate, e che comunque non saranno, se non denunciate, considerate agli effetti dell'applicazione dell'art. 13 del Capitolato Generale dello Stato per quanto riguarda variazioni. A suo tempo, l'impresa dovrà pure stabilire, nelle tratte che indicherà la Direzione Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate dei rilevati e quelle degli sterri (quando queste ultime risultino determinate in base alle pendenze che verranno stabilite secondo la natura del terreno), curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante la esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento di queste ultime secondo i piani che gli verranno consegnati, con l'obbligo della conservazione dei picchetti ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

Per quanto riguarda i capisaldi di livellazione, l'Appaltatore dovrà far riferimento a quelli posti in sito, a suo tempo, dall'Ente Appaltante.

4. DEMOLIZIONI

4.1 Generalità

Ove sia necessario, l'impresa è obbligata ad accertare con la massima cura la struttura ed ogni elemento che deve essere demolito sia nel suo complesso sia nei particolari, in modo da conoscerne la natura, lo stato di conservazione e le tecniche costruttive.

L'impresa potrà intraprendere le demolizioni (effettuate in roccia o di strutture complete) in ottemperanza alle norme di cui dall'art. 71 all'art. 76 del D.P.R. gennaio 1956 n. 164, con mezzi che crederà più opportuni previa approvazione della Direzione Lavori.

In ogni caso l'impresa esonera nel modo più ampio ed esplicito da ogni responsabilità civile e penale, conseguente e dipendente dall'esecuzione dei lavori di demolizione sia l'Amministrazione Appaltante sia i suoi Organi di direzione, assistenza e sorveglianza.

Per quanto riguarda il personale e gli attrezzi, l'impresa dovrà osservare le seguenti prescrizioni unitamente a quelle contenute nei piani di sicurezza di cui all'art. 31) della Legge 415/98:

- a. il personale addetto alle opere di demolizione dovrà avere preparazione e pratica specifiche, sia per l'esecuzione materiale dei lavori, che per la individuazione immediata di condizioni di pericolo;
- b. l'attività del personale impiegato dovrà essere sottoposta all'autorità di un dirigente; ogni gruppo di dieci persone dovrà essere guidato e sorvegliato da un caposquadra;
- c. i materiali ed ogni altro attrezzo che agisca per urto non dovranno essere impiegati qualora la stabilità delle strutture non lo consentisse;
- d. si preferiranno mezzi di demolizione a percussione montati su bracci di escavatori o gru semoventi.

4.2 Modalità esecutive

La zona interessata dai lavori dovrà essere delimitata con particolare cura; in corrispondenza dei passaggi dovranno essere collocate opportune opere per proteggere i passaggi stessi.

Prima dell'inizio delle demolizioni dovranno essere interrotte le erogazioni agli impianti di elettricità, acqua, gas, ecc. esistenti nella zona dei lavori: a tal fine l'impresa dovrà prendere direttamente accordi con le rispettive Società ed Enti eroganti.

Il materiale di risulta delle demolizioni, se inutilizzabile, dovrà essere trasportato a discarica; se destinato a riempimento, dovrà essere trasportato in aree indicate dall'ufficio di Direzione Lavori nell'ambito del cantiere.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, tutto quanto indebitamente demolito dovrà essere ricostruito e rimesso in ripristino dall'impresa, a sua cura e spese, senza alcun compenso.

Prima dell'inizio dei lavori di demolizione è obbligatorio procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e stabilità delle strutture da demolire. In funzione del risultato dell'indagine si procederà poi all'esecuzione delle opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare crolli improvvisi durante la demolizione. Le demolizioni di murature, calcestruzzi, etc..., sia parziali che complete, devono essere eseguite con cautela dall'alto verso il basso e con le necessarie precauzioni, in modo tale da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, non danneggiare le residue murature ed evitare incomodi o disturbo. La successione dei lavori deve essere indicata in un apposito programma firmato dall'appaltatore e dalla direzione lavori e deve essere a disposizione degli ispettori di lavoro. Durante le demolizioni e le rimozioni l'Appaltatore dovrà provvedere alle puntellature eventualmente necessarie per sostenere le parti che devono permanere e dovrà procedere in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono potersi ancora impiegare nei limiti concordati con la direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della stazione appaltante. Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli, sia nella pulizia sia nel trasporto sia nell'assestamento, e per evitarne la dispersione. Detti materiali restano tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Cap. Gen. n. 145/00, con i prezzi indicati nell'elenco del presente Disciplinare tecnico. I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono essere sempre trasportati dall'Appaltatore fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

5. SCAVI

5.1 Generalità

L'impresa eseguirà tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere, sia a mano sia a macchina, tanto all'asciutto quanto in presenza d'acqua. Gli scavi saranno eseguiti in larghezza e profondità secondo quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori.

Eventuali scavi eseguiti dall'impresa per comodità di lavoro od altri motivi, senza autorizzazione scritta della Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.

Gli scavi dovranno essere condotti in modo da non sconnettere e danneggiare il materiale d'imposta.

L'impresa prenderà tutte le precauzioni necessarie per evitare gli smottamenti delle pareti dello scavo, soprattutto in conseguenza di eventi meteorologici avversi e metterà in atto tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni alle persone ed alle opere e sarà obbligata a provvedere a suo carico alla rimozione delle eventuali materie franate. La stessa dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi.

L'impresa dovrà rimuovere dalle pareti e dal fondo degli scavi tutti i frammenti di roccia che fossero instabili e pulire con acqua ed aria compressa tutte le superfici.

La Direzione Lavori potrà ordinare che le armature di sostegno degli scavi siano aumentate o rinforzate per motivi di sicurezza, senza che questo possa creare motivo di reclamo o richiesta di compensi da parte dell'impresa. Per quanto riguarda le modalità esecutive di scavo si veda la tavola di riferimento allegata al progetto.

In ogni caso, l'impresa sarà l'unica responsabile per i danni alle persone ed alle opere che possono derivare da cedimenti delle pareti di scavo.

La manutenzione degli scavi, lo sgombrò dei materiali eventualmente e per qualsiasi causa caduti entro gli scavi stessi sarà a totale carico dell'impresa indipendentemente dal tempo che trascorrerà fra l'apertura degli scavi ed il loro rinterro, che potrà essere effettuato solo dopo l'autorizzazione della Direzione Lavori, e con le modalità da questa eventualmente prescritte in aggiunta od in variante a quanto indicato in queste specifiche.

5.2 **Programma di scavo**

Un mese prima dell'esecuzione degli scavi, l'impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori una relazione dettagliata in cui indicherà i mezzi e le modalità di esecuzione dei lavori, nonché il programma dettagliato delle opere con gli avanzamenti previsti mese per mese. Nell'esecuzione l'impresa dovrà attenersi a tale programma, previamente approvato dalla Direzione Lavori.

Sarà facoltà della Direzione Lavori disporre variazioni a tale programma, prima dell'inizio dei lavori o nel corso di essi.

Resta in ogni caso stabilito che il sistema adottato, ed in special modo la successione delle varie fasi di lavoro, dovrà essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per i lavori del genere, in relazione alle caratteristiche dei terreni da attraversare e al tempo stabilito per l'ultimazione di tutte le opere connesse.

5.3 **Variazioni delle linee di scavo**

Le variazioni nella quantità e profondità degli scavi non potranno giustificare richieste di compensi da parte dell'impresa, al di fuori di quanto risultante dall'applicazione dei prezzi di contratto.

La quota definita di fondazione delle opere verrà stabilita d'accordo con la Direzione Lavori, in base alle effettive condizioni naturali riscontrate all'atto dello scavo; pertanto i piani di imposta segnati sui disegni hanno valore puramente indicativo.

Non si potrà procedere all'esecuzione del getto di calcestruzzo per le fondazioni se prima la superficie di scavo non sia stata ispezionata ed approvata dalla Direzione Lavori, pena la demolizione del già fatto.

L'impresa, inoltre, dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento dei vani rimasti al di fuori delle linee indicate con materiali che saranno specificati dalla Direzione Lavori di caso in caso.

5.4 **Classificazioni degli scavi**

Gli scavi saranno classificati come più sotto indicato:

- Scavo in roccia: si considera "roccia" un blocco di materiale con volume maggiore di 0,75 m³ e di resistenze e struttura tale da non poter essere rimosso e demolito senza l'uso di esplosivi o di martelli demolitori e che conserva la sua compattezza ed una elevata resistenza meccanica anche dopo una prolungata esposizione all'azione dell'acqua e di altri agenti atmosferici.

- Scavo di terreno sciolto di qualsiasi natura: si considera terreno sciolto qualsiasi materiale che non sia la roccia sopra indicata. Rientrano in questa categoria di scavi anche i pezzi isolati di roccia inferiori a $0,75 \text{ m}^3$.
- Scavo in acqua: si considera scavo in acqua quello eseguito oltre 20 cm al di sotto del livello di equilibrio delle acque sotterranee entro lo scavo.

L'esaurimento dell'acqua verrà disposto mediante ordine scritto dalla Direzione Lavori e l'impresa ha l'obbligo di provvedervi adeguatamente, a propria cura e spese, con mezzi meccanici idonei e corrispondenti all'entità richiesta e con il personale e le scorte necessarie anche per il funzionamento continuativo nelle 24 ore, ed a mantenere il prosciugamento per tutto il tempo necessario al completamento del lavoro.

Gli scavi soggetti alle acque dovranno procedere da valle a monte, con il fondo ben livellato e con regolare canaletto sul fondo che conduca le acque al loro esito naturale od ai pozzetti delle pompe.

5.5 **Tipi di scavi**

- Scavi di sbancamento: per scavo di sbancamento s'intende in genere qualsiasi scavo a sezione aperta realizzato in vasta superficie, che permetta l'impiego di normali mezzi meccanici e l'allontanamento delle materie di scavo, sia pure con la formazione di rampe e di gradinate provvisorie, aventi lo scopo di consentire l'accesso ed il corretto funzionamento dei mezzi meccanici, che saranno eseguite a carico dell'impresa. Saranno considerati scavi di sbancamento quelli occorrenti per lo spianamento e la sistemazione del terreno, per la sistemazione dei piazzali, per la formazione dei piani d'appoggio delle platee di fondazione, su cui dovranno sorgere le opere di regimazione idraulica quali briglie, traverse, soglie, pennelli etc., i ponti le costruzioni stradali e le costruzioni civili in genere, dei relativi vespai e delle opere di drenaggio. Saranno considerati scavi di sbancamento quelli che si trovino al di sotto del piano campagna, quando gli scavi rivestano i caratteri sopra citati.
- Scavi di fondazione: si definisce "scavo di fondazione" lo scavo incassato ed a sezione ristretta effettuato sotto il piano di sbancamento per accogliere gli elementi di fondazione di strutture, ed in generale tutti gli scavi che abbiano una larghezza media inferiore a 3,00 m ed una profondità uguale o superiore a $1/3$ della larghezza.
- Scavi per tubazioni e canalizzazioni: si definisce "scavo per tubazioni e canalizzazioni" lo scavo incassato ed a sezione ristretta effettuato sotto il piano di sbancamento per attombare canalette, fognature, condutture e tombature.

Gli scavi per posa in opera di tubazioni dovranno avere sezione e larghezza tali da rendere agevole ogni manovra necessaria per la posa dei tubi, l'esecuzione delle giunzioni, le prove e le relative ispezioni e, eventualmente, lo smontaggio di condutture preesistenti.

Il fondo degli scavi aperti per il collocamento delle tubazioni dovrà essere ben spianato ed avere le pendenze prescritte. Non saranno permesse sporgenze o infossature superiori ai 5 centimetri dal piano delle livellette di progetto.

Nei punti corrispondenti alle giunzioni dei tubi e all'atto della posa di questi, si dovranno scavare, qualora necessario, nicchie larghe e profonde in modo da permettere di eseguire alla perfezione i giunti fra i tubi e di eseguire le ispezioni durante le prove.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento delle forniture dei tubi. Le eventuali discontinuità nel ritmo di fornitura non potranno però, in nessun caso, dare titolo all'impresa di richiedere compensi, maggiori di quelli previsti nell'Elenco Prezzi, e per il variare dell'avanzamento del proprio lavoro in maniera adeguata a quella della fornitura della tubazione.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di stabilire di volta in volta la lunghezza dello scavo da aprire.

- Scavo per lo svaso dell'alveo: si definiscono come svasi quegli scavi eseguiti nell'alveo dei corsi d'acqua e torrenti per la rimozione del materiale alluvionale, depositatosi a seguito di eventi alluvionali.

5.6 **Materiale scavato e discariche**

Il materiale scavato, depurato delle quantità riutilizzate durante i lavori, resterà di proprietà dell'Amministrazione appaltante e potrà essere acquisito a canone gratuito dall'impresa solo ed esclusivamente per riutilizzarlo nei lavori appaltati. La Direzione Lavori giudicherà dell'eventuale impiego del materiale scavato per l'utilizzo dello stesso nella formazione di rilevati o rinterri inerenti alla realizzazione delle opere e darà disposizioni circa l'invio alle discariche dei restanti quantitativi non utilizzati.

Il materiale destinato a futura utilizzazione dovrà essere sistemato nelle aree che la Direzione Lavori metterà a disposizione come deposito, senza compenso supplementare. Senza compenso supplementare dovrà essere effettuato, inoltre, il distendimento e la sistemazione del terreno di risulta degli scavi nell'ambito del cantiere, se richiesto dalla Direzione Lavori.

Il materiale non utilizzato dovrà essere allontanato senza indugio e trasportato a rifiuto a pubbliche discariche.

La Direzione Lavori farà asportare, addebitando la relativa spesa all'impresa, le materie che fossero state depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

5.7 **Smottamenti**

L'impresa prenderà tutte le precauzioni possibili ed userà i metodi di scavo più idonei allo scopo di evitare smottamenti oltre le linee indicate nei disegni di progetto o approvate dalla Direzione Lavori. Qualsiasi smottamento, movimento di massi o terra, che si verifichi nelle aree e che secondo la Direzione Lavori sia dovuto a negligenza o mancanza di misure di precauzione sarà eliminato a carico dell'impresa. Se tali smottamenti oltrepassano le linee fissate per gli scavi e siano richiesti riempimenti per ripristinare le linee di progetto con impiego di materiali come: argilla, calcestruzzo, ghiaia, ecc., l'onere relativo sarà a carico dell'impresa. I materiali di riempimento saranno scelti dalla Direzione Lavori. Se, a giudizio della Direzione Lavori, gli smottamenti fossero derivati da cause non imputabili all'impresa, il costo dei lavori sarà contabilizzato secondo i prezzi indicati nell'Elenco Prezzi o, in mancanza di questi, secondo gli accordi presi fra l'impresa e la Direzione Lavori.

5.8 **Armature di sostegno degli scavi e strutture esistenti**

5.8.1 *Prescrizioni generali*

L'impresa è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi, delle strutture e dei fabbricati esistenti in prossimità degli stessi; di conseguenza dovrà predisporre armature di sostegno e di contenimento degli scavi in quantità tale da garantire la sicurezza delle opere.

Qualora, data la natura del terreno e la profondità degli scavi e le caratteristiche delle strutture e fabbricati adiacenti, le normali sbadacchiature non si dimostrassero sufficienti, si dovrà procedere alla armatura detta a cassa chiusa (marciavanti) delle pareti della zona, limitatamente alle zone che ne richiederanno l'impiego.

L'eventuale uso di armature degli scavi con palancole metalliche o sistemi simili dovrà essere autorizzato per iscritto dalla Direzione Lavori.

Gli scavi all'aperto ed in sotterraneo dovranno, tempestivamente e per iniziativa dell'impresa, essere sostenuti dalle necessarie armature metalliche o di altra natura, sufficientemente robuste per resistere alle spinte che, secondo la natura dei terreni, saranno chiamate a sopportare; dette armature dovranno essere poste in opera a regola d'arte.

La superficie dello scavo, negli interspazi fra le armature, dovrà essere sostenuta là dove risultasse necessario, con longarine, lastre prefabbricate, lamiere ed in genere con tutti i mezzi e gli accorgimenti atti ad impedire frane e rilasci, e ciò sotto la diretta responsabilità dell'impresa.

Particolare cura dovrà essere posta nel corso di scavi in prossimità dei rilevati arginali e ferroviario, prevedendo mire topografiche sul rilevato al fine di evidenziare anche eventuali minimi cedimenti.

Lo scavo dovrà essere realizzato a sezione obbligata, con utilizzo di blindoscavi, palancole o micropali qualora necessario, per sostenere le pareti verticali. Lo scavo verrà realizzato per tratti finiti di estensione ridotta, pari a quella minima necessaria alla posa delle tubazioni, con rinterro da effettuarsi immediatamente dopo la posa della condotta, in modo da minimizzare l'interferenza con il rilevato. Il rinterro avverrà a strati di spessore massimo 30 cm, previa vagliatura del terreno da utilizzare in modo da verificare l'assenza di frazione organica o trovanti di grosse dimensioni. Gli strati saranno opportunamente compattati secondo le prescrizioni del Disciplinare tecnico di progetto per garantire la stabilità del terreno ad opera finita ed evitare cedimenti.

5.8.2 *Armature provvisorie*

L'impresa è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi, pertanto dove sia necessario, l'impresa dovrà provvedere a puntellare e sbadacchiare gli scavi con armature, in modo da evitare danni alle persone e alle opere in costruzione. La Direzione Lavori potrà ordinare che le armature degli scavi siano aumentate o rinforzate, quando esistono pericoli per gli operai e per la buona esecuzione dei lavori, senza che questo possa costituire motivo di reclamo da parte dell'impresa.

Le armature provvisorie saranno tolte dallo scavo quando la loro funzione portante sarà terminata.

Le armature occorrenti per gli scavi devono essere eseguite a perfetta regola d'arte, in modo da impedire qualsiasi cedimento o deformazione dei materiali non interessati dallo scavo. L'onere per la fornitura di armature provvisorie, qualunque ne sia il tipo ed il numero risaltante necessario, è compreso e compensato nei prezzi degli scavi.

L'impresa dovrà rimuovere dalle pareti e dal fondo degli scavi tutti i frammenti di roccia che fossero instabili e pulire con acqua ed aria compressa tutte le superfici.

5.9 **Drenaggi**

I drenaggi dovranno essere collocati in opera dopo aver compattato, nel limite del possibile, il fondo dello scavo e ciò allo scopo di evitare cedimenti delle strutture sovrastanti.

Durante la posa dovranno essere presi tutti gli accorgimenti necessari per evitare intasamenti e futuri assestamenti.

I drenaggi dovranno avere la granulometria che sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in funzione delle caratteristiche di permeabilità che si vorranno ottenere. In ogni caso, essi dovranno essere assolutamente privi di impurità.

Stesa, compattazione e sagomatura dovranno essere condotte in modo che il massimo ed il minimo spessore rilevabili al lavoro finito abbiano uno scarto sullo spessore prescritto non superiore al 5% di quest'ultimo. La Direzione Lavori potrà ordinare il totale rifacimento del drenaggio: detto rifacimento, ancorché comportasse la perdita parziale e totale degli inerti, sarà a totale cura e spese dell'Appaltatore.

5.10 **Abbassamento della falda con sistema tipo Wellpoints**

Nel caso di scavi al di sotto della falda freatica potrà essere richiesto dalla Direzione Lavori l'uso di un complesso Wellpoints per l'abbassamento della falda stessa.

L'impianto dovrà essere dimensionato a cura dell'Impresa appaltatrice ed installato in modo da consentire un perfetto prosciugamento delle zone di lavoro sarà composto da:

- motopompe aspiranti del tipo centrifugo, con relative pompe a vuoto;
- un impianto di aspirazione e scarico;
- un impianto completo di infissione.

Il dimensionamento dell'impianto dovrà tenere conto degli effetti dell'abbassamento della falda sui terreni circostanti e dovranno essere presi tutti gli accorgimenti necessari per garantire la salvaguardia delle strutture eventualmente presenti in prossimità.

In particolare, nei tratti in prossimità dei rilevati arginali, dovrà essere approntato un sistema di monitoraggio costituito da:

- mire topografiche sul rilevato al fine di evidenziare anche eventuali minimi cedimenti;
- piezometri all'interno del raggio di influenza del sistema di aggettamento (sia internamento che esternamente al corpo arginale), per consentire il monitoraggio del cono di depressione.

Una volta ottenuto il prosciugamento della zona di lavoro, il numero delle pompe in esercizio verrà opportunamente diminuito in modo da ridurlo al minimo indispensabile.

Verrà inoltre monitorata costantemente la qualità delle acque aggettate, prevedendo l'immediato spegnimento delle pompe qualora si riscontrasse un'anomala presenza di sedimenti e materiale fine nell'acqua drenata.

Una volta ottenuto il prosciugamento della zona di lavoro, il numero delle pompe in esercizio verrà opportunamente diminuito in modo da ridurlo al minimo indispensabile.

Il complesso dovrà funzionare in modo continuo per tutto il tempo necessario agli scavi, all'esecuzione delle fondazioni, al consolidamento dei getti, alla posa di cavi e tubazioni per acquedotti e fognature, all'esecuzione di opere di impermeabilizzazione ed eventuali sottopassaggi ed al completamento di strutture sovrastanti sino al raggiungimento del carico dell'equilibrio statico, nonché per l'esecuzione di altri eventuali lavori che potranno essere effettuati, su richiesta dalla Direzione Lavori anche da altre Imprese specializzate.

5.11 Impermeabilizzazione del fondo e pareti di scavo mediante geocomposito bentonitico

Il fondo e le pareti della vasca verranno protetti mediante la posa in opera di un geocomposito bentonitico reidratato in stabilimento.

Il geocomposito dovrà essere costituito da uno strato di bentonite sodica granulare naturale racchiuso tra un geotessile tessuto e un geotessile non tessuto, entrambi ad alta resistenza, in polipropilene. La permeabilità del geocomposito dovrà essere $< 5 \times 10^{-11}$ m/s in accordo a ASTM D5887, resistenza a trazione > 12 kN/m in accordo a EN ISO 10319, allungamento a rottura 15/18% in accordo a EN ISO 10319, spessore 6.5mm, larghezza 5,00 m = lunghezza 40 m, massa della bentonite per unità > 5000 g/mq in accordo a ASTM 5993 EN 14196, indice di rigonfiamento della bentonite > 24 ml/2g in accordo ASTM D 5891, perdita di umidità della bentonite < 18 ml in accordo a ASTM D 5891, massa per unità di geotessile non tessuto pari a 200g/mg in accordo a EN ISO 9864, massa per unità di area geotessile tessuto pari a 110g/mq in accordo a EN ISO 9864. Il prodotto dovrà essere marcato CE.

La fase esecutiva dovrà avvenire secondo le seguenti modalità: il geocomposito dovrà essere applicato su un sottofondo idoneamente costipato con rullo idoneo, il taglio a misura del geocomposito non dovrà essere effettuato sulla linea di giunzione del prodotto, le sovrapposizioni dovranno essere di almeno 250 mm, dovrà essere realizzato un cordolo di sabbia sopra il giunto della sovrapposizione.

5.12 **Interferenze con altri servizi**

E' fatto obbligo all'Impresa, preliminarmente all'inizio dei lavori, contattare gli Enti proprietari di tutte le reti interferenti sia in sottosuolo che in soprasuolo al fine di ottenere il tracciamento in campagna delle stesse e di concordare le modalità per l'esecuzione delle lavorazioni previste in progetto in prossimità delle infrastrutture citate.

Tutte le volte che nell'esecuzione dei lavori si incontrassero condutture o cunicoli di fognatura, condotte di gasdotti, acquedotti, cavi elettrici, telegrafici e telefonici od altri ostacoli imprevisti per cui si rendesse indispensabile qualche variante di tracciato, l'Impresa ha l'obbligo di darne immediato avviso alla Direzione Lavori, che darà le necessarie disposizioni del caso.

Resta stabilito che non sarà tenuto nessun conto degli scavi oltre a quelli ordinati, né delle maggiori profondità a cui l'impresa si sia spinta senza ordine della Direzione Lavori. Particolare cura dovrà porre l'Impresa affinché non siano danneggiate le infrastrutture di Enti terzi presenti in sottosuolo e soprasuolo, e pertanto resta a totale suo l'onere di opere provvisoriale per mantenere la infrastrutture stesse nella loro primitiva posizione utilizzando in tal senso sostegni, puntelli, sbadacchiature, sospensioni, ecc..

Ogni onere connesso all'esecuzione degli scavi in presenza di altri servizi (sostegni provvisori, puntellamenti, cautele e rallentamenti, ecc.) è a carico dell'impresa essendosene tenuto conto nei prezzi di elenco.

Nel caso che l'apertura di uno scavo provochi emanazioni di gas, si allontanerà immediatamente dalla zona ogni causa che possa provocare incendi od esplosioni (fiamme libere, ecc.) e si avvertiranno immediatamente i Vigili del Fuoco, nonché il servizio di pronto intervento dell'Ente proprietario.

Resta comunque stabilito che l'impresa è responsabile di qualsiasi danno che possa derivare dai lavori a dette infrastrutture in sottosuolo e soprasuolo e che è obbligata a ripararle o a farle riparare al più presto sollevando il Committente e la Direzione Lavori da ogni gravame, noia o molestia.

Qualora, per effetto dei lavori da eseguire, dovesse emergere la necessità di spostare provvisoriamente o definitivamente alcuni di tali servizi, l'Appaltatore dovrà darne preavviso alla Direzione Lavori e ottenere le necessarie autorizzazioni; le prestazioni così autorizzate sono a carico della Stazione Appaltante.

5.13 **Transito stradale**

Qualora gli scavi abbiano sviluppo lungo strade delimitate da fabbricati, il loro inizio dovrà essere preceduto da attento esame delle fondazioni degli edifici antistanti, esame

che potrà essere integrato da idonei sondaggi per accertare la natura, profondità e consistenza delle fondazioni stesse in modo da prendere i necessari provvedimenti per evitare qualsiasi danno a edifici e strutture.

Sarà cura dell'Impresa redigere in contraddittorio, con i legittimi proprietari, lo stato di consistenza di quelle strutture o edifici che presentino lesioni o inducano a prevederne la formazione durante i lavori. La relazione sarà corredata da completa documentazione, anche fotografica, installando se necessario, idonee spie.

Tutti gli oneri derivanti da tali operazioni saranno a carico dell'Impresa.

Durante l'esecuzione dei lavori comunque interessanti le strade, quale ne sia la categoria e l'entità del traffico, e per tutta la loro durata dovranno essere adottate tutte le disposizioni necessarie per garantire la libertà e la sicurezza del transito personale e meccanizzato a norma di leggi vigenti.

Dovranno essere costruiti appositi ponticelli di legno o a struttura metallica tubolare, della larghezza minima di 0,60 m, protetti lateralmente da corrimano per dare comodo accesso ai fabbricati situati lateralmente alle trincee.

Sono ugualmente a carico dell'Impresa le segnalazioni luminose di pericolo di tutti gli ostacoli al libero traffico.

Dette segnalazioni devono essere tenute in funzione ogni qualvolta ci sia poca visibilità di giorno e per tutta la notte e dovranno essere sorvegliate continuamente per evitare che per qualsiasi causa rimangano spente.

Quando per ordine della Direzione Lavori si renda necessario impedire il traffico nelle aree interessate dai lavori, l'Impresa dovrà provvedere all'ottenimento dei relativi permessi all'Autorità competente, ad installare le segnalazioni luminose e gli sbarramenti a cavalletto necessari a conveniente distanza ed in punti tali che il pubblico sia avvertito in tempo dell'impedimento, nonché dei percorsi alternativi da utilizzarsi.

6. FONDAZIONI E PAVIMENTAZIONI STRADALI

6.1 Generalità

A maggior comprensione di quanto sarà esposto nei paragrafi seguenti si precisa che:

- la fondazione stradale è quella parte che sta a diretto contatto con la pavimentazione e che ne costituisce la base di appoggio, distribuendone i carichi trasmessi in modo tale da non superare la capacità portante del sottofondo;
- per sottofondazione stradale si intende lo strato di materiale arido su cui poggia la fondazione stradale, realizzato sia per strade in trincea sia per strade in rilevato, secondo le indicazioni e prescrizioni del presente elaborato e dei capitolati ANAS;
- la pavimentazione è la parte del corpo stradale a diretto contatto con il traffico: deve essere resistente all'usura, impermeabile, non sdruciolevole e presentare un basso coefficiente di resistenza al rotolamento. Essa sarà in conglomerato bituminoso costituita da alcuni o da tutti i seguenti strati:
 - strato di base;
 - strato di collegamento (binder);
 - strato di usura.

6.2 Sottofondazione stradale

La fondazione stradale dovrà essere posta su piani di posa che assicurino la protezione della sovrastruttura stessa da infiltrazioni e da contaminazioni di materiali fini, quali limi ed argille e che interrompa le risalite capillari, specie in zone soggette a gelo.

Pertanto, la sottofondazione sarà costituita da materiale proveniente dagli scavi o da cava di prestito ed appartenente esclusivamente ai gruppi A₁ e A₃ e ai sottogruppi A₂₋₄ e A₂₋₅ della classificazione CNR UNI 10006 (AASHTO M 145-49).

6.3 Strato di materiali filtranti (eventuale)

Sotto la fondazione e su richiesta scritta della D.L., si potrà provvedere all'eventuale stesa di uno strato di sabbia filtrante a granulometria uniforme, avente il passante totale in peso così stabilito:

Crivelli e setacci UNI	mm	Miscela passante totale in peso
Crivello	5	100%
Setaccio	2	75 ÷ 100%
Setaccio	0,4	20 ÷ 45%

Setaccio	0,075	0 ÷ 5%
----------	-------	--------

L'onere per la posa di tale materasso nonché la profilatura, l'assetto e la rullatura del piano di posa secondo le pendenze della pavimentazione viene compreso nel prezzo dello strato filtro relativo.

Nel caso in cui la D.L. ritenga invece di appoggiare la fondazione stradale su filtri artificiali, questi potranno essere acquistati direttamente dall'Amministrazione e l'impresa potrà essere chiamata a pagarli su anticipazione anche oltre il 5% dell'importo di contratto.

Il trasporto e la posa in opera di tali filtri artificiali verrà eseguito dall'impresa stessa restando esplicitamente l'onere relativo compreso tra quelli generali del contratto ed entro quelli particolari del prezzo della fondazione stradale.

La posa del materiale artificiale costituito da rotoli di qualunque dimensione verrà effettuata in conformità alle disposizioni della D.L.. Nel caso in cui la Direzione Lavori ritenga opportuno riutilizzare per l'esecuzione delle fondazioni stradali il materiale di demolizione della pavimentazione già esistente, tale materiale demolito e tritato verrà ridisteso o direttamente sul fondo dello scavo o sullo strato-filtro precedentemente creato e ciò a mezzo di macchine livellatrici che consentano la profilatura del materiale stesso.

Il materiale verrà quindi rullato a fondo con rulli lisci o gommati di peso non inferiore a 8 t, fino a completa compattazione ed assicurando eventualmente a mezzo scarifiche la profilatura della superficie dello strato di fondazione così realizzato.

6.4 **Misto granulare stabilizzato**

E' una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI; lo spessore da assegnare alla fondazione è fissato dalla Direzione Lavori.

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono le seguenti:

- sarà privo di elementi aventi dimensioni superiori a 71 mm oppure a forma appiattita, allungata o lenticolare;
- curva granulometrica compresa nel seguente fuso, avente andamento continuo ed uniforme, concorde a quello delle curve limiti:

Crivelli e setacci UNI	mm	Miscela (passante totale in peso)
crivello	71	100
crivello	40	75 ÷ 100
crivello	25	60 ÷ 87
crivello	10	35 ÷ 67
crivello	5	25 ÷ 55

setaccio	2	15 ÷ 40
setaccio	0,4	7 ÷ 22
setaccio	0,075	2 ÷ 10

- rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore od uguale a 2/3;
- percentuale di usura, determinata con la prova di Los Angeles, non superiore al 50% (prova CNR B.U. 34-1973);
- coefficiente di frantumazione dell'aggregato (secondo CNR fascicolo IV/1953) non superiore a 200;
- equivalente in sabbia (prova AASHTO T 176/56, eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento) misurato sulla frazione passante al crivello 5, compreso fra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione della provenienza e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori potrà richiedere la verifica dell'indice di plasticità; se i materiali sono da impiegare in corrispondenza di una trincea, essi dovranno risultare non plastici; se sono da impiegare su rilevati, essi dovranno avere un IP inferiore a 3 con limite di liquidità non superiore al 25%;

- indice di portanza CBR (norma ASTM D 1883-61 T oppure CNR-UNI 10009), dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguita sulla frazione passante al setaccio da 3/4) non minore di 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di umidità di costipamento non inferiore al 4%.

Per quanto concerne le modalità esecutive, l'impresa dovrà attenersi a quanto segue.

La superficie di posa della fondazione dovrà avere le quote, la sagoma e la compattazione prescritta ed essere ripulita da materiali estranei; il materiale, già miscelato o no, secondo il procedimento di lavorazione, sarà steso in uno o più strati di spessore uniforme finito compreso tra 10 e 30 cm, il cui numero sarà fissato dalla Direzione Lavori in relazione al tipo di attrezzatura miscelante e costipante impiegata.

L'aggiunta di acqua è da effettuarsi a mezzo di dispositivi spruzzatori, sino a raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità.

La Direzione Lavori ha la facoltà di sospendere le operazioni, quando a suo esclusivo giudizio, le condizioni ambientali, (pioggia, neve, ecc.) possono in qualche modo danneggiare la buona riuscita del lavoro.

Qualora per eccesso di umidità, danni dovuti al gelo o per qualsiasi altro motivo il materiale messo in opera non risultasse conforme alle prescrizioni, lo strato o gli strati compromessi dovranno essere rimossi, corretti od eventualmente sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria; il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato, che dovrà comunque essere preventivamente approvata dalla Direzione Lavori.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata. Il valore del modulo di deformazione M_d (da eseguire in sito), non dovrà essere inferiore a 700 kg/cm^2 nell'intervallo compreso fra 2,5 e $3,5 \text{ kg/cm}^2$.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza disposto secondo due direzioni ortogonali.

6.5 **Misto cementato per sottofondo stradale**

Dove indicato negli elaborati di progetto il riempimento degli scavi verrà effettuato con misto cementato prodotto in stabilimento e costituito da stabilizzato di pezzatura 0/70 come da voce precedente, impastato con acqua e cemento tipo '325' per il tombamento degli scavi, costipato a strati non superiori a cm 30 con idonee macchine, inclusa la eventuale annaffiatura se richiesta dalla D.L. e le successive ricariche richieste dall'assestamento.

6.6 **Sovrastruttura in conglomerato bituminoso**

6.6.1 *Requisiti generali*

La sovrastruttura in conglomerato bituminoso sarà composta dai seguenti strati: strato di base, strato di collegamento (binder), strato di usura.

6.6.2 Strato di base

Per mezzo di studi preliminari le caratteristiche dello strato di base dovranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni, che l'impresa avrà cura di presentare a tempo debito. Contemporaneamente l'impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

Lo strato di base deve essere costituito da un misto granulare di ghiaia (pietrisco), sabbia e additivo (passante al setaccio 0,075%), impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati e stesa in opera mediante macchine vibrofinitrice.

Il prelievo dei campioni di inerti, per il controllo dei requisiti qui indicati, verrà effettuato secondo le norme CNR vigenti. Saranno impiegati ghiaie, frantumati, sabbia ed additivi aventi i seguenti requisiti:

- l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 40 mm, non presentare forma appiattita, allungata o lenticolare o comunque contenente elementi scistosì;
- la granulometria deve essere compresa in un fuso adeguato con andamento continuo ed uniforme, come da tabella indicata dalla D.L.;
- categoria non inferiore alla IV° del CNR (fasc. IV/ultima edizione);
- la perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme CNR B.U. 34/1973 deve essere inferiore al 30%;
- l'equivalente in sabbia deve essere maggiore di 50 (prova CNR B.U. 27/1972 eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

L'impresa in base a prove di laboratorio potrà proporre alla D.L. la composizione da adottare; ottenutane l'approvazione, dovrà essere assicurata la osservanza della granulometria.

Per quanto concerne il legante, sono da usarsi bitumi rispondenti alle norme CNR; salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori, si adotterà bitume 80-100, con indice di penetrazione compreso tra -2 e +1 .

La percentuale di legante riferita al peso degli inerti dovrà essere compresa tra 3,5% e 6% e dovrà essere comunque la minima che consenta il raggiungimento del valore massimo di stabilità Marshall e compattezza citati precedentemente.

La composizione adottata di miscela non dovrà consentire deformazioni permanenti nello strato, sotto carichi statici o dinamici, nemmeno alle alte temperature estive, mentre

dovrà dimostrarsi sufficientemente flessibile per poter seguire, sotto gli stessi carichi, qualunque eventuale assestamento del sottofondo, anche a lunga scadenza.

Pertanto, la miscela dovrà possedere in sede di confezionamento una stabilità non inferiore a 600 kg ed uno scorrimento compreso fra 1 e 4 mm determinati secondo la prova Marshall a 60° (prova CNR B.U. 30-1973) con costipamento di 50 colpi per faccia.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall deve essere compresa fra il 4 ed il 9%. Qualora non vengano effettuate prove di laboratorio in sede di confezione ed ogni qualvolta la D.L. lo riterrà opportuno, verranno prelevati campioni dalle partite in corso di stesa in misura, comunque, non inferiore ad una volta al giorno.

Tali campioni verranno inviati ai laboratori designati dalla D.L. che provvederanno al confezionamento ed ai controlli dei provini previo riscaldamento del materiale. Si intende che in tale caso la resistenza Marshall non dovrà essere inferiore a 500 kg con gli stessi valori di scorrimento e vuoti.

Il conglomerato verrà confezionato a caldo in apposite centrali di potenzialità adeguata e tali da assicurare il perfetto essiccamento degli aggregati e di tipo tale da assicurare l'accurato dosaggio del bitume; la temperatura degli aggregati e del legante, all'atto del mescolamento, dovrà essere compresa tra 140° e 160°.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma e compattezza.

La stesa del conglomerato non andrà effettuata allorquando le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause, dovranno essere rimossi o sostituiti a totale cura e spese dell'impresa.

La stesa dovrà essere effettuata mediante macchina vibrofinitrice, a temperatura non inferiore a 130°, in più strati finiti di spessore non superiore a 6 cm; il progetto prevede la posa in opera della massicciata in conglomerato bituminoso solamente per le pavimentazioni stradali asfaltate.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano d'attacco mediante spargimento di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 kg/m²; la mano d'attacco dovrà essere effettuata anche in corrispondenza della superficie di contatto con la massicciata.

In corrispondenza dei giunti di ripresa di lavoro e dei giunti longitudinali tra due strisce adiacenti, si procederà alla spalmatura con legante bituminoso allo scopo di assicurare impermeabilità ed adesione alle superfici di contatto. La sovrapposizione degli strati

dovrà essere eseguita in modo che i giunti longitudinali suddetti risultino sfalsati di almeno 30 cm anche nei riguardi degli strati sovrastanti.

La rullatura dovrà essere eseguita in due tempi: in un primo tempo, quando la temperatura è ancora elevata, mediante rulli a tandem leggeri a rapida inversione di marcia, in un secondo tempo, immediatamente successivo al primo, mediante rulli compressori pesanti, ovvero con rulli gommati tutti di peso idoneo ad assicurare il raggiungimento della densità prescritta.

A costipamento ultimato, prima della stesa dei successivi strati di pavimentazione, il peso di volume del conglomerato non dovrà essere inferiore al 98% del peso del volume del provino Marshall costipato in laboratorio con il contenuto ottimo di bitume. Parimenti, dovranno essere prelevati in opera campioni di conglomerato mediante carotatura nella quantità indicata dalla D.L.

La percentuale dei vuoti residui nei campioni di conglomerato prelevati in opera dopo costipamento, non dovrà superare il 9%.

6.6.3 Strati di collegamento bituminoso (binder) e di usura (tappeto)

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del CNR fascicolo IV/ultima edizione), mescolati con bitume a caldo e verrà steso in opera mediante vibrofinitrice e cilindrato con rullo di peso adeguato.

Per quanto riguarda lo strato di collegamento (binder), le percentuali cumulate in peso degli aggregati passanti ai rispettivi vagli sono le seguenti:

AGGREGATO GROSSO (BINDER)			AGGREGATO FINE (BINDER)		
Vagli		Passante	Vagli		Passante
1" $\frac{3}{4}$	44,45 mm	100%	10 ASTM	2 mm	15 ÷ 35%
1" $\frac{1}{2}$	38,1 mm	85 ÷ 100%	40 ASTM	0,42 mm	8 ÷ 23%
1"	25,4 mm	60 ÷ 85%	60 ASTM	0,25 mm	5 ÷ 20%
3/8"	9,5 mm	35 ÷ 60%	200 ASTM	0,074 mm	1 ÷ 8%
4 ASTM	4,76 mm	25 ÷ 45%			

Per quanto riguarda lo strato di usura, le percentuali cumulate in peso degli aggregati passanti ai rispettivi vagli sono le seguenti:

AGGREGATO GROSSO (MANTO D'USURA)			AGGREGATO FINE (MANTO D'USURA)		
Vagli		Passante	Vagli		Passante
3/8"	9,52 mm	100%	10 ASTM	2 mm	45 ÷ 65%
1/4"	6,36 mm	82 ÷ 100%	40 ASTM	0,42 mm	21 ÷ 35%
4 ASTM	4,76 mm	70 ÷ 85%	60 ASTM	0,177 mm	12 ÷ 20%
			200 ASTM	0,074 mm	7 ÷ 9%

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme del CNR, Capitolo II del fascicolo IV/ultima edizione. L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

- la granulometria dovrà essere compresa in un fuso adeguato avente andamento continuo ed uniforme;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme CNR B.U. 1973, inferiore a 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo CNR, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, (CNR, fascicolo IV/10539).

Nel caso si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento e di usura in periodi umidi ed invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%. In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei. L'aggregato fine sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art. 5 delle Norme del CNR predetto.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n° 30 e per almeno il 65% al setaccio n° 200 ASTM. L'impresa, in base a prove di laboratorio ed a campionatura, proporrà alla D.L. la composizione da adottare; ottenutane l'approvazione, dovrà essere assicurata l'osservanza della granulometria.

Il bitume sarà preferibilmente di penetrazione non superiore a 80-100 con un indice di penetrazione compreso fra -0,7 e +0,7 salvo diverso avviso della Direzione Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali.

Il bitume dovrà avere i requisiti prescritti dalle “*Norme per l'accettazione di bitumi*” del CNR fascicolo II/ultima edizione, alle quali si rimanda anche per la preparazione dei campioni da sottoporre a prove.

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento e di usura dovrà avere una composizione granulometrica idonea ad ottenere le caratteristiche di seguito

precisate. La dimensione massima degli inerti sarà determinata dalla D.L., in funzione degli spessori da realizzare.

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,8% ed il 6% del peso dell'inerte per lo strato di collegamento e tra il 5% ed il 6% per lo strato di usura. Esso dovrà essere il minimo per consentire il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e di compattezza.

Il conglomerato bituminoso destinato alla risagomatura, conguagli ed alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall eseguita, in sede di confezione a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 700 kg (collegamento) e 800 kg (usura).

I valori dello scorrimento, sempre alla prova Marshall corrispondente alle condizioni di impiego prescelte, devono essere compresi tra 2 e 4 mm. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compreso tra 3 ed 8%.

Qualora non vengano effettuate prove di laboratorio in sede di confezione, ed ogni qualvolta la Direzione Lavori lo riterrà opportuno, verranno prelevati campioni di conglomerato dalle partite in corso di stesa in misura comunque non inferiori ad una volta al giorno.

Tali campioni verranno quindi inviati ai laboratori che provvederanno al confezionamento ed ai controlli dei provini previo riscaldamento del materiale. Si intende che in tal caso la resistenza dovrà non essere inferiore a 550 kg con gli stessi valori di scorrimento e vuoti (collegamento) e a 650 kg (usura);

- elevata resistenza all'usura superficiale;
- sufficiente ruvidezza della superficie, tale da non renderla scivolosa;
- il volume dei vuoti residui a cilindratura finita dovrà essere compreso tra 4% e 10%.

L'impresa ha l'obbligo di fare eseguire, presso un laboratorio designato dalla Direzione Lavori, prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione. La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche; l'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Gli impasti saranno eseguiti a mezzo di impianti fissi approvati dalla D.L.. In particolare, essi dovranno essere di potenzialità adeguata e capaci di assicurare il perfetto essiccamento, la separazione della polvere ed il riscaldamento uniforme della miscela di aggregati, la classificazione dei singoli aggregati mediante la vagliatura ed il controllo

della granulometria, la perfetta dosatura degli aggregati mediante un'idonea apparecchiatura che consenta il dosaggio delle categorie degli aggregati già vagliati prima dell'invio al mescolatore, il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme fino al momento dell'impasto ed il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo.

La temperatura degli aggregati e del legante all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 140 °C e 160 °C; la temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 140 °C e non superiore a 160 °C.

La Direzione Lavori provvederà al controllo frequente delle composizioni granulometriche degli aggregati e del conglomerato, della quantità del filler, degli additivi e del bitume, della temperatura degli aggregati e del bitume.

A tal fine gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti saranno munite di termometri fissi.

Nei tratti ove la Direzione Lavori riterrà necessario eseguire la posa del conglomerato di conguaglio e dello strato di collegamento, questi verranno stesi, nei modi sotto precisati, in modo da sagomare la carreggiata, come risulterà possibile e necessario, secondo le disposizioni della Direzione Lavori. A lavoro ultimato, la carreggiata dovrà risultare perfettamente sagomata con i profili e le pendenze prescritte dalla Direzione Lavori.

Si procederà ad un'accurata pulizia della superficie da rivestire, ed alla stesa sulla superficie stessa di un velo continuo di ancoraggio con emulsione tipo ER 55 od ER 60 in ragione di 0,5 kg/m²; immediatamente farà seguito la stesura di ogni strato; gli strati verranno stesi a metà strada per volta per non interrompere la continuità del traffico. L'applicazione dei conglomerati bituminosi verrà fatta a mezzo di macchina vibrofinitrice in perfetto stato d'uso.

Le macchine per la stesa dei conglomerati, analogamente a quelle per la confezione dei conglomerati stessi, dovranno possedere caratteristiche di precisione di lavoro, tale che il controllo umano sia ridotto al minimo.

Il materiale verrà disteso a temperatura non inferiore a 130 °C.

La stesa del conglomerato non andrà effettuata quando le condizioni meteorologiche non siano tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro. In particolare, se la temperatura dello strato di posa è inferiore a 10 °C, o se la superficie è umida, si dovranno adottare, previa comunicazione alla Direzione Lavori, degli accorgimenti che consentano di ottenere ugualmente la compattazione dello strato messo in opera e l'aderenza con quello inferiore (trasporto con autocarri coperti, uso di additivi, adesivi, ecc.).

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause, dovranno essere sostituiti a totale cura e spese dell'impresa, e non potrà in ogni caso aver luogo la chiamata in causa di forza maggiore.

Nella stessa si dovrà porre grande attenzione alla formazione del giunto longitudinale, che deve essere tale da presentare una superficie liscia finita.

La superficie dovrà presentarsi priva di ondulazioni; un'asta rettilinea lunga metri 4, posta sulla superficie pavimentata, dovrà aderirvi con uniformità. Solo su qualche punto sarà tollerato uno scostamento non superiore a 4 mm. Gli strati saranno compressi con rulli meccanici o gommati a rapida inversione di marcia del peso di circa $6 \div 8$ t; durante la messa in opera del binder, si prevede che gli strati siano compresi tra 3 e 6 cm.

Gli spessori complessivi di binder e tappeto d'usura sono indicati negli elaborati di progetto.

La rullatura comincerà ad essere condotta alla più alta temperatura possibile, iniziando il primo passaggio con le ruote motrici e proseguendo in modo che un passaggio si sovrapponga parzialmente all'altro; si procederà pure con passaggi in diagonale.

Il costipamento sarà ultimato con rullo statico da $12 \div 14$ t o con rulli gommati del peso di $10 \div 12$ t. A costipamento ultimato il peso di volume del conglomerato non dovrà essere inferiore al 98% del peso di volume del provino Marshall costipato in laboratorio con contenuto ottimo di bitume. Dovranno essere prelevati in opera campioni di conglomerato mediante carotatura nella quantità indicata dalla D.L..

6.6.4 Sigillatura superficiale dello strato di collegamento

Potrà essere richiesta dalla D.L. la sigillatura superficiale con sabbia pretrattata degli strati di collegamento o risagoma.

Tale sigillatura verrà effettuata nel modo seguente: il bitume per il pretrattamento della sabbia dovrà essere di penetrazione 180-200 ed avere requisiti di punto di rammollimento di rottura, duttilità, solubilità ecc. prescritti dalle norme per l'accettazione dei bitumi del CNR fascicolo II/ultima edizione, alle quali si rimanda anche per la preparazione dei campioni da sottoporre a prove.

L'emulsione bituminosa per la preparazione della superficie da trattare dovrà avere le caratteristiche di composizione e fisiche prescritte dalle norme CNR fascicolo II/ultima edizione.

La sabbia dovrà provenire da fiumi o da cave, essenzialmente silicea e viva pulita e praticamente esente da argilla, terriccio ed altre materie estranee e dovrà corrispondere ai requisiti previsti dalle vigenti norme del CNR.

La miscela di sabbia e bitume pretrattata per la preparazione dell'impasto dovrà rispettare la seguente composizione:

- sabbia

passata al setaccio n° 10	100%
passata al setaccio n° 40	60 ÷ 70%
passata al setaccio n° 80	10 ÷ 20%
passata al setaccio n° 100	0 ÷ 10%

I setacci indicati sono quelli della serie UNI e le percentuali sono riferite al peso dell'inerte; inoltre, esso dovrà essere preventivamente riscaldato a 180 °C nel cilindro essiccatore.

- leganti: il legante costituito da bitume dovrà essere compreso fra l'1,2% e l'1,5% riferito al peso degli aggregati.

L'impresa ha l'obbligo di fare eseguire, presso un laboratorio designato dalla Direzione Lavori, prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità della Società relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei materiali impiegati. Una volta accettata la composizione proposta, l'impresa dovrà ad essa attenersi scrupolosamente.

Gli impasti saranno eseguiti a mezzo di impianti fissi approvati dalla Direzione Lavori. In particolare, essi dovranno essere di potenzialità adeguata e capaci di assicurare il perfetto funzionamento ed essiccamento, la separazione della polvere ed il riscaldamento uniforme della miscela di aggregati, la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliature ed il controllo della granulometria, la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta il dosaggio delle categorie di aggregati già vagliati prima dell'invio al mescolatore, il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme fino al momento dell'impasto ed il perfetto dosaggio del bitume.

La temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 150 °C e 170 °C; la temperatura dell'impasto di pretrattamento all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 140 °C.

A discrezione della Direzione Lavori dovranno essere frequentemente controllate le composizioni granulometriche degli aggregati e dell'impasto.

La sabbia pretrattata dovrà essere stesa sulla superficie da saturare dopo 2 ÷ 3 giorni dalla stesa del binder, previa pulizia, eventualmente anche con soffiatura della superficie stessa e previa stesura dell'emulsione bituminosa (al 55% di bitume in quantità e non inferiore a 0,3 kg per m²).

La stesa dell'impasto avverrà a mezzo di macchine che consentano il suo dosaggio uniforme sulla superficie da trattare in quantità pari a 2,5 litri per m².

Lo strato verrà poi rullato con rullo leggero metallico o gommato a rapida inversione di marcia. Dopo un congruo periodo di tempo dall'apertura al traffico delle superfici così trattate, l'impresa dovrà effettuare la spazzolatura delle superfici asportando la sabbia eventualmente incorporata.

L'impresa deve avere cura che subito dopo la stesa, la pavimentazione trattata dovrà essere interessata da due passate da un autocarro che trascini una stadia in legno, rivestita da sacchi di tela in modo da consentire la uniforme chiusura dei vuoti della pavimentazione.

A lavori finiti, le superfici bitumate non dovranno presentare deformazioni e dovranno avere pendenze trasversali corrispondenti a quelle fissate dalla D.L..

Eventuali deformazioni conseguenti ad assestamento o cedimenti del rilevato e del sottofondo, dovranno essere corretti e ripresi a cura e spese dell'Appaltatore. Così pure, ulteriori difetti che dovessero riscontrarsi al piano viabile bitumato ultimato dovranno essere corretti a cura e spese dell'Appaltatore, sia demolendo e rifacendo il piano viabile stesso e risanando il sottofondo, sia ricaricando eventualmente il piano viabile con conglomerato bituminoso in modo che il lavoro finito risulti a regola d'arte.

6.7 **Guaina in geocomposito**

La membrana è progettata per essere impiegata come strato impermeabile antipumping per vie carrabili per interventi di rafforzamento, impermeabilizzazione e ripartizione di carichi su sottofondi in conglomerato bituminoso. Permette il recupero di strade con ammaloramenti, previa fresatura della parte superficiale della pavimentazione, eventuale risagomatura con conglomerato bituminoso.

La guaina impiegata è costituita da un compound impermeabilizzante e da una armatura ad elevate prestazioni a base di rete di vetro di dimensioni 12,5 mm x 12,5 mm accoppiata ad un velo di vetro. Il compound è formato da una miscela di bitume distillato modificato con elastomeri radiali termoplastici SBS, resine idrocarboniche, compatibilizzanti sintetici e filler inerti stabilizzanti.

La membrana è trattata sulla faccia superiore con inerte antiaderente o con un leggero tessuto non tessuto sintetico o con un film polimerico che scompaiono con il calore di posa del conglomerato.

6.7.1 *Modalità di impiego*

Prima di applicare la membrana è consigliabile la stesa di uno strato di una emulsione per mano di attacco in quantitativo minimo di 300 gr./mq. Prima dell'inizio della stesa del conglomerato bituminoso, è opportuno "fermare" le teste dei rotoli iniziali mediante incollaggio a fiamma alla superficie sottostante o mediante stesura di un adeguato quantitativo sulla testa di stesa di conglomerato bituminoso per evitare che la vibrofinitrice trascini la membrana durante l'avvio della stesa. Per evitare il trascinamento e l'apertura delle sovrapposizioni di testa durante l'avanzamento della vibrofinitrice è obbligatorio che il lembo superiore della membrana sia disposto nel verso del senso di marcia della stessa. Se durante la stesura del conglomerato si dovessero formare delle bolle di vapore sotto la membrana impermeabile, questa deve essere immediatamente aperta mediante un taglio con un "cutter" al fine di sgonfiare la bolla. La sua continuità sarà quindi ricostituita con un rappezzo di adeguate dimensioni saldato a fiamma. La particolare autoadesività del prodotto ha ottime prestazioni fino a temperature di + 15°C, con temperature fredde, dopo l'applicazione della membrana, è opportuna una rullatura della stessa prima della stesura del conglomerato bituminoso caldo. Lo spessore minimo di conglomerato bituminoso necessario per la ricopertura della membrana deve essere di 4 / 5 cm.

6.8 ***Pavimentazione in masselli di calcestruzzo***

I cubetti saranno posti in opera su una fondazione in precedenza predisposta e con l'interposizione di uno strato di sabbia dello spessore sciolto minimo di cm 6, massimo di cm 10. Per favorire l'assestamento, la battitura dovrà essere accompagnata da abbondanti bagnature del letto di sabbia. La battitura dovrà essere eseguita in almeno tre riprese, con pestelli metallici del peso di almeno kg 20.

Il pavimento verrà coperto, dopo le prime battiture, con un sottile strato di sabbia fine, che verrà fatta penetrare, mediante scope ed acqua, in tutte le connessure, in modo da chiuderle completamente.

L'ultima battitura dovrà essere eseguita dopo avere corretto le eventuali deficienze di sagoma o di posa e dovrà essere condotta in modo da assestare definitivamente i singoli cubetti. I cubetti che a lavorazione ultimata apparissero rotti o deteriorati o

eccessivamente porosi, stentando per esempio ad asciugarsi dopo la bagnatura, dovranno essere sostituiti, a cura e spese dell'Impresa, con materiale sano.

La posa dei cubetti dovrà essere fatta nel modo più accurato, cosicché i giunti risultino il più possibile serrati e sfalsati di corso in corso e in modo da assicurare, dopo energica battitura, la perfetta stabilità e regolarità del piano viabile.

La pavimentazione ultimata dovrà corrispondere esattamente alle quote e alle livellette di progetto stabilite dalla Direzione dei Lavori e non presentare in nessuna parte irregolarità o depressioni superiori a 1 cm rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di 3 metri appoggiata longitudinalmente sul manto.

6.9 **Scarificazione di pavimentazioni esistenti**

6.9.1 *Generalità*

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massiciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato. La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di elenco prezzi, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'impresa.

6.9.2 *Fresatura di strati in conglomerato bituminoso*

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatori, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L..

La superficie dello scavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (tale prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.; qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in

eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato, che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica. Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio. Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito. Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato sia le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

Il progetto in questione prevede uno strato complessivo di scarificazione pari a 10 cm di spessore o frazione.

6.9.3 Taglio di strati in conglomerato bituminoso

Il taglio della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di dischi diamantati, nonché del relativo circuito per il rifornimento di acqua sulla superficie di taglio.

Le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L..

La superficie di taglio dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti. L'impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di taglio stabiliti dalla D.L.; qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato, che potranno autorizzare la modifica delle quote di taglio. La pulizia dei piani di taglio dovrà essere eseguita impiegando getti d'acqua in grado di rimuovere i residui di taglio ed i fanghi eventualmente prodottisi al fine di ottenere la necessaria pulizia delle superfici bituminose tagliate per garantire la necessaria continuità ai conglomerati utilizzati per i ripristini delle superfici scavate.

I piani di taglio, prima della posa in opera degli strati di conglomerato di ripristino, dovranno risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

7. GEOSINTETICI

7.1 Geotessili in tessuto non tessuto

7.1.1 Generalità

I geotessili in tessuto non tessuto potranno essere usati con funzione di filtro per evitare il passaggio della componente fine del materiale esistente in posto, con funzione di drenaggio.

I geotessili andranno posati dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dalla Direzione Lavori.

7.1.2 Caratteristiche dei materiali

Il geotessile sarà composto da fibre sintetiche in poliestere o in polipropilene, in filamenti continui, coesionate mediante sbugliatura meccanica senza impiego di collanti o trattamenti termici, o aggiunta di componenti chimici.

In relazione alle esigenze esecutive ed alle caratteristiche del lavoro, verranno posti in opera geotessili di peso non inferiore a 4.0 N/m² (400 g/m²). In funzione del peso unitario, i geotessili dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

peso unitario	$\geq 4 \text{ N/m}^2$
spessore a secco	$\geq 3.5 \text{ mm}$
resistenza a trazione	$\geq 1.5 \text{ kN/5 cm}$
allungamento a rottura	$\geq 40 \%$

La superficie del geotessile dovrà essere rugosa ed in grado di garantire un buon angolo di attrito con il terreno. Il geotessile dovrà essere inalterabile a contatto con qualsiasi sostanza e agli agenti atmosferici, imputrescibile, inattaccabile dai microrganismi e dovrà avere ottima stabilità dimensionale.

7.1.3 Modalità esecutive

Il terreno di posa dovrà essere il più possibile pulito da oggetti appuntiti o sporgenti, come arbusti, rocce od altri materiali in grado di produrre lacerazioni.

I teli srotolati sul terreno verranno posti in opera mediante cucitura sul bordo fra telo e telo, o con sovrapposizione non inferiore a 30 cm. Il fissaggio sul piano di posa sarà effettuato in corrispondenza dei bordi longitudinali e trasversali con infissione di picchetti di legno della lunghezza di 1.50 metri, a distanza di 1 metro.

7.1.4 Prove di accettazione e controllo

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare alla D.L. i certificati rilasciati dal Costruttore che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali.

8. OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

8.1 Generalità

L'Impresa dovrà attenersi, per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo, alle "Norme Tecniche per Costruzioni" alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica, emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici, con D.M. 14.01.2008.

La composizione della miscela del calcestruzzo sarà basata sui risultati di prove di laboratorio eseguite a cura dell'Impresa e sotto la sua responsabilità.

L'Impresa è tenuta a sottoporre preventivamente all'approvazione dall'ufficio di Direzione Lavori la composizione degli impasti e a concordare con essa durante il lavoro le eventuali variazioni necessarie, che, comunque, non potranno costituire motivo per l'Impresa di richiesta di sovrapprezzo.

8.2 Calcestruzzo

8.2.1 Caratteristiche dei materiali

8.2.2 Inerti

Gli aggregati dovranno essere conformi a quanto specificato dalla norma UNI 8520, la quale differenzia le loro caratteristiche in:

- fondamentali, che devono essere sempre soddisfatte dagli aggregati destinati alla
- confezione di calcestruzzi;
- aggiuntive, che devono essere verificate per particolari o specifici impieghi o a seguito di prescrizioni ulteriori.

Gli aggregati sono suddivisi in tre categorie di diverso livello qualitativo (A, B e C); un aggregato risulta di categoria A, B o C quando soddisfa tutti i requisiti fondamentali relativi a quella specifica categoria. Per un aggregato può essere richiesto di soddisfare per una specifica categoria una o più caratteristiche aggiuntive.

La scelta di un aggregato che soddisfi le categorie A o B è legata alla classe di esposizione della struttura cui è destinato il calcestruzzo:

- categoria A senza limitazioni per classi di esposizione;
- categoria B per classi di esposizione X0 e XC1;
- categoria C per calcestruzzi di classe di resistenza < C12/15.

Gli inerti per i calcestruzzi e le malte dovranno possedere i requisiti fissati nel R.D. 16.11.1939 n. 2229, D.M. 01.11. 1959 n. 1363 ed altresì rispondere alle caratteristiche

fissate nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" del D.M. 14 gennaio 2008 e UNI 8520/2.

L'inerte fine dovrà essere costituito da sabbia naturale opportunamente selezionata e libera da particelle scagliose.

L'inerte grosso dovrà essere costituito da ghiaia naturale o pietrisco proveniente dalla frantumazione di adatto materiale roccioso.

In ogni caso, tutti gli inerti forniti dall'impresa saranno soggetti all'approvazione dell'ufficio di Direzione Lavori che potrà sottoporli a spese dell'impresa a tutte le prove che riterrà opportune.

La sabbia dovrà essere graduata secondo i seguenti limiti:

Lato del vaglio a foro quadrato (mm)	Percentuale passante (%)
4.760	100
2.380	80 ÷ 100
1.190	50 ÷ 85
0.590	25 ÷ 60
0.297	10 ÷ 30
0.149	2 ÷ 10

Il modulo di finezza della sabbia dovrà aggirarsi attorno a 2,3 con scarti di +/- 20%.

L'inerte grosso dovrà essere graduato in peso secondo la seguente relazione:

$$P = 1002 d/D$$

ove P è la percentuale in peso che passa attraverso i setacci di maglia quadrata d, mentre D è il diametro massimo dell'inerte.

Il modulo di finezza della miscela sabbia-ghiaia potrà variare tra 5,5 e 7,5.

La raccolta dei materiali lavati e vagliati dovrà avvenire in appositi sili o depositi muniti di drenaggi per scolare l'eccesso di acqua.

Gli inerti saranno misurati normalmente a peso con tolleranze del 2%, tenendo conto del grado di umidità degli stessi.

Per la sabbia, la somma della percentuale in peso delle sostanze nocive, quali argilla, mica, limo, deve essere minore o uguale al 5%. Le sostanze organiche devono essere minori o uguali all'1%.

Per la ghiaia la percentuale di argilla e limo dovrà essere minore o uguale al 2% in peso.

Gli inerti avranno una forma pressoché sferica o cubica e la percentuale delle particelle di forma allungata od appiattita non dovrà eccedere il 15% in peso.

Gli inerti utilizzati dovranno essere non gelivi.

8.2.3 Cemento

Il cemento sarà sottoposto a cura e spese dell'impresa alle prove di accettazione stabilite dalle norme di legge sui leganti idraulici, che dovranno possedere i requisiti stabiliti dalla Legge 26.05.1965 n. 595 ("Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici"), dal D.M. 14.01.1966, dal D.M. 03.06.1968 ("Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi"), dal D.M. 31.08.1972 ("Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche") e dal Decreto del Ministero dell'Industria n. 126 del 09.03.1988 e s.m.i.

Per quanto riguarda composizione, specificazione e criteri di conformità per i cementi comuni, si farà riferimento a quanto previsto dal D.M. 19 settembre 1993, che recepisce le norme unificate europee con le norme UNI ENV 197-1, nonché ai successivi aggiornamenti della norma UNI EN 197-1: 2001 "Cemento – Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni" ed UNI EN 197-2: 2001 "Cemento – Valutazione della conformità".

Ogni partita di cemento effettivamente utilizzata dovrà essere accompagnata dal certificato di fabbrica attestante le caratteristiche del prodotto.

Il dosaggio di cemento dovrà essere fatto a peso.

Non sarà permesso mescolare fra di loro diversi tipi di cemento e per ciascuna struttura si dovrà impiegare un unico tipo di cemento.

La conservazione del cemento sciolto avverrà in appositi sili. Il cemento in sacchi sarà custodito in luogo coperto, secco e ventilato; in ogni caso il cemento non potrà restare in deposito più di 90 giorni; ogni 4 mesi si effettuerà lo svuotamento e la pulizia dei sili o dei depositi.

8.2.4 Acqua

L'acqua di impasto dovrà essere dolce, limpida e non contenere tracce di cloruri o solfati né sostanze organiche od oli minerali che possano compromettere la presa e l'indurimento del calcestruzzo o diminuirne le caratteristiche di resistenza, impermeabilità e durabilità o incrementandone l'aggressività verso i ferri di armatura. La torbidità dell'acqua non dovrà superare 2000 parti per milione e la concentrazione di SO_4 sarà inferiore a 0,05%. Il dosaggio dell'acqua sarà fatto a volume tenendo conto dello stato igrometrico degli inerti e dovrà rispettare le indicazioni contenute negli elaborati progettuali.

8.2.5 Materiali per giunti

Per ottenere la perfetta tenuta idraulica fra strutture giuntate o fra riprese di getti di calcestruzzo, si possono adottare nastri in PVC del tipo a parete o in gomma o in lamierino di rame, che dovranno essere posti in opera con particolari precauzioni e, ove necessario, con interposizione di adatti materiali isolanti o sigillatura con speciali mastici e collanti.

I nastri ed i lamierini vanno giuntati incollando, vulcanizzando o saldando fra loro i vari elementi. In tutte le strutture in calcestruzzo in cui è previsto l'utilizzo di dispositivi di tenuta (in corrispondenza di giunti ovvero di riprese di getto) il getto del calcestruzzo non potrà avvenire prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato la corretta messa in opera di tutti i dispositivi di tenuta. Se ritenuto necessario, la D.L. potrà richiedere all'impresa appaltatrice (senza alcun onere aggiuntivo) il riposizionamento degli elementi di tenuta ovvero la loro sostituzione qualora essi dovessero presentarsi degradati, ammalorati oppure non conformi alle caratteristiche riportate sugli elaborati di progetto. La modalità di esecuzione di tali giunzioni dovrà essere approvata dall'ufficio di Direzione Lavori.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione, a tenuta o meno, delle strutture in c.a., ove richiesto dall'ufficio di Direzione Lavori, si possono posizionare lastre tipo Populit dello spessore di 2 cm, protette sulle facce contro il getto da eseguire con un foglio di cartone bitumato, oppure possono essere impiegati materiali inerti di riempimento quali cartonfeltro bitumato, polistirene espanso od altri materiali plastici di vari spessori.

Le superfici di contatto dei materiali devono essere perfettamente asciutte e lisce.

Tutti gli inserti a tenuta dovranno essere opportunamente fissati saldamente in vario modo per evitare, durante le operazioni di getto del calcestruzzo, spostamenti tali da comprometterne la funzionalità.

8.2.6 Additivi

Allo scopo di modificare le proprietà del calcestruzzo, in modo tale da migliorare e rendere più facile ed economica la sua posa in opera, rendere le sue prestazioni maggiormente idonee all'opera da eseguire, migliorare la sua durabilità, sarà possibile fare uso di additivi.

Gli additivi da impiegarsi nei calcestruzzi potranno essere:

- fluidificanti;
- acceleranti di presa;
- ritardanti di presa;

- impermeabilizzanti.

L'impiego di additivi dovrà essere preventivamente autorizzato della Direzione Lavori, seguendo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda dosature e modalità d'impiego. Potranno essere usati solo additivi di cui sia attestata la conformità, mediante idonea certificazione, alle norme UNI vigenti (UNI EN 934).

Il produttore di additivi dovrà esibire:

- risultati provenienti da un'ampia sperimentazione pratica sul tipo e la dose dell'additivo da usarsi;
- prove di un laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle vigenti disposizioni.

Il produttore dovrà garantire la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti finiti; inoltre, dovrà mettere a disposizione, su richiesta, propri tecnici qualificati e specializzati nell'impiego degli additivi, per la risoluzione dei vari problemi tecnici connessi all'impiego degli stessi, in relazione alla migliore esecuzione delle opere.

Per il dosaggio, gli additivi in polvere saranno dosati in peso; quelli plastici o liquidi potranno essere dosati in peso od in volume con un limite di tolleranza del 3% sul peso effettivo.

Fluidificanti

Al fine di migliorare la lavorabilità a pari contenuto d'acqua (o ridurre l'acqua di impasto a parità di lavorabilità), incrementare la resistenza alle brevi e lunghe stagionature, migliorare l'omogeneità degli impasti, al calcestruzzo di qualsiasi tipo e per qualsiasi uso potrà essere aggiunto un additivo fluidificante e incrementatore delle resistenze meccaniche, nella misura di $0,15 \div 0,40 \text{ cm}^3$ per N di cemento ($150 \div 400 \text{ cm}^3$ per quintale di cemento).

Gli additivi fluidificanti verranno aggiunti ad un normale impasto di calcestruzzo per ottenere un calcestruzzo reoplastico caratterizzato da un'elevata lavorabilità, bleeding bassissimo, ottime resistenze meccaniche, elevata durabilità e basso ritiro.

Come additivo fluidificante può essere usato un additivo di tipo aerante a base di sostanze tensioattive che verrà impiegato nella misura di $0,03 \div 0,10 \text{ cm}^3$ per N di cemento ($30 \div 100 \text{ cm}^3$ per quintale di cemento). La prova del contenuto d'aria sarà eseguita con il metodo UNI 12350.

Il dosaggio sarà fatto nella misura di $1,5 \text{ cm}^3$ per N di cemento (1,5 litri per quintale di cemento); dosaggi diversi sono possibili in relazione alle specifiche condizioni di lavoro.

Detto componente dovrà impartire al calcestruzzo le seguenti caratteristiche:

- a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18÷20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 12350, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2÷3 cm;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a 0,05 cm³/cm²;
- il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera, non dovrà ridursi più del 50% (a temperatura ambiente di circa 20 °C).

Acceleranti di presa

Per l'esecuzione di getti nella stagione fredda, nella prefabbricazione o in tutte le situazioni in cui è richiesto uno sviluppo di resistenza molto elevato, specialmente alle brevi stagionature, si potranno usare, su approvazione e/o ordine della Direzione Lavori, additivi acceleranti di presa per ottenere un calcestruzzo caratterizzato da elevata lavorabilità, bleeding bassissimo, elevata durabilità e basso ritiro.

L'additivo verrà mescolato nel calcestruzzo normale nella misura di 2,5 cm³ per N di cemento (2,5 litri per quintale di cemento).

Dosaggi diversi sono possibili in relazione alle specifiche condizioni di lavoro.

Detto componente impartirà al calcestruzzo le seguenti caratteristiche:

- a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18÷20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 12350, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2÷3 cm;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122) inferiore a 0,05 cm³/cm².

Ritardanti di presa

Per l'esecuzione dei getti di grandi dimensioni, per getti in climi caldi, per lunghi trasporti, per calcestruzzo pompato e in genere nelle situazioni in cui è richiesta una lunga durata della lavorabilità, si userà un calcestruzzo caratterizzato da elevata lavorabilità, bleeding bassissimo, ottime resistenze meccaniche, elevata durabilità e basso ritiro. Detto calcestruzzo verrà ottenuto aggiungendo ad un normale impasto di cemento, inerti ed acqua, un componente per calcestruzzo reoplastico, nella misura di 1,5 cm³ per N di cemento (1,5 litri per quintale di cemento); dosaggi diversi sono possibili in relazione alle specifiche condizioni di lavoro.

Detto componente dovrà impartire al calcestruzzo le seguenti caratteristiche:

- a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18÷20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 12350, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2÷3 cm;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122) inferiore a 0,05 cm³/cm²;
- il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera a temperatura ambiente non dovrà ridursi di più di 2 cm.

Impermeabilizzanti

Il calcestruzzo destinato a strutture che in relazione alle condizioni di esercizio debbano risultare impermeabili, dovrà:

- presentare a 7 giorni un coefficiente di permeabilità inferiore a 10⁻⁹ cm/s;
- risultare di elevata lavorabilità, così da ottenere getti compatti e privi di porosità microscopica;
- presentare un bleeding estremamente modesto, in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti di acqua e pertanto porosi e permeabili.

I requisiti di cui al punto precedente verranno ottenuti impiegando dei calcestruzzi caratterizzati da elevata lavorabilità, bleeding bassissimo, ottime resistenze meccaniche, elevata durabilità e basso ritiro, ottenuti aggiungendo ad un normale impasto di cemento un superfluidificante tale da conferire caratteristiche reoplastiche al calcestruzzo, con almeno 20 cm di slump (in termini di cono di Abrams), scorrevole ma al tempo stesso non segregabile ed avente lo stesso rapporto a/c di un calcestruzzo senza slump (2 cm) non additivato inizialmente.

Il rapporto a/c deve essere 0,42÷0,44 in modo tale da conferire una perfetta impermeabilità del getto (in corrispondenza di tale rapporto, parlando in termini di coefficiente di Darcy, questo deve essere dell'ordine di 10÷12).

In termini di tempo di lavorabilità, il superfluidificante deve essere in grado di conferire al calcestruzzo una lavorabilità di 1 ora alla temperatura di 20 °C; in termini di slump, dopo un'ora il valore dello slump non dovrà ridursi più del 50%.

Sempre a riguardo della impermeabilità, il calcestruzzo dovrà presentare un bleeding inferiore a 0,05 cm³/cm², in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti d'acqua e, pertanto, porosi e permeabili.

8.2.7 Classificazione dei calcestruzzi

Il calcestruzzo è classificato in base alla resistenza caratteristica cubica a compressione (R_{ck}) dopo 28 giorni di stagionatura. I dosaggi di cemento indicati negli elaborati progettuali hanno valore di contenuto minimo accettabile e, pertanto, l'impresa non potrà in nessun caso dosare i calcestruzzi con quantità di cemento inferiore a quelli indicati.

Se non diversamente specificato, il progetto prevede l'utilizzo delle seguenti classi di conglomerato cementizio:

- $R_{ck} \geq 15 \text{ N/mm}^2$: posa in opera di calcestruzzo di sottofondazione e opere di fondazioni non armate, per rinfilanco di tubazioni e/o condotti o per intasamento, in corrispondenza di attraversamenti o punti singolari, confezionato con due o più pezzature di inerte in modo da ottenere una distribuzione granulometrica adeguata all'opera da eseguire;
- $R_{ck} \geq 45 \text{ N/mm}^2$: posa in opera di calcestruzzo strutturale armato di qualsiasi forma e dimensione a qualsiasi altezza e profondità, con ogni onere per opere provvisorie, incluso l'onere di eventuali riprese sulle parti in vista con malta di cemento con granulometria di inerti approvata dalla D.L.

La granulometria dell'impasto di calcestruzzo dovrà essere preventivamente sottoposta all'approvazione della Direzione dei lavori e studiata in modo tale da ottenere la resistenza di cui alla tabella sopra riportata.

Il rapporto acqua-cemento sarà specificatamente indicato negli elaborati progettuali, oppure sarà oggetto di una serie di prove preventive che l'Appaltatore svolgerà sotto il controllo dell'ufficio di Direzione Lavori.

I rapporti fissati dovranno essere strettamente rispettati durante tutti i lavori.

La classe di consistenza (o lavorabilità) approvata dall'ufficio di Direzione Lavori sarà costantemente controllata durante il corso dei lavori e potrà variare a discrezione dell'ufficio di Direzione Lavori per migliorare la qualità dei calcestruzzi.

La classe di esposizione da rispettare è riportata nei relativi elaborati grafici.

Il mix design del calcestruzzo, sia come curva granulometrica degli aggregati sia come tipo e quantitativi di additivi in relazione al legante utilizzato, dovrà necessariamente tenere conto delle esigenze di trasporto, ovvero dei tempi intercorrenti tra la composizione e miscelazione all'impianto di betonaggio e la messa in opera dello stesso. Il mix design di progetto dovrà garantire, inoltre, la corretta classe di lavorabilità in funzione delle modalità di messa in opera, della densità di armatura, della temperatura esterna all'atto del getto.

Prima di procedere all'esecuzione di opere in conglomerato cementizio, dovrà essere effettuato, a cura e spese dell'Appaltatore, uno studio per definire in dettaglio tutte le caratteristiche dei materiali da impiegare, nonché la composizione e le modalità di confezionamento del calcestruzzo atte a realizzare, negli impianti di betonaggio di effettivo utilizzo, i tipi di conglomerato previsti in progetto.

Si dovrà procedere alla determinazione della resistenza a compressione ed a trazione (mediante prova indiretta o brasiliana) del conglomerato cementizio dopo 7 e 28 giorni di maturazione.

Lo studio per la definizione del mix-design delle miscele dovrà essere consegnato al Direttore dei Lavori almeno 30 giorni prima dell'inizio effettivo dei getti. Alla relazione dovranno essere allegati:

- certificati delle prove sugli inerti (analisi petrografica o litomineralogica, con ricerca delle impurità e delle parti friabili; misura del peso specifico; resistenze meccaniche-compressione e frantumazione; resistenza al gelo; analisi chimica con ricerca delle sostanze che possono reagire negativamente con il cemento; curve granulometriche);
- certificato di analisi delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque di impasto e dell'acqua dell'invaso, con indicazione, tra l'altro, del residuo secco a 110 °C, del pH a 25 °C, della durezza, del tenore di solfati e cloruri;
- certificati delle prove di resistenza dopo 7 e 28 giorni di maturazione sui diversi tipi di conglomerato;
- certificati delle prove di permeabilità, ritiro e resistenza al gelo dei diversi tipi di conglomerato;
- certificati di fabbrica dei cementi con indicazione del calore di idratazione, finezza di macinazione, peso specifico reale, tempi di presa, resistenza della malta normale di cemento a 3, 7, 28 e 90 giorni;
- ulteriori certificati ritenuti necessari dal Direttore dei Lavori.

La relazione dovrà specificare, inoltre, il grado di consistenza per l'accettazione del calcestruzzo fresco, che dovrà essere verificato sul luogo del getto mediante la prova di abbassamento al cono di Abrams – slump test (UNI EN 12350-2:2001, ex UNI 9418:1998).

Le caratteristiche dei materiali da impiegare, la composizione e le modalità di confezionamento dei vari tipi conglomerati, una volta approvate dalla Direzione dei Lavori, non potranno essere in alcun modo variate dall'Appaltatore in corso d'opera, salvo aggiornamento dello studio preliminare.

La citata relazione sulla definizione del mix-design delle miscele di calcestruzzo dovrà essere trasmessa in duplice copia, completa dei certificati sopra citati.

8.2.8 *Modalità esecutive*

8.2.9 *Impianto di betonaggio*

L'impianto di betonaggio, salvo casi particolari e ad insindacabile giudizio dell'ufficio di Direzione Lavori, deve essere realizzato con mezzi meccanici idonei e con impianti che abbiano in dotazione dispositivi di dosaggio e contatori, tali da garantire un accurato controllo della quantità dei componenti per come già specificato.

I componenti dell'impasto (cemento, inerti, acqua e additivi) debbono poter essere misurati in peso ovvero in volume per acqua ed additivi.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua, degli additivi e delle varie classi degli inerti (sabbia fine, sabbia grossa, ghiaietto, ghiaia e ciottoli) debbono essere di tipo individuale. Solo quando approvato dall'ufficio di Direzione Lavori, i dispositivi di misura possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie classi con successione addizionale). I depositi degli inerti per gli impianti di betonaggio devono essere separati per ogni tipo di inerte.

Si precisa che la centrale di betonaggio deve essere concepita in modo tale da garantire elevati standard qualitativi nel mantenimento delle caratteristiche di progetto degli impasti; una volta introdotto in centrale di betonaggio il quantitativo di acqua previsto dal mix design di progetto, l'impasto deve essere considerato "chiuso". Ovvero, oltre tale momento non sarà possibile per nessun motivo effettuare aggiunte di acqua, in quanto tali aggiunte si traducono in un deleterio scadimento incontrollato delle caratteristiche di resistenza meccanica di progetto del calcestruzzo.

8.2.10 *Confezionamento del calcestruzzo*

Il confezionamento dovrà essere eseguito con idonee modalità, in modo da ottenere un impasto di consistenza omogenea e di buona lavorabilità.

Gli aggregati saranno introdotti nelle betoniere tutti contemporaneamente, l'acqua sarà introdotta in modo che il suo tempo di scarico sia completato entro il 25% del tempo di mescolamento.

Il tempo di mescolamento non sarà mai inferiore a 60" dal momento in cui tutti i materiali sono stati introdotti, per betoniere fino a 1 m³.

Per betoniere superiori, si prolungherà il tempo di mescolamento di 15" per ogni mezzo m³ addizionale.

La betoniera non dovrà essere caricata oltre la sua capacità nominale: in particolare, le betoniere dovranno essere accuratamente vuotate dopo ogni impasto ed il calcestruzzo dovrà essere trasportato direttamente al luogo di impiego ed ivi posto in opera.

L'impasto con autobetoniere dovrà essere portato a termine alla velocità di rotazione ottimale per l'impasto.

8.2.11 *Trasporto del calcestruzzo*

Il trasporto del calcestruzzo fresco dall'impianto di betonaggio alla zona del getto deve avvenire mediante sistemi che evitino separazione e perdita di materiali e che assicurino un approvvigionamento continuo del calcestruzzo.

Detti sistemi devono essere approvati dall'ufficio di Direzione Lavori.

Il trasporto del calcestruzzo mediante veicoli non provvisti di dispositivo di agitazione sarà permesso solo se il tempo tra l'impasto e la messa in opera non superi i 25 minuti. Per periodi di tempo più lunghi, si dovrà provvedere al mescolamento continuo durante il trasporto.

La capacità dei veicoli dovrà essere uguale o un multiplo intero di quella della betoniera per evitare il frazionamento di impasti nella distribuzione.

Gli organi di scarico saranno tali da poter controllare la velocità e la quantità del getto; inoltre, nelle fasi di scarico la massima altezza ammessa di caduta libera del getto sarà non superiore a 1,50 m.

Particolare cura sarà rivolta al controllo delle perdite di acqua per evaporazione durante il trasporto a mezzo di autobetoniere; a questo scopo, si controllerà la consistenza o la plasticità del calcestruzzo, con prelievi periodici a giudizio dell'ufficio di Direzione Lavori.

Il calcestruzzo potrà essere trasportato alla zona del getto anche mediante un impianto di pompaggio, il tutto a carico dell'impresa (compresa la relativa realizzazione) e senza che ciò possa costituire motivo per avanzare pretese di ulteriori compensi. Tale impianto dovrà essere realizzato in modo tale da assicurare un flusso regolare ed evitare l'intasamento dei tubi e la segregazione degli inerti. La tubazione di adduzione dovrà essere piazzata in modo da evitare il più possibile l'ulteriore movimento del calcestruzzo. Gli inconvenienti ed i ritardi che si verificassero nella messa a punto dell'impianto di pompaggio, anche dopo l'approvazione dell'ufficio di Direzione Lavori, sono a totale carico dell'impresa, che ne resta responsabile a tutti gli effetti.

8.2.12 Getto del calcestruzzo

L'impresa è tenuta ad informare l'ufficio di Direzione Lavori dell'esecuzione dei getti e potrà procedere nell'operazione solo previa ispezione ed autorizzazione dell'ufficio di Direzione Lavori ed in presenza di un rappresentante della stessa.

Inoltre, dovrà provvedere a che tutta l'attrezzatura sia sufficiente ad assicurare un'esecuzione di getto continua e senza interruzioni imputabili a ritardi di trasporto del calcestruzzo, ad insufficienza dei vibratori, a mano d'opera scarsa e male addestrata.

In caso di lavoro notturno, sarà particolarmente curata l'illuminazione, specie per il controllo del getto in casseforme strette e profonde; l'impianto di illuminazione necessario sarà a carico dell'impresa.

Tutte le superfici dentro cui dovrà essere versato il calcestruzzo dovranno essere asciutte, esenti da detriti, terra od altro materiale nocivo.

8.2.13 Temperatura di getto

Nel caso di getti in clima freddo, ovvero con temperatura dell'aria inferiore a +5 °C, valgono le disposizioni e le prescrizioni della norma UNI 8981-4.

La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso in cui la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di +5 °C.

Prima del getto ci si dovrà assicurare che tutte le superfici a contatto del calcestruzzo siano a temperatura di alcuni gradi sopra lo zero.

La neve ed il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi dai casseri, dalle armature, e dal sottofondo: per evitare il congelamento, tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto.

I getti all'esterno dovranno essere sospesi nel caso in cui la temperatura dell'aria sia minore di -5 °C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambienti protetti o nel caso in cui vengano predisposti opportuni accorgimenti approvati dal Direttore dei lavori.

Nel caso, invece, di getti in clima caldo, la temperatura dell'impasto non potrà superare i +35 °C.

Al fine di abbassare la temperatura dell'impasto, potrà essere utilizzato ghiaccio, in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, o gas refrigerante di cui sia garantita la neutralità nei riguardi delle caratteristiche del calcestruzzo e dell'ambiente.

Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, potranno essere impiegati additivi ritardanti ovvero fluidificanti ritardanti di presa, conformi alle norme UNI, preventivamente autorizzati dal Direttore dei lavori.

8.2.14 Esecuzione del getto

L'impresa dovrà assicurarsi che tutta l'attrezzatura sia sufficiente per un'esecuzione di getto continua e senza interruzioni imputabili a ritardi di trasporto o ad insufficienze di vibrazione e/o a mano d'opera scarsa o male addestrata.

Il calcestruzzo sarà gettato in strati di altezza non superiore a 50 cm; ogni strato sarà opportunamente vibrato, specialmente per strutture sottili.

L'impresa non potrà eseguire getti in presenza di acqua, salvo esplicita autorizzazione dall'ufficio di Direzione Lavori.

Qualora i getti debbano eseguirsi in presenza d'acqua, l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad attuare adeguati sistemi di captazione delle acque e di drenaggio delle stesse, in modo da evitare il dilavamento dei calcestruzzi od il formarsi di pressioni dannose a tergo dei rivestimenti durante la presa.

Qualora si verificano interruzioni per cause impreviste, il getto sarà interrotto in zone in cui meglio convenga la formazione di un giunto di costruzione, d'accordo con l'ufficio di Direzione Lavori.

In nessun caso saranno ammessi ferri d'armatura in vista e rappezzi con intonaci, indice di deficiente esecuzione di getti e di vibrazione.

Non è ammesso per alcun motivo lasciare cadere il calcestruzzo all'interno delle casseforme da altezze tali da provocare la segregazione degli inerti; l'avvicinamento dell'impasto alla zona di getto dovrà essere effettuata con mezzi idonei, quali scivoli, canali, tramogge sospese mediante gru, pompe.

8.2.15 Vibratura dei getti

Il calcestruzzo sarà steso nelle casseforme e costipato con adatti vibratori ad immersione. Il tempo e gli intervalli di immersione dei vibratori nel getto saranno approvati dall'ufficio di Direzione Lavori, in relazione al tipo di struttura e di calcestruzzo.

La vibrazione dovrà essere effettuata immergendo verticalmente il vibratore, che dovrà penetrare in ogni punto per almeno 10 cm nella parte superiore dello strato gettato precedentemente, vibrandolo.

In linea di massima, la durata di vibrazione per m³ di calcestruzzo non sarà minore di 3 minuti in ogni caso, la vibrazione dovrà essere interrotta prima di provocare la segregazione degli inerti e del cemento.

L'impresa è tenuta a fornire in numero adeguato i vibratori adatti (7000 giri/minuto per tipi ad immersione; 8000 giri/minuto per tipi da applicare alle casseforme).

In particolare, anche i getti in pareti sottili dovranno essere vibrati, salvo disposizioni contrarie dell'ufficio di Direzione Lavori; le difficoltà di queste vibrazioni non potranno dar luogo, da parte dell'impresa, a richieste di sovrapprezzi o giustificazioni per eventuali ritardi.

L'impresa dovrà adottare cure particolari per i getti e la vibrazione dei calcestruzzi di strutture a contatto con i liquidi (come serbatoi, vasche, canalette, pozzetti, ecc.), in modo da garantire la impermeabilità degli stessi.

8.2.16 Giunti di costruzione nei getti

Le posizioni dei giunti di costruzione e delle riprese di getto delle strutture in calcestruzzo semplice e armato dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione dall'ufficio di Direzione Lavori.

Qualora l'interruzione del getto superi le 8 ore, occorrerà, prima di gettare lo strato successivo, scalpellare, sabbiare e lavare la superficie di ripresa e stendervi uno strato di 1÷2 cm di malta formata dal medesimo impasto della classe di calcestruzzo del getto al quale saranno tolti gli inerti grossi.

8.2.17 Giunti di dilatazione - waterstop

La superficie del calcestruzzo in corrispondenza dei giunti dovrà essere resa regolare in modo da mantenere un interspazio costante, uniforme e pulito per tutta l'estensione dei giunti stessi.

Il materiale inerte di riempimento sarà costituito da cartonfeltro bitumato e mastice di bitume o da altro materiale di spessore adeguato approvato dall'ufficio di Direzione Lavori (polistirene espanso).

Verranno utilizzati profilati in cloruro di vinile termoplastico (PVC-P), di altezza 24 cm e spessore 4 mm, per realizzare la tenuta idraulica, anche in pressione, dei giunti di ripresa e/o di movimento. Il materiale dovrà essere idoneo per il contatto con acqua di mare e conforme alla norma DIN 18541-1 e dovranno garantire le seguenti prestazioni minime:

- Resistenza a trazione ≥ 12 MPa (EN ISO 527-2)
- Durezza Shore A 75 ± 5 (DIN 53505)
- Allungamento a rottura $\geq 320\%$ (EN ISO 527-2)
- Resistenza a lacerazione ≥ 12 N/mm (ISO34-1)
- Resistenza al fuoco Classe E (EN 13501-1, EN ISO 11925-2).

8.2.18 Inghisaggi

Gli inghisaggi si effettueranno mediante malte cementizie, premiscelate, reoplastiche ed a ritiro compensato (tipo EMACO). In quest'ultimo caso, in particolare, le miscele devono rispettare le norme UNI 8993 e UNI 8994.

Su richiesta della Direzione Lavori, l'impresa dovrà fornire tutti i certificati che attestino la rispondenza dei materiali alle prescrizioni di progetto, rilasciati da un istituto di ricerca autorizzato a tale scopo. I sacchi in cui è confezionato il prodotto devono essere conservati in un luogo coperto e asciutto.

Prima della sua applicazione, il prodotto deve essere miscelato con cura all'interno della betoniera, insieme alla quantità d'acqua stabilita; per quanto concerne i tempi di lavorazione, bisogna prestare attenzione alle condizioni climatiche, dal momento che i tempi si riducono a temperature più elevate e si allungano a temperature più basse.

Una volta conclusosi il getto, tutte le parti esposte all'aria devono essere immediatamente protette dall'evaporazione e stagionate per almeno 24 ore mediante bagnatura e/o teli umidi.

8.2.19 Protezione del getto

Dopo il getto, è necessario che il calcestruzzo sia mantenuto umido per almeno 8 giorni e protetto dall'azione del sole, del vento secco, dell'acqua e delle scosse meccaniche.

I metodi di protezione del getto che assicurino il mantenimento delle condizioni richieste per la stagionatura saranno di responsabilità dell'impresa, ma soggetti all'approvazione dell'ufficio di Direzione Lavori.

Per i getti di calcestruzzo da eseguirsi durante la stagione invernale, dovranno essere prese particolari precauzioni e disposizioni al fine di evitare gli effetti deleteri del gelo.

È escluso di norma l'impiego di prodotti antigelo da aggiungere agli impasti, mentre dovranno essere invece adottate le seguenti disposizioni:

- l'acqua di impasto dovrà essere riscaldata a +60 °C con i mezzi ritenuti più idonei allo scopo;
- l'introduzione d'acqua a +60 °C nelle betoniere, assicurandosi che il cemento e gli inerti siano ad una temperatura superiore a 0 °C e tenuto conto dei dosaggi, dovrà permettere di avere all'uscita un impasto ad una temperatura compresa fra +10 °C e +15 °C;
- nel caso di riscaldamento dell'acqua e degli inerti, questi non dovranno superare i +40 °C, sia per l'acqua sia per gli inerti;

- le temperature degli impasti dovranno essere misurate all'uscita delle betoniere, a mezzo di termometri.
- quando la temperatura scende al di sotto di -5 °C, si potranno proteggere i getti con coperture in teli impermeabili e riscaldatori a vapore o ad aria calda umidificata.

8.2.20 *Finitura delle superfici del calcestruzzo*

Per quelle strutture in calcestruzzo che dovranno restare in vista o avranno funzioni idrauliche, dovranno essere particolarmente curate le proporzioni degli impasti e le modalità del getto.

Dovrà essere escluso un aumento del rapporto effettivo acqua-cemento oltre il valore di 0,5 e la lavorabilità necessaria deve raggiungersi con l'aggiunta di fluidificanti.

La posa in opera dovrà essere molto curata ed il getto dell'impasto nel cassero effettuato a piccoli quantitativi; in particolare, dovrà essere garantito il copriferro netto minimo.

In relazione alla finitura superficiale dei getti, si adotteranno 4 classi caratteristiche di valutazione, realizzate sulla base delle indicazioni dei disegni.

Gli eventuali lavori da eseguire al fine di ottenere la rispondenza delle finiture superficiali al grado richiesto dai disegni saranno realizzati per mezzo di mano d'opera specializzata.

Tutti i difetti riscontrati verranno eliminati non appena disarmate le casseforme, dopo l'ispezione dell'ufficio di Direzione Lavori.

La definizione di ciascuna classe di finitura è la seguente:

- F1, si applica alle superfici che saranno ricoperte con terra o materiale di riempimento ed avrà le seguenti caratteristiche: irregolarità superficiali 2,5 cm;
- F2, si applica alle superfici non sempre esposte alla vista e che non richiedano una finitura maggiore ed alle superfici che sono destinate ad essere intonacate: irregolarità superficiali brusche 1 cm, irregolarità superficiali continue 1,5 cm;
- F3, si applica alle superfici destinate a rimanere esposte alla vista o a contatto con liquidi in movimento: irregolarità superficiali brusche 0,5 cm, irregolarità superficiali continue 1,0 cm;
- F4, si applica alle superfici che richiedono particolare precisione, alle facce degli elementi prefabbricati, piattaforme di supporto di macchinari ed opere idrauliche: irregolarità superficiali brusche e continue 0,2 cm.

È facoltà dell'ufficio di Direzione Lavori esigere, soprattutto per le finiture F3 ed F4, campionature sul posto, onde poter definire le caratteristiche più opportune delle

casseforme, il sistema di disarmo, la troncatura e lo sfilaggio dei tiranti metallici d'ancoraggio, ecc., per realizzare il grado di finitura richiesto.

Salvo riserva di accettazione da parte dell'ufficio di Direzione Lavori, l'impresa eseguirà a sue spese quei lavori di sistemazione delle superfici che si rendessero necessari per difetti od irregolarità maggiori di quelli ammessi per ogni grado di finitura.

In particolare, per quelle strutture che richiedano gradi di finitura F3 ed F4, si dovrà ricorrere a sgrossatura con mola elettrica, stuccatura e successiva smerigliatura con mola delle superfici.

Particolare cura andrà posta nella finitura superficiale della sagoma delle nuove soglie.

8.3 Casseforme

8.3.1 Caratteristiche dei materiali

Le casseforme per i getti di calcestruzzo dovranno essere costruite con pannelli metallici o tavole in legno sufficientemente robuste (ovvero con sistema telaio metallico e pannello in legno), ben collegate fra loro e controventate per evitare spancamenti e distacchi delle stesse durante le vibrazioni del getto.

Sono previsti due tipi:

- casseforme per getti da intonacare o contro terra e comunque non soggetti a particolari esigenze estetiche. Potranno essere in tavolame comune, purché ben diritto ed accuratamente connesso, o metalliche;
- casseforme per getti da lasciare in vista o a contatto con le acque. Dovranno essere metalliche od in tavolame accuratamente piallato o stuccato a gesso o in compensato, così da dare luogo a superfici particolarmente lisce ed uniformi.

Le tavole dovranno avere di regola dimensioni uguali fra loro e saranno poste in opera a giunti sfalsati.

In particolare, dovrà essere curata la tenuta d'acqua dei casseri al fine di evitare fuoriuscita della boiaccia di cemento ed il conseguente dilavamento dell'impasto, in corrispondenza delle fessure, soprattutto negli spigoli orizzontali e verticali. Tale tenuta sarà realizzata, oltre che con l'adozione dei listelli triangolari di smusso, mediante accurata stuccatura e con rabboccamento esterno perimetrale di malta povera, specie nei punti di ripresa a spicco dei pilastri da solette o strutture già eseguite.

L'impresa, inoltre, dovrà utilizzare casseforme in grado di descrivere superfici perfettamente aderenti alle sagome di progetto di tutte le opere in calcestruzzo armato, sia per le opere di fondazione, sia per le opere in elevazione e, in generale, per tutte le altre opere in conglomerato cementizio.

8.3.2 *Modalità esecutive*

Al momento del getto del calcestruzzo, la superficie interna delle casseforme dovrà essere esente da qualsiasi incrostazione di malta, boiacca od altra sostanza estranea. Prima della posa delle casseforme, le superfici delle casseforme stesse che verranno in contatto con il calcestruzzo dovranno essere cosparse con prodotti disarmanti conformi alle norme UNI, in modo da migliorare il distacco delle casseforme dalle strutture durante il disarmo.

Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere utilizzato lo stesso prodotto; inoltre, è vietato usare, come disarmanti, lubrificanti di varia natura oppure oli esausti.

Non sarà permesso l'uso di prodotti disarmanti quando le casseforme siano già montate per il getto.

Il disarmo delle casseforme sarà effettuato solo quando il calcestruzzo avrà raggiunto una resistenza sufficiente a sopportare le tensioni cui sarà sottoposto durante e dopo il disarmo stesso.

In ogni caso non si potrà procedere al disarmo senza preventiva autorizzazione dell'ufficio di Direzione Lavori.

Potrà inoltre essere necessario che, in casi particolari, le casseforme, con relativi puntelli e sbadacchiature, vengano mantenute in opera oltre il necessario, su specifica richiesta dell'ufficio di Direzione Lavori.

8.4 **Acciaio d'armatura**

8.4.1 *Caratteristiche dei materiali*

L'acciaio da armatura sarà fornito dall'impresa e verrà posto in opera in base ai disegni di dettaglio ed approvati dall'ufficio di Direzione Lavori.

Si userà solo ed esclusivamente acciaio da calcestruzzo (tipo B450C, controllato in stabilimento) in barre ad aderenza migliorata; se prevista, la rete elettrosaldata dovrà essere realizzata con barre di acciaio aventi le stesse caratteristiche sopra citate e con maglie di dimensioni variabili secondo le indicazioni riportate sui disegni di progetto in funzione delle opere da realizzare.

Eventuali riferimenti nelle tavole ed elaborati progettuali all'acciaio FeB44k sono da intendersi riferiti al tipo B450C.

Gli acciai per calcestruzzi armati dovranno corrispondere alle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Nella voce d'elenco prezzi sono compresi il trasporto, l'immagazzinamento, la lavorazione e la posa secondo i disegni esecutivi, lo sfrido, le legature, gli appositi

distanziatori tra i ferri ed i casseri, oltre che tutte le prove, i controlli ed i certificati di laboratorio.

8.4.2 *Modalità esecutive*

L'impresa provvederà all'esecuzione dei piani di dettaglio delle armature (contenenti le liste dei ferri con le quantità di peso corrispondenti alle diverse posizioni) in base ai piani di progetto.

L'ufficio di Direzione Lavori potrà apportare modifiche alle armature di progetto. In quest'eventualità, l'impresa non potrà richiedere alcun compenso speciale, oltre a quanto spettante in base all'applicazione del prezzo di contratto per le quantità di ferri impiegati.

Le barre dovranno essere esenti da ruggine e dai residui di tinta o di oli che ne possano pregiudicare l'aderenza al conglomerato cementizio.

Le saldature saranno ammesse solo se consentite, caso per caso, dall'ufficio di Direzione Lavori e saranno realizzate in tal caso per sovrapposizione. Delle unioni per saldatura verranno eseguite verifiche periodiche da parte dell'ufficio di Direzione Lavori, tutte a spese dell'impresa.

In ogni caso, dovrà prevedersi l'utilizzo del necessario quantitativo di distanziatori in materiale plastico, opportunamente distribuiti lungo i piani perimetrali delle gabbie di armatura, al fine di garantire ovunque il mantenimento del copriferro netto previsto in progetto.

Una volta completata la realizzazione delle gabbie di armatura, prima dell'inizio dei getti, la Direzione dei Lavori procederà al controllo delle stesse e della presenza dei distanziatori: se ritenuto necessario, potrà essere richiesto all'impresa l'integrazione dei distanziatori stessi senza alcun onere aggiuntivo. In mancanza del controllo della D.L. non si potrà procedere all'inizio delle operazioni di getto.

8.4.3 *Prove di accettazione e controllo*

L'ufficio di Direzione Lavori è in diritto di interrompere i getti e di far demolire, a cura e spese dell'impresa, le parti eseguite qualora non fossero verificate le condizioni di cui sopra.

L'impresa, per ogni carico di ferro di armatura che dovrà essere utilizzato nell'opera o nell'impianto, dovrà fornire anche un certificato del fabbricante del ferro, che attesti la qualità e l'idoneità del ferro secondo la normativa sopra richiamata.

In ogni caso, l'ufficio di Direzione Lavori richiederà prove sui ferri di armatura; resta inteso che il ferro che non raggiunga le caratteristiche richieste non verrà impiegato nelle

opere e dovrà essere allontanato dal cantiere. Tutti gli oneri derivanti all'impresa, per certificati e prove di cui sopra, sono a suo carico.

8.5 **Pozzetti per alloggiamento valvole e di scarico con saracinesca**

8.5.1 *Generalità*

La produzione dei pozzetti dovrà essere controllata nelle varie fasi, in analogia a quanto previsto nelle tabelle della guida applicativa I.C.M.Q. (Istituto Certificazione e Marchio Qualità) per la certificazione del sistema di qualità per le tubazioni prefabbricate in calcestruzzo. I pozzetti, le loro giunzioni e gli innesti dovranno essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nelle vigenti norme per la tutela delle acque dall'inquinamento, compresi gli oneri per il trasporto, il carico, lo scarico, la movimentazione, il collegamento delle tubazioni, i controlli idraulici di tenuta senza l'impiego di sigillanti o di stuccature.

Eventuali realizzazioni di allacciamenti in opera verranno realizzati forando la parete del manufatto con idonea carotatrice, eseguendo un foro di diametro adeguato all'alloggiamento della tubazione entrante e la relativa guarnizione, rispondente alle norme UNI EN 681:2002-2004, DIN 4060, ISO 4633:2002.

8.5.2 *Manufatti prefabbricati*

I manufatti di sfiato e di scarico della condotta saranno alloggiati in pozzetti d'accesso prefabbricati in calcestruzzo armato a pianta quadrata con dimensioni interne come da elaborati grafici progettuali e spessore adeguato alle diverse profondità di posa.

Ognuno di essi è costituito dai seguenti elementi:

- elemento di fondo;
- elementi raggiungi quota intermedi;
- soletta di copertura finalizzata a supportare carichi stradali di I categoria;
- torrino di accesso per la messa in quota del passo d'uomo.

La produzione dei pozzetti dovrà essere controllata nelle varie fasi; eventuali realizzazioni di allacciamenti in opera verranno realizzati forando la parete del prefabbricato con idonea carotatrice, eseguendo un foro di diametro adeguato all'alloggiamento della tubazione entrante e la relativa guarnizione, rispondente alle norme UNI 4920, DIN 4060, ISO 4633, e EN681.1.

L'elemento di base (a fondo cieco) dovrà essere realizzato in stabilimento; non è ammesso l'utilizzo di elementi di fondo da completare con getti in opera.

I manufatti devono essere corredati delle certificazioni di produzione relativamente alla qualità dei materiali impiegati (calcestruzzo, acciaio d'armatura, guarnizioni, ecc.), nonché alle classi di carico di dimensionamento.

8.5.3 *Manufatti gettati in opera*

Le valvole di riduzione di pressione saranno alloggiate pozzetti in calcestruzzo armato gettati in opera a pianta rettangolare con dimensioni interne come da elaborati grafici progettuali e spessore adeguato alle diverse profondità di posa.

I pozzetti saranno posti in opera su un sottofondo in calcestruzzo magro (con resistenza meccanica non inferiore a 15 N/mm²) avente uno spessore di circa 10 cm; la superficie superiore di tale sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale;

8.6 **Riferimenti legislativi e normativi sulle opere in calcestruzzo**

Segue un elenco non esaustivo dei principali riferimenti legislativi e normativi, che l'impresa deve seguire nel corso delle lavorazioni. Resta comunque beninteso che sarà compito dell'impresa stessa osservare tutta la normativa vigente e non richiamata esplicitamente nel presente elaborato, prestando la massima attenzione all'uscita di aggiornamenti, integrazioni e abolizione delle leggi promulgate dalle autorità competenti.

- Legge n. 1086 del 05/11/1971, *"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"*
- Legge n. 64 del 02/02/1974, *"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"*
- D.M. 17/01/2018, *"Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni"*
- Circ. Min. n. 7 del 21/01/2019, *"Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"*

8.6.1 *Prescrizioni per il calcestruzzo*

- UNI EN 206, *"Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità"*
- UNI 11104, *"Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1"*
- UNI 8866 Prodotti disarmanti per calcestruzzi – Parte 1^a – Definizione e classificazione Parte 2^a – prova dell'effetto disarmante alla temperatura di 20° e 80° C. su superfici di acciaio o di legno trattato.

1.1.1 Cementi

- UNI 8981-3 Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza alle acque dilavanti
- UNI 9156 Cementi resistenti ai solfati – Classificazione e composizione e f.a. 262 dell'11/88.
- UNI EN 197-1:2001 Cemento – Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni.
- UNI EN 197-2:2001 Cemento – Valutazione della conformità.
- Legge 26 maggio 1965 n. 595 e s.m.i. – Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idrici.
- D.M. 9 marzo 1988, n. 126 e s.m.i. – Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi.
- D.M. 13 settembre 1993 e s.m.i. – G.U. 22/9/93 – Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi.
- D.M. 31 agosto 1972 – Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche.

8.6.2 Acqua, aggregati e additivi

- UNI EN 1008 Acqua per calcestruzzo.
- UNI 8520 Aggregati per confezionamento di calcestruzzi.
- UNI EN 934 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per calcestruzzo - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura
- UNI EN 450 Ceneri volanti per calcestruzzo – Definizioni, requisiti e controllo di qualità.
- UNI EN 451/1 Metodo di prova delle ceneri volanti – Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero.
- UNI EN 451/2 Metodo di prova delle ceneri volanti – Determinazione della finezza con stacciatura umida.

8.6.3 Metodologie di prova per calcestruzzi

- UNI 12350-1 Prova sul calcestruzzo fresco - Campionamento.
- UNI 12350-2 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono.
- UNI 6128 Confezione in laboratorio di calcestruzzi sperimentali.
- UNI 9417 Calcestruzzo fresco. Classificazione della consistenza.
- UNI 12350-5 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di spandimento alla tavola a scosse.

- UNI 12350-6 Prova sul calcestruzzo fresco – massa volumica.
- UNI 12350-7 Prova sul calcestruzzo fresco - Contenuto d'aria - Metodo per pressione
- UNI 7122 Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.
- UNI 7123 Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.

8.6.4 Calcestruzzo fresco

- UNI 12350-1 Prova sul calcestruzzo fresco - Campionamento.
- UNI 12350-2 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono.
- UNI 6128 Confezione in laboratorio di calcestruzzi sperimentali.
- UNI 9417 Calcestruzzo fresco. Classificazione della consistenza.
- UNI 12350-5 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di spandimento alla tavola a scosse.
- UNI 12350-6 Prova sul calcestruzzo fresco – massa volumica.
- UNI 12350-7 Prova sul calcestruzzo fresco - Contenuto d'aria - Metodo per pressione
- UNI 7122 Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.
- UNI 7123 Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.

9. OPERE CIVILI

9.1 MURATURE IN GENERE

9.1.1 Norme di carattere generale

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle piattabande etc. e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori previsti nei disegni esecutivi o preventivamente ordinati dalla Direzione Lavori:

- per il passaggio dei tubi pluviali, dell'acqua potabile canne camini;
- per le condutture elettriche, telefoniche, per canali d'aria e condotte di fluidi gassosi o liquidi di varia natura etc.;
- per gli zoccoli arpioni di porte e finestre, zanche, soglie ferriate, ringhiere, davanzali etc.

Quanto sopra al fine di evitare di scalpellare le murature già eseguite.

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

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

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

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

Quando il gelo si verifica per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno purché, al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

9.1.2 Murature in blocchi

I blocchi tipo "Poroton" o simili saranno scelti per qualità preventivamente dalla Direzione Lavori.

Le caratteristiche dei blocchi dovranno essere uguali o superiori ai seguenti valori:

- peso specifico impasto cotto: 1450 kg/mc
- percentuale di foratura: $45\% < \Phi < 55\%$
- peso specifico apparente: 700 kg/mc

All'interno del cantiere dovrà essere predisposta un'area per il deposito dei pacchi provenienti dalla fornace. Il materiale non dovrà essere posato a diretto contatto con il terreno per evitare l'assorbimento di umidità, humus, ecc. Inoltre dovrà essere protetto dalle intemperie al fine di evitare che l'azione dell'acqua piovana e del gelo possano danneggiarlo.

Dovranno inoltre essere ottemperate le seguenti prescrizioni:

- i blocchi dovranno essere posti in opera con foratura disposta in senso verticale;
- i giunti di malta orizzontali dovranno essere i più regolari possibili e di spessore compreso tra 5 e 15 mm;
- i giunti di malta orizzontali e verticali dovranno essere accuratamente riempiti sino alla superficie esterna (le eventuali sbavature verso l'esterno verranno subito tolte con la cazzuola);
- le facce del muro dovranno essere tra loro parallele e gli spigoli perfettamente verticali e controllati con il filo a piombo;
- i vari corsi di blocchi dovranno essere tra loro adeguatamente sfalsati per ottenere un buon collegamento degli elementi;
- nel caso in cui non si riesca ad "arrivare in quota" con un numero intero di corsi, si dovranno tagliare i blocchi e non ricorrere a soluzioni alternative (quali l'impiego di altri materiali, ecc);
- la profondità della zona d'appoggio di eventuali architravi sopra porta o finestra dovrà essere almeno pari 2/3 dello spessore del muro.

9.1.3 *Murature di mattoni pieni*

I mattoni, scelti preventivamente per qualità e colorazione su indicazione della Direzione Lavori, prima del loro impiego dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna saranno posati sopra uno strato abbondante di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca e riempia tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 8 mm né minore di 5 mm.

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

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti tra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato. Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi ben allineati.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento faccia vista, si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di 5 mm. e, previa loro raschiatura e pulitura dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavatura.

9.1.4 *Murature di mattoni semipieni*

I mattoni in laterizio semipieni dello spessore di una testa, scelti preventivamente per qualità su indicazione della Direzione Lavori, prima del loro impiego dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna saranno posati sopra uno strato abbondante di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca e riempi tutte le connessure.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco.

E' compresa la formazione di sordini, spalle, piattabande e tutto quanto altro occorre per dare l'opera finita.

9.1.5 *Murature in mattoni forati a 6 fori*

I mattoni forati in laterizio semipieni a 6 fori, scelti preventivamente per qualità su indicazione della Direzione Lavori, prima del loro impiego dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna saranno posati sopra uno strato abbondante di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca e riempi tutte le connessure.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco.

E' compresa la formazione di sordini, spalle, piattabande e tutto quanto altro occorre per dare l'opera finita.

9.1.6 *Muratura in blocchi di calcestruzzo*

I blocchi di calcestruzzo di tipo “Leca” o simili saranno scelti per qualità preventivamente dalla Direzione Lavori.

Le caratteristiche dei blocchi dovranno essere uguali o superiori ai seguenti valori:

- percentuale di foratura: ~32%
- peso di un blocco: ~19 kg
- massa volumetrica a secco del calcestruzzo: 2200 kg/mc

I blocchi, di qualsiasi spessore, secondo progetto, andranno posati con il fondo chiuso del blocco rivolto verso l'alto, legati con malta idrofugata, di classe M2 (DM 20/11/87). La malta sarà ben distribuita sulle fasce laterali, in modo da non creare continuità fra strati di malta interno ed esterno. Nelle pareti di lunghezza superiore a quattro metri dovranno essere realizzati opportuni giunti di dilatazione, successivamente sigillati con materiale idoneo.

Potranno essere realizzati, su richiesta della D.L., irrigidimenti verticali mediante creazione, anche con l'uso di pezzi speciali, di pilastri da armare e gettare in opera, e irrigidimenti orizzontali ottenuti con l'inserimento di tralicci elettrosaldati piatti ogni due o tre corsi, o come altrimenti indicato dalla D.L. Tali accorgimenti per migliorare le caratteristiche meccaniche della muratura non comporteranno maggiorazione di prezzo rispetto a quanto stabilito dall'elenco voci e prezzi.

Spigoli e mazzette andranno realizzati con pezzi speciali.

La tessitura della muratura sarà eseguita come da indicazioni di progetto.

9.2 **MASSETTI DI PENDENZA**

Il massetto andrà realizzato al di sopra del sottofondo in stabilizzato o della caldana nei piani in elevazione, la predisposizione delle pendenze sarà tale da consentire il convogliamento delle acque verso ciascun punto di scarico.

Nei punti di convogliamento delle acque dovranno essere collocate apposite caditoie, come meglio indicato nei disegni di progetto.

9.3 **INTONACI**

9.3.1 *Prescrizioni generali*

L'esecuzione degli intonaci sarà sempre preceduta da una accurata preparazione delle superfici; le murature dovranno essere ripulite da eventuali grumi di malta, rabboccate nelle irregolarità più salienti e poi accuratamente bagnate.

Gli intonaci di qualsiasi tipo non dovranno presentare ondulazioni, peli, crepature, irregolarità specie negli angoli e negli spigoli, od altri difetti o discontinuità.

Non si procederà mai ad esecuzione di intonaci, quando le strutture non siano protette dagli agenti atmosferici ossia quando vi sia la possibilità che le acque piovane possano imbibire le superfici da intonacare e neppure quando il minimo della temperatura nelle 24 ore sia tale da pregiudicare la normale buona presa della malta, salvo l'adozione di particolari accorgimenti per intonaci interni, mediante adeguate misure di protezione o installazioni di sorgenti di calore.

Le superfici di pareti e di soffitti dovranno essere perfettamente piane; saranno controllate con una riga di due metri di lunghezza e non saranno ammesse ondulazioni della superficie che, al controllo della riga diano scostamenti superiori a 3 mm.

Nell'esecuzione degli intonaci a calce o a cemento è vietato nel modo più assoluto l'impiego di gesso.

La Direzione Lavori potrà ordinare l'asportazione di tratti di intonaco, per accertare l'aderenza alle murature e il prelevamento di campioni da sottoporre a prove fisiche o ad analisi in laboratorio.

Gli intonaci che risultassero, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, difettosi o che non presentassero la necessaria aderenza alle murature, dovranno essere demoliti e rifatti dall'Appaltatore a sue spese.

La calce da usarsi negli intonaci dovrà essere estinta da almeno tre mesi per evitare scoppietti, sfioriture e screpolature.

Ad opera finita l'intonaco dovrà avere uno spessore non inferiore ai mm. 15.

Gli spigoli sporgenti o rientranti verranno eseguiti ad angolo vivo oppure con opportuno arrotondamento a seconda dagli ordini che a proposito darà la Direzione Lavori.

9.3.2 *Intonaco grezzo*

Predisposte le fasce verticali, sotto regolo di guida, in numero sufficiente, verrà applicato alle murature un primo strato di malta idraulica, detto rinzafo, gettato con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli.

Dopo che questo strato sarà asciutto, si applicherà su di esso un secondo strato della medesima malta che si stenderà con la cazzuola o col frattone stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, sicché, le pareti riescano per quanto possibile regolari.

9.3.3 *Intonaco comune o civile*

Appena l'intonaco grezzo avrà preso consistenza, si distenderà su di esso un terzo strato di malta fina che si conguaglierà con le fasce di guida in modo che l'intera

superficie risulti piana e uniforme, senza ondeggiamenti e disposta a perfetto piano verticale o secondo le superficie degli intradossi.

9.3.4 Intonachino di finitura colorato

Strato di finitura di intonaco eseguito all'esterno su preesistenti strati di intonaco grezzo e/o strutturale, in malta bastarda dosata con una parte di calce idraulica naturale e tre parti di cocci pesto fine, polvere di marmo e sabbia con colorazioni in pasta con ossidi minerali su indicazione della Direzione Lavori

L'impasto sarà additivato con emulsione di resine sintetiche dotate di alto potere adesivo e di caratteristiche meccaniche di elasticità.

9.4 IMPERMEABILIZZAZIONI

L'esecuzione degli intonaci sarà sempre preceduta da una accurata preparazione delle superfici; le murature dovranno essere ripulite da eventuali grumi di malta, rabboccate nelle irregolarità più salienti e poi accuratamente bagnate.

1. Impermeabilizzazione costituita da manto impermeabile in membrana prefabbricata formata da elastomeri e bitumi ossidati ad alto punto di fusione con armature di fibre di vetro dello spessore di mm. 4 in opera con sovrapposizione delle lamine continue di almeno cm. 10, saldate per fusione con fiamma e successiva suggellatura con ferro caldo oppure colate nelle sovrapposizioni con spalmatura di bitume ossidato a caldo da applicare sia sul massetto di conglomerato cementizio che su pannelli di isolamento termico.

2. Il drenaggio in elementi forati dovrà essere eseguito in elementi di laterizio dello spessore di almeno 8cm, forati, posti a secco, da assestare a mano in file sovrapposte fino al raggiungimento della quota stabilita.

3. Il manto impermeabile per giunti strutturali. Dovrà essere eseguito mediante la posa dei seguenti materiali: 1) Spalmatura di primer bituminoso in ragione di gxm² 300 circa, speciale soluzione bituminosa a base di bitume ossidatoadditivi e solventi con residuo secco del 50% e viscosità FORD n.4 a 25°C di 20-25 sec.; 2) Membrana impermeabilizzante bitume polimero elastomerica armata con "tessuto non tessuto" di poliestere da filo continuo, approvata con AGREMENT dall'I.C.I.T.E., a base di bitume distillato e gomma termoplastica costituita da un copolimero a blocchi stirolo butadiene radiale(SBS), applicata a fiamma con giunti sovrapposti di cm 10, dello spessore di mm 4+4, con le seguenti caratteristiche: - allungamento a rottura della mescola non armata (NFT46002): 2000%; - resistenza a trazione (UNI 8202): Long. 90 Trasv. 80 Kg/5cm; - allungamento a rottura (UNI 8202): Long. 50%Trasv. 50%; - resistenza a fatica su

fessura attiva (UNI 8202): a 0°C -10.000 cicli - a -10°C - 1.000 cicli; - flessibilità a freddo (UNI 8202):-25°C. Caratteristiche da certificare.

4. Per i lavori di impermeabilizzazione e coibentazione l'Appaltatore dovrà fornire preventivamente i campioni e tutte le caratteristiche dei materiali impiegati, nonché, le modalità di posa in opera.

In ogni caso, qualunque sia il tipo di impermeabilizzazione adottato, la garanzia dovrà avere durata non inferiore ad anni 10, intendendosi con ciò che l'Appaltatore sarà responsabile di ogni e qualsiasi guasto che in tale periodo di tempo potesse verificarsi e dovrà provvedere in conseguenza a proprie cure e spese ai necessari lavori di ripristino oltre al risarcimento dei danni che all'Ente Appaltante potessero essere derivati per i guasti prodottisi nelle suddette impermeabilizzazioni.

La garanzia deve essere fornita dall'Appaltatore per iscritto prima dell'inizio dei relativi lavori.

9.5 **INFISSI**

9.5.1 *Infissi in alluminio*

Il sistema costruttivo adottato per finestre e porte finestre dovrà avere elevate prestazioni di isolamento termico.

Le dimensioni saranno quelle indicate negli allegati tecnici.

I profilati di struttura dovranno essere un assemblato composto da due gusci in alluminio ottenuti per estrusione da lega 6060 con interposto un setto in poliammide 6.6 rinforzato in fibra di vetro reso solidale alle parti in alluminio mediante rullatura in continuo delle sedi di innesto.

Il setto di poliammide, dove necessario per esigenze di stabilità dell'assemblato, assumerà sezione tubolare.

Le prestazioni di ISOLAMENTO TERMICO del sistema dovranno garantire valori di trasmittanza termica calcolati secondo UNI EN ISO 10077/2 conformi ai valori vigenti.

Le prestazioni di tenuta agli agenti atmosferici dovranno garantire valori che classifichino il sistema come segue:

- PERMEABILITA' ALL'ARIA, Metodo di Prova secondo UNI-EN 1026, Certificazione secondo UNI-EN 12207 Classe 4.
- TENUTA ALL'ACQUA, Metodo di Prova secondo UNI-EN 1027, Certificazione secondo UNI-EN 12208 Classe 9A.
- RESISTENZA AL VENTO, Metodo di Prova secondo UNI-EN 12211 Classe 5.

La sezione costruttiva del sistema sarà pari a mm 65 per i profilati che compongono il telaio fisso, e a mm 68,5 per le ante a sormonto interno. Il sistema sarà dotato di una serie di ante che risultano completamente mascherate dal telaio fisso in vista esterna.

Le guarnizioni perimetrali esterne del vetro saranno in EPDM e verranno installate senza soluzione di continuità in telai preformati e realizzati su misura. In particolare la guarnizione interna del vetro sarà provvista di una pinna di prolungamento che servirà a suddividere il volume della camera di alloggiamento del vetro.

La tenuta agli agenti atmosferici sarà garantita da una guarnizione in EPDM posta in posizione centrale all'interno del setto tra anta apribile e telaio fisso.

La guarnizione centrale di tenuta formerà una cornice senza soluzione di continuità che potrà essere ottenuta sia saldando i segmenti rettilinei ad angoli preformati mediante collanti ciano-acrilici, che per vulcanizzazione di telai realizzati su misura.

Apposite fresature realizzate in corrispondenza del traverso inferiore dell'anta apribile consentiranno il drenaggio di tracce d'acqua formatesi per infiltrazione e/o condensazione e l'equalizzazione della pressione dei gas atmosferici tra ambiente e volumi interni dell'anta.

Tutte le componenti della ferramenta così come l'asta di movimento a sezione tubolare che le collega e ne consente i movimenti sequenziali verranno installate frontalmente (senza dover essere infilate nelle cave) al fine di facilitare sia la manutenzione che l'eventuale sostituzione di parti evitando interventi meccanici complessi sulla struttura della finestra.

L'installazione del serramento nel vano murario dovrà essere realizzata con sistemi che impediscano il contatto diretto, nelle aree di interfaccia, tra serramento e muratura e garantiscano la conservazione delle caratteristiche di isolamento termico che sono proprie del sistema. L'uso di mastici sigillanti a delimitazione interna ed esterna delle superfici di interfaccia tra serramento e muratura, sarà necessario sia per evitare infiltrazioni d'acqua atmosferica che per controllare la situazione del microclima nel setto.

I vetri, a scelta della D.L., saranno a carattere isolante-selettivo.

I vetri dovranno essere dati a filo lucido perimetrale.

La colorazione, di tutti i componenti dell'infisso sarà a discrezione della D.L.

Gli infissi dovranno essere comprensivi di controtelaio, in alluminio o in legno.

Dovrà infine essere compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita e funzionante.

9.6 SOGLIE E DAVANZALI

Le soglie e i davanzali saranno costituite da lastre di travertino levigate nelle facce in vista, dello spessore di cm 3, fornite e poste in opera con malta comune, per soglie di balconi e davanzali di finestre. Saranno compresi: i fori; le canalette; i gocciolatoi; gli incastri; le battute; i listelli e risvolti curvi ove occorrono; la smussatura in costa. Sarà inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita.

9.7 OPERE DA PITTORE

1. Tutte le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno essere precedute da una conveniente ed accuratissima preparazione delle superfici, scrostature, stuccature, eventuali riprese di spigoli e tutto quanto occorra per eguagliare le superfici medesime. Successivamente le dette superfici dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata e, quando trattasi di coloriture o verniciature nuovamente stuccate, lisce, previa imprimitura con le modalità e i sistemi più atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.
2. Per le opere in legno la stuccatura e la imprimitura dovrà essere fatta con mastici adatti e la levigatura e rasatura delle superfici dovrà essere perfetta. Per le opere metalliche la preparazione delle superfici dovrà essere preceduta dalla raschiatura delle parti ossidate. La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della Direzione dei Lavori.
3. Qualora le parti metalliche siano zincate a caldo, la verniciatura verrà effettuata con idonei "trattamenti protettivi". L'appaltatore ha inoltre l'obbligo di eseguire nei luoghi e con le modalità che gli saranno prescritte, i campioni dei vari lavori di finitura, sia per la scelta delle tinte che per il genere dell'esecuzione e ripeterli eventualmente con le varianti richieste sino ad ottenere l'approvazione della Direzione dei Lavori prima di por mano all'opera stessa. L'Appaltatore dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo necessario ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere eseguite (pavimenti, rivestimenti, infissi, etc.) restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

9.8 OPERE DA LATTONIERE

I lavori in lamiera zincata, lamiera di alluminio, in rame o in altri metalli, dovranno essere delle dimensioni e forme richieste, lavorate a regola d'arte, a perfetta finitura e con la massima precisione.

Detti lavori saranno dati in opera, salvo contraria precisazione contenuta nell'elenco prezzi, completi di ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, come raccordi di attacco, pezzi speciali, sostegni di ogni genere ecc.

Le giunzioni dei pezzi saranno fatte mediante chiodature, ribattiture o saldature secondo quanto prescritto dalla stessa Direzione Lavori ed in conformità ai campioni che dovranno essere presentati per le dovute approvazioni.

9.9 **SIGILLATURE E GIUNTI**

1. I componenti della sigillatura dovranno giungere in cantiere in confezione originale sigillata e saranno provvisti di certificazione di idoneità dell'Istituto Nazionale preposto al controllo. I sigillanti bicomponenti dovranno essere miscelati secondo le modalità previste dal produttore ed indicate sulle confezioni dovranno essere mescolati lentamente per conglobare aria e fino ad ottenere una pasta perfettamente omogenea. Il sigillante dovrà essere applicato dopo preventiva scrupolosa pulizia delle superfici ed applicazione del sottofondo prescritto (primer). Il cordone di sigillatura dovrà avere le seguenti dimensioni: per giunti di larghezza inferiore a mm. 12 lo spessore dovrà essere almeno uguale alla larghezza del giunto; per giunti larghi oltre mm. 12 lo spessore dovrà essere almeno pari alla metà della larghezza, ma comunque non meno di mm. 12. Per l'esterno saranno utilizzati solamente sigillanti perfettamente resistenti all'acqua e ai raggi ultravioletti. La sigillatura tra elementi prefabbricati dovrà essere costituita con materiale che presenti un'elasticità d'esercizio non inferiore al 25% opportunamente certificata da laboratori ufficiali.

2. La sigillatura verso l'interno dovrà essere realizzata con materiali di colore chiaro (bianco o grigio) e tali da poter essere tinteggiati a tempera, mantenendo poi la tinteggiatura nel tempo. La colorazione della sigillatura verso l'esterno degli elementi prefabbricati di facciata, dei serramenti etc. dovrà essere campionata per la dovuta approvazione da parte della Direzione Lavori.

10. CONDOTTE

10.1 Generalità

Per quanto riguarda i criteri da osservare nella progettazione, nella costruzione, nel collaudo delle tubazioni e degli elementi che le costituiscono, si farà riferimento alle norme tecniche emanate con Decreto del Ministero dei LL.PP del 12 dicembre 1985 (*"Norme tecniche relative alle tubazioni"*, G.U. n. 61 del 14 marzo 1986) e relativa circolare n. 27291 del 20 marzo 1986 (*"Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni"*).

Qualora gli esiti dei collaudi non fossero soddisfacenti, sarà in facoltà della D.L. ordinare ispezioni televisive delle tratte interessate a cura e spese dell'Appaltatore.

10.2 Prove di controllo

10.2.1 Prove d'accettazione

Dovrà essere attestato che le modalità di fabbricazione dei tubi siano conformi alle procedure del sistema qualità, di cui alle norme UNI EN ISO 9002:1994; in ogni caso, il manufatto dovrà essere fabbricato in officina o cantiere debitamente attrezzato, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti di tutti manufatti prodotti.

Tutte le operazioni che compongono il processo di lavorazione, dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato, in conformità a quanto specificato nelle normative vigenti.

Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà fornire tutti i certificati che attestino la rispondenza dei materiali alle prescrizioni di progetto, rilasciati da un istituto di ricerca autorizzato a tale scopo.

Su ciascun tubo dovranno essere marcati in modo indelebile i seguenti dati:

- nome del fabbricante o marchio di fabbrica;
- sigla dell'Ente Appaltante;
- data di produzione del tubo;
- diametro nominale.

In caso di esito negativo delle prove, l'Impresa sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali rifiutati con altri corrispondenti alle norme contrattuali.

10.2.2 Prove in corso d'opera

Per tutti i tipi di tubazioni valgono le seguenti prescrizioni di prova: inizialmente si sottoporranno a pressione interna tratti di tubazioni parzialmente interrati con giunti scoperti, la cui lunghezza dovrà essere la massima possibile e con il maggior numero di pezzi speciali, saracinesche, attraversamenti di manufatti o strade ecc. già inseriti nella condotta stessa.

In casi particolari, o su richiesta dell'Impresa, potrà essere ammesso di eseguire le prove con tubazioni anche completamente interrate; l'Impresa non avrà diritto in nessun caso ad alcun compenso per la ricerca ed individuazione di eventuali perdite che risultassero dalla prova a pressione.

Le testate terminali delle tratte di condotte in prova saranno chiuse mediante apposite apparecchiature, fissate su ancoraggi dimensionati per le pressioni e diametri in gioco; dette apparecchiature avranno dimensioni e forme scelte dall'Impresa, che è responsabile della loro perfetta inamovibilità e tenuta. Raggiunta la pressione prescritta nella tratta in prova mediante pompaggio d'acqua, verrà tolta la pompa in maniera che non sia più possibile il pompaggio e verrà chiuso a chiave il manometro scrivente, controllato da un manometro campione precedentemente montato in parallelo.

Le spese per le prove, sia in officina sia in opera, saranno a totale carico dell'Impresa, la quale dovrà eseguire tutti i lavori prescritti a quanti altri ne possano occorrere (chiusura di saracinesche perdenti con flange cieche, scavi, ripristini, ecc.) e mettere a disposizione della Direzione Lavori qualsiasi mezzo, strumento od altro che fosse necessario al buon andamento ed alla riuscita delle prove stesse; verificandosi rottura di tubazione o di altre parti delle condotte, queste dovranno essere sostituite, restando a carico dell'Impresa gli eventuali maggiori pezzi speciali e giunti che fosse necessario installare, nonché i movimenti di terra, gli aggettamenti, i ripristini ed ogni altra qualsiasi opera fino alla completa riuscita delle prove.

L'acqua di riempimento delle condotte dovrà essere limpida.

Il manometro di tipo scrivente da usare per le prove dovrà essere inserito nel punto delle tratte in prova avente la quota media del tratto in pressione.

Prima della prova, con la condotta in leggera pressione, verranno ripetutamente aperti i rubinetti opportunamente installati nelle cuspidi intermedie e terminali, fino alla totale eliminazione dell'aria o gas contenuti nella condotta e cioè sino a che vi fuoriesca solo acqua.

I singoli tratti di condotta saranno sottoposti ad una prova idraulica alla pressione pari ad una volta e mezza quella di esercizio di ciascun tratto in esame.

In caso di esito negativo delle prove, l'Impresa sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali rifiutati con altri corrispondenti alle norme contrattuali.

10.3 Trasporto, movimentazione, posa e rinterro dei tubi

10.3.1 Imballaggi

Gli imballaggi possono essere di legno o altri materiali e generalmente saranno considerati a perdere. Il tipo di imballaggio è a scelta dell'Impresa ma deve garantire che i manufatti oggetto della fornitura non vengano danneggiati durante il trasporto e che i tubi mantengano la forma circolare.

Lo stoccaggio deve avvenire su terreno pianeggiante e privo di irregolarità adattando supporti di legno alla base delle cataste in modo da distribuire uniformemente i pesi. Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, dovranno essere protetti dai raggi solari diretti.

10.3.2 Trasporto

Nel trasporto dovranno essere prese tutte le precauzioni necessarie, onde evitare possibili danneggiamenti. Le impalcature per il fissaggio del carico potranno essere realizzate con bande di canapa o di nylon; se si usano cavi di acciaio, i tubi dovranno essere protetti nella zona di contatto con essi.

Le operazioni di carico e scarico dovranno essere effettuate con cura. I tubi non devono essere trascinati o fatti rotolare su terreni accidentati, non devono essere lanciati da un'altezza superiore a 30 cm.

10.3.3 Posa in opera

Prima dell'allineamento, il tubo dovrà essere pulito internamente con scovoli atti a rimuovere tutto lo sporco ed ogni frammento che possa disturbare o danneggiare l'installazione; la medesima operazione di pulizia dovrà essere fatta alle valvole ed agli altri pezzi speciali.

Alla fine di ogni giorno di lavoro le estremità della linea in costruzione dovranno essere chiuse con un fondello di tipo approvato dalla Direzione Lavori, tale da impedire l'entrata di acqua e di corpi estranei nella tubazione sino alla ripresa del lavoro: tale fondello dovrà essere applicato tutte le volte che l'estremità libera di una qualsiasi tubazione verrà lasciata incustodita.

Le testate dei tubi dovranno essere perfettamente ripulite da vernici, grassi, bave, terra, ecc. con un metodo approvato dalla Direzione Lavori.

10.3.4 Fondo della trincea e sottoscavo

La superficie del terreno in corrispondenza dell'appoggio del tubo sarà continua, e priva di sassi o zolle di argilla.

Dove il fondo dello scavo risultasse di terreno inconsistente, questo dovrà essere rimosso e sostituito con materiale di appoggio adatto. Se si incontrassero zone più estese di questo genere, con scarsa capacità portante per sopportare i materiali di appoggio del tubo, si dovranno rifare i calcoli di resistenza meccanica e ricorrere ad appoggi speciali (leganti idraulici, ispessimento del sottofondo in calcestruzzo, ecc.).

10.3.5 Acque d'infiltrazione

L'eventuale acqua d'infiltrazione deve essere rimossa durante le operazioni di posa fino al completamento delle operazioni di rinfiacco.

10.3.6 Procedura di messa in opera

Ultimato lo scavo secondo le dimensioni previste dagli elaborati di progetto si procederà alla formazione del letto di posa costituito da materiale inerte di cava.

Prima di procedere alla posa, le tubazioni devono essere controllate per verificare la loro integrità.

Una volta calate nello scavo si procederà alla loro giunzione a regola d'arte secondo le modalità previste per le diverse tipologie di condotte e di materiali utilizzati.

Salvo diverso ordine impartito caso per caso dalla Direzione dei Lavori, si dovranno adottare per il letto di posa e il rinfiacco le dimensioni che figurano dai disegni di progetto e che saranno eventualmente prescritte all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

Ad ogni sospensione del lavoro l'impresa dovrà chiudere provvisoriamente l'ultimo tubo con appositi tappi in plastica e mai con stracci, sacchi, carta od altro materiale facilmente deformabile e che non possa essere dimenticato inavvertitamente all'interno della condotta.

10.3.7 Rinfiacco e rinterro

Il materiale usato per il rinfiacco ed il ricoprimento del tubo sarà dello stesso tipo di quello usato per il letto di posa secondo gli spessori previsti dagli elaborati di progetto.

La compattazione del rinfiacco e del rinterro sarà spinta ad almeno il 90 % della Proctor Standard mediante pestelli pneumatici o altro macchinario equivalente e verrà effettuata per strati non superiori a 25 cm circa. I giunti saranno lasciati scoperti fino al collaudo idraulico avvenuto.

10.3.8 Norme di compattazione e controlli qualitativi

Dovranno essere utilizzate attrezzature idonee a garantire la densità richiesta. Si potranno utilizzare vibratori a piastra battente o, per il letto di posa, rulli.

Durante la fase di rinterro dovrà essere posta molta cura nel proteggere le tubazioni dalla caduta di sassi, materiali di cantiere, ovvero da colpi provenienti dalle macchine operatrici utilizzate per il rinterro e la compattazione del materiale. Nel caso in cui un tubo risultasse danneggiato, sarà cura ed onere esclusivo dell'Impresa procedere alla sua sostituzione ripristinando contestualmente la continuità della condotta.

Per il fatto dell'esecuzione e superamento delle prove preliminari di collaudo non resteranno menomate in alcun modo le facoltà del Collaudatore, al cui giudizio esclusivo è riservato di effettuare controlli e prove sulla condotta in opera, essendo stabilito che tutte le garanzie contrattuali vanno riferite alla condotta posta in opera.

Dopo aver eseguito le prove, le riparazioni e le controprove e quelle di tenuta delle condotte, se tutto é in perfetta regola, sarà impartito all'impresa l'ordine di coprire le condutture e riempire le trincee.

La superficie dei riempimenti delle trincee dovrà essere sistemata in modo che le acque pluviali possano liberamente passarvi sopra, senza formazione di ristagni. Ove l'impresa avesse coperto qualche tratto di condotta o riempito qualche trincea senza l'autorizzazione della Direzione Lavori, questa provvederà a farla riscavare e scoprire nuovamente a spese dell'impresa medesima.

I tubi potranno essere rifiutati nei seguenti casi:

- perché non rispondono alle prescrizioni di dimensionamento e relative tolleranze ed alle prescrizioni di fabbricazione di cui alle presenti norme;
- per esito negativo delle prove di accettazione;
- per manifesti difetti di proporzione dei componenti o per mancanza di tenuta dei giunti;
- per danneggiamento delle testate che non consentono di effettuare una giunzione a regola d'arte.

In tal caso l'Impresa sarà tenuta a sostituire prontamente i materiali rifiutati con altri corrispondenti alle norme contrattuali con l'avvertenza che, nel caso non provvedesse tempestivamente, l'amministrazione potrà provvedere d'ufficio avvalendosi del deposito cauzionale, salva ed impregiudicata ogni altra azione legale per qualsiasi danno dovesse derivare all'amministrazione appaltante dall'inadempienza del contratto.

10.3.9 Altre norme

- Decreto del Ministero dei LL.PP del 12 dicembre 1985 Norme tecniche relative alle tubazioni, (G.U. n. 61 del 14 marzo 1986);
- Circolare n. 27291 del 20 marzo 1986 Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni;
- UNI EN ISO 9002:1994 Sistemi qualità. Modello per l'assicurazione della qualità nella fabbricazione, installazione ed assistenza;
- UNI EN 1610:1999 Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura;
- D.Lgs. 258/00 Tutela delle acque dall'inquinamento – Disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999 n. 152, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998 n. 128;
- UNI EN 681:2002-2004 Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua;
- DIN 4060 Pipe joint assemblies with elastomeric seals for use in drains and sewers - Requirements and testing;
- ISO 4633:2002 Rubber seals - Joint rings for water supply, drainage and sewerage pipelines - Specification for materials;
- UNI EN 12201-1:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Generalità;
- UNI EN 12201-2:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Tubi;
- UNI EN 12201-3:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Raccordi;
- UNI EN 12201-4:2002 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Valvole;
- UNI EN 12201-5:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema;
- UNI CEN/TS 12201-7:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Parte 7: Guida per la valutazione della conformità;
- UNI EN 1622:1999 Analisi dell'acqua - Determinazione della soglia di odore (TON) e della soglia di sapore (TFN).

10.4 **Condotte in polietilene ad alta densità (PEAD) per acquedotti e scarichi in pressione**

10.4.1 *Generalità*

La presente specifica definisce le modalità di fornitura posa e collaudo delle tubazioni di polietilene ad alta densità per acquedotti e scarichi in pressione.

Tali tubi devono essere conformi alla norma di riferimento UNI EN 12201:2004, nonché al D.M. n. 174 del 6/4/2004 (sostituisce le prescrizioni della Circolare del Ministero della Sanità n. 102 del 02/12/1978 in merito a migrazione globale e specifica) e del D.P.R. 236/88 (determinazione delle soglie di sapore ed odore secondo UNI EN 1622).

L'azienda produttrice delle tubazioni deve essere in possesso delle seguenti certificazioni:

- certificazione di conformità delle tubazioni alla norma UNI EN 12201 rilasciata da un organismo a tal fine accreditato e riconosciuto a livello internazionale (*Istituto Italiano dei Plastici* o altro Istituto);
- certificazione del sistema qualità aziendale in conformità alla norma UNI EN ISO 9001: 2000;
- IIP UNI secondo la norma UNI EN 12201;
- PIIP/a secondo la norma EN 12201.

10.4.2 *Caratteristiche della materia prima*

La materia prima da impiegare per l'estrusione del tubo deve essere prodotta da primari e riconosciuti produttori europei e derivata esclusivamente dalla polimerizzazione, o copolimerizzazione, dell'etilene, stabilizzata ed addizionata dal produttore stesso della resina di opportuni additivi, uniformemente dispersi nella massa granulare.

Tali additivi (antiossidanti, lubrificanti, stabilizzanti, carbon black) vengono dosati e addizionati al polimero dal produttore di resina in fase di formazione del compound, e sono destinati a migliorare le performances di trafilatura, iniezione, resistenza agli agenti atmosferici ed invecchiamento del prodotto finito.

Tali additivi devono risultare uniformemente dispersi nella massa granulare e, per il carbon black, devono essere rispettati i parametri di dispersione e ripartizione stabiliti dalle norme UNI di riferimento, nonché il contenuto ($2 \div 2.5\%$ in peso).

Il compound, all'atto dell'immissione nella tramoggia di carico dell'estrusore, deve presentare un tenore massimo di umidità non superiore a 300 ppm.

Le materie prime utilizzate dovranno essere comprese nell'elenco di quelle omologate dall'IIP (Istituto Italiano dei Plastici).

Le tubazioni oggetto di questa specifica devono essere realizzate con materie prime che soddisfino le seguenti caratteristiche:

- classificate PE100 secondo la norma ISO/TR 9080 mediante prove effettuate presso laboratori certificati EN 45001 riconosciuti a livello internazionale;
- conformi alla norma UNI 10910-1;
- omologate/certificate in conformità alla norma di riferimento presso organismo di certificazione riconosciuto a livello internazionale;
- addizionate con additivi necessari per la lavorazione e conservazione delle caratteristiche dei prodotti finali, dispersi in maniera uniforme direttamente dal produttore del compound.

Non è ammesso l'impiego anche se parziale di:

- compound e/o materiale base ottenuto per rigenerazione di polimeri di recupero anche se selezionati;
- compound e/o materiale base ottenuto per ri-masterizzazione di materiali neutri e addizionati successivamente con additivi da parte del produttore del tubo o aziende diverse dal produttore di materia prima indicato in marcatura;
- lotti di compound provenienti da primari produttori europei, ma dagli stessi indicati come lotti caratterizzati da parametri, anche singoli, (MFI, massa volumica, umidità residua, sostanze volatili, etc.) non conformi al profilo standard del prodotto;
- la miscelazione pre-estrusione tra compound chimicamente e fisicamente compatibili ma provenienti da materie prime diverse, anche se dello stesso produttore;
- l'impiego di materiale rigranulato di primo estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubo già estruso, anche se aventi caratteristiche conformi alla presente specifica.
- non è consentito l'impiego di materiale di recupero, anche se sfridi di lavorazione del medesimo compound.

10.4.3 *Requisiti delle tubazioni*

Le tubazioni devono essere prodotte per estrusione con impianti sottoposti a regolare manutenzione e dotati di sistemi di rilevamento e controllo dei parametri di processo.

Il sistema di alimentazione della materia prima deve essere sigillato, dallo stoccaggio all'introduzione nell'estrusore, per preservare la materia prima da eventuali contaminazioni.

Gli impianti di produzione devono essere dotati di dosatori gravimetrici e preferibilmente di sistemi ad ultrasuoni per il controllo dimensionale in continuo.

Le tubazioni devono essere di colore nero, dotate di righe di coestrusione di colore blu realizzate con polimero ottenuto dallo stesso materiale di base utilizzato per le tubazioni. Devono essere dotate di marcatura indelebile ripetuta ad ogni metro e contenente le informazioni di cui al successivo paragrafo dedicato alla marcatura.

Le dimensioni e le caratteristiche fisico-meccaniche delle tubazioni devono essere conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 12201.

Le tubazioni dovranno essere del tipo PE 100 RC, secondo PAS 1075, con la massima resistenza alla propagazione lenta della frattura, rispondente alle seguenti proprietà: Notch-Test (ISO13479) ≥ 8760 h; Full Notch Creep-test (ISO16770) ≥ 8760 h, protetto da un mantello su-estruso in polietilene modificato in PE plus, con nastro adesivo in alluminio anti diffusione a più strati secondo la direttiva KIWA-BRL-K545/01, rispondente alla EN 12201-1, alla Direttiva 98/83/CE (Trasporto acqua potabile) secondo la norma UNI EN 1622. Struttura della tubazione secondo PAS 1075 tipo 3 con guaina protettiva esterna. Saldatura eseguita secondo i parametri del DVS 2207-1.

10.4.4 Controllo qualità

La materia prima utilizzata per la produzione delle tubazioni deve essere fornita corredata di certificato di analisi, quindi sottoposta a prove di accettazione per la verifica dei requisiti specificati nella norma UNI EN 12201.

Per ciascun lotto di materia prima devono essere note le seguenti caratteristiche:

- MFI (m.d.a. UNI EN ISO 1133);
- Densità (m.d.a. ISO 1183);
- OIT (m.d.a. UNI EN 728);
- contenuto di umidità (m.d.a. UNI EN 12118);
- contenuto di carbon black (m.d.a. UNI 9556);
- dispersione e ripartizione del carbon black (m.d.a. ISO 11420);
- test di idoneità al trasporto di acqua potabile (KTW).

In fase di produzione le tubazioni devono essere sottoposte a controlli dimensionali e di verifica dei parametri di processo almeno ogni 8 ore.

Ogni lotto di produzione deve essere sottoposto a prove di controllo qualità che garantiscano la conformità a quanto richiesto dalla norma UNI EN 12201. Le prove minime sono le seguenti:

- dimensioni, aspetto, e marcatura (m.d.a. prEN ISO 3126);
- MFI (m.d.a. UNI EN ISO 1133);
- OIT (m.d.a. UNI EN 728) ;

- allungamento a rottura (m.d.a. ISO 6259);
- resistenza alla compressione interna 80 °C-165 h (m.d.a. UNI EN 921).

Il cliente può assistere alle operazioni di produzione e collaudo chiedendo la comunicazione anticipata della data di produzione e concordando eventuali piani di controllo particolari.

10.4.5 Marcatura

Tutti i tubi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza riportando, con frequenza non minore di un metro, almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- materiale e designazione (PE 80 o PE 100);
- codice del compound PE utilizzato;
- dimensioni nominali (diametro x spessore);
- serie (SDR e PN);
- riferimento alla norma (UNI EN 12201 o EN 12201);
- marchio di conformità IIP-UNI o Piip o equivalente;
- marchio di prodotto;
- codice distintivo della materia prima come dalla tabella dell'IIP;
- data di produzione;
- lotto di produzione;
- metratura progressiva.

10.4.6 Documentazione

Ogni lotto di produzione deve essere corredato di certificato di produzione emesso secondo le prescrizioni della norma UNI EN 10204, modello 3.1.B, contenente i dati relativi alle prove di controllo qualità.

L'impresa appaltatrice è tenuta a fornire alla D.L. all'atto del ricevimento in cantiere delle condotte le certificazioni della ditta produttrice che attestino la corrispondenza qualitativa e dimensionale della condotte rispetto alle indicazioni progettuali.

Condotte prive della documentazione e/o della marchiatura attestante qualità e provenienza dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spesa dell'Impresa.

Eventuali condotte già posate e giuntate che si rivelassero prive delle suddette attestazioni/marchiature dovranno essere rimosse e sostituite con materiale conforme

alle specifiche progettuali; tutte le attività connesse con la sostituzione del materiale non conforme sono onere a totale cura dell'Impresa.

10.4.7 Imballaggio

Le tubazioni devono essere fornite protette da tappi alle estremità. le tubazioni fornite in fasci vengono disposte su bancali in legno mediante appositi telai, anch'essi in legno, di numero variabile in funzione delle lunghezze, bloccati con reggia metallica posta sulla superficie esterna del telaio stesso.

I rotoli dovranno avere raggio di curvatura superiori a 18 volte il diametro esterno della tubazione: hanno forme ben definite e vengono fissati mediante reggia di PP in modo tale da conservare le dimensioni in fase di stoccaggio e movimentazione.

10.4.8 Installazione

L'installazione ed il collaudo delle tubazioni dovranno essere eseguite, come applicabile, in conformità alle seguenti norme/guide:

- UNI ENV 1046 :2003 "Sistemi di tubazioni e condotte di materia plastica – Sistemi di adduzione d'acqua e scarichi fognari all'esterno dei fabbricati – Raccomandazioni per l'installazione interrata e fuori terra";
- UNI 11149 : 2005 "Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione".

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

10.4.9 Raccordi e pezzi speciali

I raccordi e i pezzi speciali devono rispondere alle stesse caratteristiche dei tubi: tali raccordi possono essere prodotti per stampaggio o, nel caso non siano reperibili sul mercato, ricavati direttamente da un tubo diritto mediante opportuni tagli, sagomature ed operazioni a caldo (piegatura, saldature di testa e con apporto di materiale, ecc.).

Quando necessaria, la termoformatura di raccordi e pezzi speciali in PeAD. deve essere sempre eseguita da personale specializzato e con idonea attrezzatura, comunque mai in cantiere ma presso l'officina del fornitore.

Prima della saldatura i tubi di polietilene dovranno essere perfettamente puliti con adeguate attrezzature da qualsiasi materiale estraneo che possa viziare il futuro esercizio della condotta. Sulle teste da saldare la pulizia dovrà avvenire sia all'esterno che all'interno per almeno 10 cm di lunghezza.

Tutti i raccordi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile riportando

almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del fabbricante;
- marchio di conformità IIP-UNI o Piip o equivalente (*);
- riferimento alla norma (UNI EN 12201 o EN 12201) (*);
- dimensioni nominali / serie SDR;
- intervallo SDR di saldabilità (*);
- materiale e designazione (PE 80 o PE 100);
- pressione nominale PN (*);
- data di produzione (data o codice).

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

10.5 Sistemi di giunzione per condotte in polietilene ad alta densità (PEAD) per acquedotti e scarichi in pressione

10.5.1 Generalità

La giunzione dei tubi e dei pezzi speciali di polietilene deve essere conforme alle corrispondenti prescrizioni UNI EN vigenti al momento dell'appalto e deve essere realizzata, a seconda dei casi, mediante:

- saldatura ad elementi termici per contatto: dovrà essere effettuata da personale in possesso di certificazione (patentino) in conformità alla norma UNI 9737 rilasciata da un organismo di certificazione del personale accreditato ed eseguita in conformità alle norme UNI 10520 e UNI 10967 come applicabile ed alla norma UNI 11024. Dovranno essere utilizzate apparecchiature conformi alla norma UNI 10565. Prima di procedere alla saldatura si dovrà verificare che le superfici delle tubazioni da saldare di testa siano tagliate perpendicolarmente all'asse, prive di difetti e pulite.
- saldatura per elettrofusione mediante raccordi elettrosaldabili: dovrà essere effettuata da personale in possesso di certificazione (patentino) in conformità alla norma UNI 9737 rilasciata da un organismo di certificazione del personale accreditato ed eseguita in conformità alla norma UNI 10521 ed alla norma UNI 11024. Dovranno essere utilizzate apparecchiature conformi alla norma UNI 10566. Prima di procedere alla saldatura si dovrà procedere alla raschiatura con idoneo strumento ed alla pulizia della superficie di fusione del codolo.
- raccordi con appropriato serraggio meccanico con guarnizione (vedi UNI 9736:1990), aventi caratteristiche idonee all'impiego.

Tutte le operazioni di preparazione delle condotte e di saldatura dovranno essere eseguite solo ed esclusivamente da personale adeguatamente preparato in possesso degli attestati di idoneità acquisiti al termine dei relativi corsi di preparazione.

Le saldature dovranno essere eseguite seguendo le normative sopra citate, nonché eventuali istruzioni integrative fornite dal produttore delle condotte, dei giunti, ovvero delle attrezzature da impiegarsi per le attività di saldatura.

Particolare cura dovrà essere posta al rispetto dei parametri minimi relativi alle condizioni ambientali esterne (temperatura) il cui mancato rispetto possa influenzare negativamente l'esecuzione a regola d'arte delle giunzioni.

L'Impresa resta l'unica responsabile di eventuali difetti relativi alla giunzione delle condotte, nonché di tutte le attività che si dovessero rendere necessarie per il ripristino della piena funzionalità della condotta stessa.

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

Prima della saldatura i tubi di polietilene dovranno essere perfettamente puliti con adeguate attrezzature da qualsiasi materiale estraneo che possa viziare il futuro esercizio della condotta. Sulle teste da saldare la pulizia dovrà avvenire sia all'esterno che all'interno per almeno 10 cm di lunghezza; inoltre, prima della saldatura le tubazioni dovranno essere perfettamente asciutte, prive di qualsiasi traccia di umidità.

Eventuali deformazioni o schiacciamenti delle estremità dovranno essere eliminate con tagli o corrette utilizzando le ganasce della macchina saldatrice.

I tubi da saldare dovranno essere appoggiati su appositi rulli di scorrimento ed essere tenuti dalla stessa attrezzatura in posizione perfettamente coassiale. Prima della saldatura, se le facce da unire non si presentano perfettamente parallele e combacianti, le estremità dovranno essere intestate con apposita attrezzatura a rotelle in maniera da rispondere a questo requisito.

Nel corso della saldatura e per tutto il tempo di raffreddamento, la zona interessata dovrà essere protetta da sole diretto, pioggia, neve, vento e polvere. La gamma di temperatura dell'ambiente ammessa durante le operazioni dovrà essere compresa fra 0 e 40 gradi centigradi.

A saldatura avvenuta la protezione dovrà garantire un raffreddamento graduale ed il sistema di bloccaggio dei tubi sulla macchina saldatrice dovrà garantirne la ferma posizione fino a raffreddamento.

La sezione dei cordoni di saldatura dovrà presentarsi uniforme, di superficie e larghezza costanti, senza evidenza di soffiature od altri difetti.

Al termine delle operazioni di saldatura sull'ultima testa di tubo dovrà essere posto idoneo tappo ad espansione per garantire il mantenimento della pulizia all'interno della condotta.

10.5.3 Saldatura per elettrofusione (raccordi elettrosaldabili)

Le superfici da collegare con il manicotto elettrosaldabile dovranno essere preparate esclusivamente a mezzo di apposito raschiatore meccanico per eliminare eventuali ossidazioni della superficie del tubo.

L'interno del manicotto elettrico va sgrassato con uno straccio di cotone imbevuto con l'apposito detergente (in mancanza con acetone o alcool isopropilico).

A saldatura avvenuta, sarà necessario attendere il raffreddamento naturale del pezzo prima di sollecitarne le giunzioni.

Al fine di garantire un'elevata qualità della saldatura, l'impresa deve assolutamente evitare di fare un secondo ciclo di saldatura con un manicotto elettrico che abbia già lavorato e non sia completamente raffreddato.

Si utilizzeranno solo ed esclusivamente manicotti elettrosaldabili in PE100 conformi alla normativa UNI EN 12201-3, con classe minima di pressione PN 10, prodotto da azienda con certificazione ISO 9001:2000 e ISO 14001, marchiatura IIP, di colore nero.

10.5.4 Giunzione mediante innesto rapido

Nei casi in cui non si possa fare una giunzione saldata l'impresa, previo consenso della Direzione Lavori, può eseguire la congiunzione con il manicotto ad innesto: in questo caso, la tenuta è garantita da una guarnizione elastomerica ed il tubo deve essere innestato fino in fondo al manicotto.

L'estremità del tubo da introdurre deve essere smussata con una angolazione di 15° e lubrificata con lubrificante idoneo per le condotte in PEAD.

Qualora si debbano compensare le dilatazioni termiche dei collettori, l'appaltatore è tenuto ad utilizzare appositi manicotti di dilatazione, le cui guarnizioni permettono lo scorrimento del tubo all'interno del manicotto nelle fasi di dilatazione e di contrazione. La profondità di innesto dipende dalle variazioni di temperatura a cui è sottoposto il giunto.

10.5.5 Giunzioni flangiate

Per i raccordi con i pezzi speciali in ghisa o in acciaio flangiati si utilizzeranno raccordi in PE100 PN 10 a codolo lungo con cartella di estremità, atto alla giunzione tramite flangia acciaio, di tubazioni in PE con procedimento di saldatura per elettrofusione o testa/testa.

Cartella prodotta da azienda con certificazione ISO 9001:2000 e ISO 14001, marchiatura IIP, di colore nero.

E' compresa la fornitura di flangia acciaio PN10 conforme alla norma UNI 6089/67 e s.m.i., con dimensione diametro interno conforme alla norma ISO 9624:1997; DE PE 110 foro interno 128 mm.

E' compresa, inoltre, la guarnizione in materiali polimerici idonei a resistere al contatto con acque reflue.

10.6 ***Tubi, raccordi e pezzi speciali flangiati in ghisa sferoidale***

Relativamente ai tubi, raccordi pezzi speciali in ghisa sferoidale (e relativi accessori) l'Impresa appaltatrice dovrà produrre alla D.L. i certificati di conformità della ditta produttrice che ne attesti la conformità rispetto alle caratteristiche di seguito indicate. Ogni fornitura priva della relativa certificazione, anche se già installata, dovrà essere rimossa a cura e spese dell'Impresa appaltatrice.

10.6.1 *Materiale*

La ghisa a grafite sferoidale impiegata per la costruzione dei tubi e dei pezzi speciali deve essere della migliore qualità. In modo particolare essa deve permetterne l'agevole lavorazione con particolare riguardo al taglio e alla foratura. Essa dovrà inoltre offrire le più ampie garanzie nei confronti della resistenza agli urti.

I diametri esterni, gli spessori, le caratteristiche meccaniche, le tolleranze ammesse sulle dimensioni e sulle masse, dovranno essere quelli che risultano dalla UNI EN 545 per i tubi di classe K9. Le lunghezze dei tubi, salvo diversa indicazione, dovranno essere quelle indicate dalla stessa UNI.

Per quant'altro non specificato, i tubi devono avere caratteristiche conformi al Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 12 dicembre 1985 e successivi aggiornamenti.

Le tubazioni dovranno essere prodotte in stabilimenti ubicati nell'ambito dei Paesi dell'Unione Europea operanti in regime di qualità aziendale secondo la norma UNI EN ISO 9001: 2000 per la progettazione e fabbricazione certificata da un Organismo Terzo di certificazione che abbia firmato l'accordo di Cooperazione Europea per l'Accreditamento secondo le norme UNI CEI EN 45012, e dovranno altresì essere provviste di certificazione di conformità alla norma EN 545 emessa da un Organismo terzo di certificazione che abbia firmato l'accordo di Cooperazione Europea per l'Accreditamento secondo le norme UNI CEI EN 45011 o UNI CEI EN 45004.

Ogni tubo dovrà riportare, almeno ad una estremità, il marchio del fabbricante, un'indicazione che precisi la qualità del materiale impiegato (G.S.), il diametro nominale e il mese e l'anno di fabbricazione.

La marcatura potrà essere effettuata in fusione, con vernice o stampaggio a freddo.

10.6.2 Rivestimenti

Il rivestimento esterno dovrà essere costituito da uno strato di zinco ricoperto con vernice bituminosa (che dovrà asciugarsi rapidamente, essere ben aderente e non squamarsi) o con resina sintetica compatibile con lo zinco. Entrambi gli strati dovranno essere applicati a spruzzo in officina mediante idonee pistole a spruzzo.

Il rivestimento di zinco metallico dovrà ricoprire la superficie esterna del tubo e fornire uno strato denso, continuo ed uniforme. Dovrà essere esente da difetti quali zone di assenza di rivestimento o di scarsa aderenza.

La quantità di zinco minima per unità di superficie dovrà essere pari a 200 g/m².

Valgono altresì le norme tecniche indicate nelle UNI EN 545:2007 (per tubi, raccordi e pezzi speciali), UNI ISO 4179:1987 (per il rivestimento interno in malta cementizia), la serie UNI EN 681:2005 (per gli elementi di tenuta in elastomero) e le indicazioni, relative ai giunti automatici, contenute nelle UNI 9163.

Il rivestimento interno dei tubi dovrà essere costituito da malta cementizia centrifugata composta secondo quanto prescritto dalla UNI ISO 4179:1987

Il sistema di applicazione, lo stato delle superfici, nonché lo spessore minimo del rivestimento dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla UNI ISO 4179.

Nel caso di acque aggressive, è prescritta l'adozione di speciali malte cementizie per il rivestimento interno.

10.6.3 Tubazioni in ghisa sferoidale

La ghisa sferoidale impiegata per la fabbricazione dei tubi dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- carico unitario di rottura a trazione: 420 MPa
- allungamento minimo a rottura: 10%
- durezza Brinell: ≤ 230 HB

Le relative tolleranze sono conformi alla norma EN 545.

I tubi dovranno avere un'estremità a bicchiere per giunzione a mezzo di anello di gomma.

Il giunto, che dovrà permettere deviazioni angolari e spostamenti longitudinali del tubo senza compromettere la tenuta, sarà elastico di tipo automatico, conforme alla norma UNI 9163/2010.

Le giunzioni dovranno essere altresì certificate conformi alle prove di prestazione della norma EN 545 complete delle effettive pressioni di prova con certificazione emessa da un Organismo Terzo di certificazione che abbia firmato l'accordo di Cooperazione Europea per l'Accreditamento secondo le norme UNI CEI EN 45011 o UNI CEI EN 45004.

Le guarnizioni del giunto dovranno essere della migliore qualità, con caratteristiche di durezza ed elasticità adeguate alla perfetta tenuta idraulica del giunto alla pressione di prova del tubo, come definita dalla norma UNI EN 545. Inoltre, le guarnizioni stesse dovranno essere costruite in conformità alle disposizioni di cui al Decreto 6 aprile 2004, n. 174 ed alla norma EN 681-1. Esse, inoltre, non devono contenere alcun elemento solubile in acqua che possa dare sapore all'acqua dopo un opportuno lavaggio della condotta.

Le tubazioni dovranno essere rivestite internamente con malta di cemento alluminoso applicata per centrifugazione secondo le norme UNI ISO 4179/87 ed EN 598. Lo spessore del cemento alluminoso sarà conforme a quanto indicato nella Norma EN 545. Esternamente le tubazioni dovranno essere rivestite con uno strato di zinco puro di 400 g/m² applicato per metallizzazione conforme alle norme UNI ISO 8179/86 ed EN 545, e successivamente verniciate con vernice epossidica.

L'interno del bicchiere e l'esterno dell'estremità liscia, parti metalliche a contatto con l'effluente, saranno rivestiti con vernice epossidica.

I tubi devono essere forniti con testate chiuse e protette da appositi tappi in plastica.

10.6.4 Raccordi per tubazioni in ghisa sferoidale con giunto rapido

I raccordi dovranno essere ottenuti mediante il procedimento produttivo del colaggio del metallo entro forme in sabbia e successiva sabbiatura.

La ghisa sferoidale impiegata per la fabbricazione dei raccordi dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- carico unitario di rottura a trazione: 420 MPa
- allungamento minimo a rottura: 5%
- durezza Brinell: ≤ 250 HB

I tipi e le dimensioni dei raccordi per condotte in pressione dovranno essere quelli indicati nella norma UNI EN 545/03.

Dovranno inoltre avere le estremità a bicchiere per giunzioni automatiche a mezzo di anelli in gomma oppure a flangia con forature a norma UNI EN 1092-2/99, salvo diverse disposizioni della DL.

10.6.5 *Giunto di smontaggio*

Fornitura e posa di giunto di smontaggio a corsa lunga per valvole flangiate, per diametri da DN 50 a 2000 mm; flangiatura PN 10-16-25.

Il giunto di smontaggio sarà costruito in acciaio al Carbonio C22 UNI7070 con corpi tubolari in acciaio collegati con saldature esterne ed interne alle flange e con o-ring in elastomero in EPDM tra i corpi e la flangia centrale con tiranti e dadi in acciaio inox AISI 304. L'escursione garantita sarà pari a ± 25 mm; saranno forniti tappi di protezione in gomma alle estremità delle barre filettate.

I tiranti dovranno essere previsti in numero pari ai fori presenti sulla flangiatura degli organi da accoppiare.

Il rivestimento interno ed esterno sarà ottenuto con vernice epossidica RAL5005 applicata previa sabbiatura grado Sa 2,5, di spessore minimo 200 micron e di spessore medio 300 micron.

La flangiatura sarà secondo EN 1092-2, collaudo a 1,5 volte la PFA + 1 bar eseguito a campione.

I materiali dovranno essere conformi al trasporto di acqua potabile secondo la Circolare Ministeriale 102.

10.6.6 *Saracinesche e accessori*

Per quanto attiene alle generalità, alla serie delle grandezze, alle forme costruttive, alle dimensioni ed alle relative tolleranze, si fa espresso riferimento alla serie UNI EN 1074:2004 e alla UNI EN 1171:2004.

Le saracinesche devono essere della migliore qualità, di marche e caratteristiche da approvarsi dalla DL, sulla base dell'esame dei campioni presenti. Si intendono garantite per cinque anni dalla posa; ciò vale in particolare per il rivestimento di tenuta della gomma del cuneo. Per tale periodo l'Appaltatore sarà tenuto a sostituire la saracinesca a sua totale cura e spese, nel caso di bloccaggio degli organi di manovra o di perdite di tenuta.

Le fusioni in ghisa dovranno essere eseguite a perfetta regola d'arte, in modo da riuscire compatta, cioè senza soffiature, porosità o altri difetti. Esse dovranno essere

perfettamente sbavate e ripulite da residui di fonderia. Nelle fusioni non saranno inoltre assolutamente ammesse suggellature con saldature o materiali da riporto.

Le saracinesche devono essere flangiate, a perfetta tenuta di classe PN 10, salvo diverse disposizioni della D.L., e devono essere conformi alla norma UNI EN 1074.1/2:2004 - Valvole per la fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica.

Le saracinesche dovranno essere a cuneo gommato, corpo piatto a passaggio totale e attacchi a flangia, PN 16/25 per acqua con corpo, coperchio e cuneo di ghisa sferoidale di qualità non inferiore al tipo GS 400 – 12 UNI EN 1563 con marcature di fusione conforme alla normativa vigente, rivestimento interno ed esterno in resina epossidica atossica anticorrosiva certificato GSK, applicato elettrostaticamente con spessore minimo di 250 micron, cuneo interamente rivestito con gomma EPDM, albero di acciaio inox, madrevite in bronzo alluminoso, tenuta sull'albero con anelli "O-Ring", flange forate secondo le norme UNI EN 1092-1 PN 10 (ex UNI 2277-67), flange dimensionate e forate secondo normativa vigente, bulloni protetti dalle corrosioni.

Per assicurare una maggiore durata, non vi devono essere parti di supporti in plastica e la superficie di contatto frontale fra la gomma di tenuta che riveste il cuneo ed il corpo della saracinesca deve essere la minima indispensabile, preferibilmente limitata alla posizione di chiusura totale. Gli elementi di tenuta dovranno essere conformi a quanto indicato nella serie UNI EN 681:2005 .

Le saracinesche dovranno essere fornite con i seguenti accessori per la posa in sottosuolo, costituiti da, tubo riparatore in PVC di robusta struttura e di idonea lunghezza in relazione alla profondità di posa della apparecchiatura idraulica, asta di comando in acciaio zincato a sezione quadrata, avente dimensioni adeguate alle sollecitazioni cui sarà sottoposta, quadro di comando (o pignone) in ghisa sferoidale, con parte inferiore atta a ricevere l'asta di comando con la quale dovrà essere perfettamente solidale tramite una coppiglia in acciaio inox, tubo di protezione in PVC di adeguata rigidità e di lunghezza idonea a contenere l'asta di comando che sposterà dallo stesso per l'intera lunghezza del quadro di manovra (o pignone). Alla sommità, il tubo di protezione dovrà essere munito di coperchio di chiusura guida asta, opportunamente forato per il passaggio dell'asta. L'estremità inferiore del tubo di protezione dovrà essere conformata in modo da costituire una protezione integrale per l'asta di manovra della saracinesca dovendo essere perfettamente accoppiabile ad incastro alla campana di custodia.

Le saracinesche dovranno essere rivestite all'interno e all'esterno. Il rivestimento dovrà essere costituito da vernici epossidiche, non dovrà contenere alcun elemento solubile in acqua, né alcun prodotto che possa dare sapore o odore all'acqua stessa dopo opportuno lavaggio della condotta. Il rivestimento, inoltre, non dovrà contenere elementi tossici.

10.6.7 Sfiato automatico tripla funzione

Fornitura e posa di sfiato a tripla funzione per acquedotto per il degasaggio e il riempimento/svuotamento della condotta. Pressione di funzionamento ammissibile PFA 16/25 bar, diametro DN 80mm, flangiatura conforme a ISO7005 e EN1092.

Corpo e cappello in ghisa sferoidale rivestiti internamente ed esternamente con polvere epossidica spessore 250 micron, galleggiante ed asse del galleggiante in HDPE, guide dell'asse e clapet dell'orifizio in PVC, viti di collegamento corpo-cappello in acciaio inox, guarnizioni in EPDM, scarico laterale per spurgo diametro $\frac{3}{4}$ " con vite di chiusura in acciaio zincato.

Il coperchio superiore dello sfiato deve consentire l'estrazione del galleggiante per le operazioni di pulizia e manutenzione. Lo sfiato è predisposto per il collegamento ad un sistema di aerazione senza bisogno di speciali kit di montaggio nel caso venga installato in locale chiuso.

L'apparecchio deve presentare marchiatura indelebile indicante il nome del produttore, il tipo di sfiato, il numero di serie, il DN, il PN della flangia, la portata di sfiato e la pressione di utilizzo.

La produzione deve avvenire in stabilimento certificato ISO9001.

10.6.8 Giunto a flangia piana

Questo giunto è adoperato normalmente per il collegamento tra raccordi ed apparecchi; il suo impiego resta generalmente limitato all'interno dei manufatti di ispezione.

Il giunto consiste nella unione mediante bulloni a vite di due flange - poste alle estremità dei tubi o raccordi o apparecchi da collegare - tra le quali sia stata interposta una guarnizione in elastomero.

Le guarnizioni avranno la forma di un anello piatto il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale a quello esterno del "collarino" della flangia. E' assolutamente vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto. Quando, per particolari condizioni di posa della condotta sia indispensabile l'impiego di spessori tra le flange, questi debbono essere di ghisa o di acciaio, e posti in opera con guarnizioni su entrambe le facce. E' vietato in modo assoluto ingrassare le guarnizioni.

I dadi dei bulloni saranno stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti alle estremità di uno stesso diametro, evitando di produrre con anormali sollecitazioni la deformazione della flangia.

Il serraggio dovrà avvenire mediante chiavi dinamometriche al valore di coppia indicato dalle specifiche delle tubazioni, ovvero delle flange.

Sarà discrezione della Direzione Lavori effettuare il controllo delle coppie di serraggio con una chiave dinamometrica.

Nel caso in cui il serraggio venisse effettuato non correttamente, ovvero dovesse produrre perdite o anomalie nel normale esercizio della condotta, l'Impresa dovrà provvedere immediatamente, seguendo le indicazioni impartite dalla D.L., a ripristinare a propria cura e spese la perfetta tenuta dei giunti.

La tenuta è assicurata dalla forte aderenza della rondella di guarnizione in materiale elastomerico contro le pareti contigue, generata dal serraggio dei bulloni. Per facilitare la perfetta tenuta del giunto le superfici di combaciamento delle flangie debbono avere un risalto sporgente, ricavato per tornitura e su cui si praticano alcune rigature concentriche. Le flange possono essere ricavate per fusione o unitamente al tubo o separatamente da esso e successivamente avvitate sul tubo stesso.

Tutte le flange (orientabili o fisse) di cui sono dotati i tubi in ghisa saranno conformi alle seguenti norme:

- Foratura: NF A 48-840, NF EN 1092, ISO 7005;
- Dimensioni delle flange: NF A 48-840, NF EN 1092-2, ISO 7005-2;
- Bulloneria: NF EN 24014, NF EN 24016, NF EN 24032, NF EN 24034, ISO 4014, ISO 4016, ISO 4032, ISO 4034.

10.6.9 Posa in opera dei tubi, raccordi, apparecchi ed accessori di ghisa sferoidale

L'impiego dei raccordi e degli apparecchi deve corrispondere a quello indicato in progetto o dalla Direzione Lavori.

Nella messa in opera dei raccordi deve essere assicurata la perfetta coassialità di questi con l'asse della condotta. Similmente per gli apparecchi dovrà essere usata ogni cura per evitare, durante i lavori e la messa in opera, danni alle parti delicate.

In particolare, poi, dovranno osservarsi le norme seguenti:

- I pezzi a T ed a croce dovranno collocarsi in opera a perfetto squadra rispetto all'asse della condotta, con la diramazione orizzontale o verticale secondo quanto indicato sul progetto o richiesto dalla Direzione Lavori.
- Riduzioni - Per passare da un diametro ad un altro si impiegheranno riduzioni tronco-

coniche o "flange di riduzione".

- Sfiati automatici - Gli sfiati automatici da collocarsi o nei punti più alti della condotta, quando ad un ramo ascendente ne succede uno discendente, o al termine di tronchi in ascesa ovvero alla sommità di sifoni, saranno messi in opera mediante appositi raccordi con diramazioni verticali. Lo sfiato sarà sempre preceduto da una saracinesca e munito di apposito rubinetto di spurgo. Per la custodia dell'apparecchio e la sua manovra sarà costruito apposito pozzetto che racchiuderà anche la condotta principale.

10.6.10 Posa in opera di saracinesche e valvolame in genere

Le saracinesche di intercettazione, se di linea, saranno poste circa ogni 200 – 300 m. Si avrà cura di disporre inoltre saracinesche in ogni incrocio e diramazione.

Per le saracinesche interrate dovrà essere curato in special modo che l'albero di prolungamento ed i relativi manicotti siano rigidamente collegati tra loro ed all'albero della saracinesca. Qualora l'albero e il tubo protettore dovessero essere accorciati od allungati in relazione alla quota della tubazione, l'Appaltatore sarà tenuto a provvedervi, fornendo i materiali necessari nel caso di allungamento.

L'albero di manovra dovrà sporgere sopra il cappellotto del tubo protettore almeno di tutto il manicotto terminale.

Il fondo delle saracinesche dovrà appoggiare saldamente su un basamento di almeno 10 cm di calcestruzzo magro.

In corrispondenza delle saracinesche il rinterro dovrà essere eseguito esclusivamente con sabbia grossa o ghiaietto perfettamente costipato, così da evitare successivi assestamenti.

Le valvole a farfalla dovranno essere di tipo flangiato, secondo quanto riportato sui disegni di appalto.

Le valvole a farfalla di tipo flangiato dovranno essere possibilmente a scartamento ridotto (ISO 5752 serie 14) , del tipo a doppio eccentrico, con corpo e lente in ghisa sferoidale non inferiore a GS 400 - ISO 1083 con albero in acciaio inossidabile AISI 420, verniciate internamente ed esternamente con resine epossidiche atossiche idonee al contatto con acqua potabile dello spessore minimo di 200 micron, secondo la Circolare 174/02 del Ministero della Sanità.

Analoga certificazione dovrà essere prodotta per la guarnizione di tenuta, la cui mescola dovrà risultare resistente all'invecchiamento.

La manovra dovrà avvenire mediante riduttore a vite senza fine con chiusura destrorsa; ogni valvola dovrà prevedere sul riduttore un indicatore di posizione della lente ed essere predisposta per il comando elettrico con flangetta normalizzata ISO 5210.

Per il comando manuale si prevederanno i classici volantini in ghisa, eventualmente corredati da asta di prolunga se la manovra deve essere riportata in superficie.

I collaudi dovranno avvenire secondo le norme UNI EN 1074-2/2004.

Per gli idranti, da disporre ogni 150 m circa, la derivazione sarà fatta inserendo orizzontalmente un apposito pezzo a T sulla condotta stradale; sotto il piede a curva verrà disposto un opportuno appoggio in calcestruzzo; intorno all'idrante il rinterro andrà fatto con ghiaia media, allo scopo di disperdere facilmente l'acqua di scarico dell'idrante.

La saracinesca di esclusione dovrà essere installata nelle immediate vicinanze dell'idrante, sulla diramazione flangiata del pezzo a T.

10.6.11 Certificati di origine e prove

Prima della relativa posa in opera, dovranno essere consegnati alla DL i seguenti documenti:

- certificato delle materie prime impiegate nella costruzione;
- certificato di prova meccanica di trazione;
- certificato di prova idraulica;
- certificato generale di collaudo della partita;
- dichiarazione di conformità nei riguardi della atossicità dei materiali utilizzati per la protezione interna e per le guarnizioni di tenuta ai sensi del Decreto 6 aprile 2004, n. 174

10.6.12 Collaudi

Tutti i tubi devono essere collaudati singolarmente in fabbrica alla pressione prescritta dalla norma UNI.

I giunti elastici devono risultare a perfetta tenuta sia alle pressioni suddette, sia in depressione.

La DL si riserva la facoltà di eseguire in fabbrica prove idrauliche sul 5% dei tubi da fornire. Se tale collaudo non risulterà totalmente favorevole, si potrà richiedere di ripetere le prove su tutti gli altri tubi. La DL si riserva inoltre di far eseguire in fabbrica o presso laboratori di fiducia, prove di resistenza e qualità dei materiali.

11. VALVOLA RIDUTTRICE DELLA PRESSIONE A VALLE

11.1 Caratteristiche tecniche

La valvola idraulica a doppia camera dovrà essere atta a mantenere la pressione di valle al valore prefissato indipendentemente dal valore di monte e/o variazione di portata. La valvola dovrà garantire un corretto funzionamento sia con piccole portate che con massime portate.

La valvola sarà corredata di doppio manometro, con rubinetto porta manometro.

La valvola dovrà avere due camere in pressione, separate ed isolate una dall'altra mediante diaframma in EPDM rinforzato con tessuto in nylon. La separazione tra le camere di controllo ed il corpo valvola dovrà avvenire tramite un apposito disco in acciaio Inox lavorato e avente idonei passaggi in modo tale da consentire una corretta modulazione e regolazione della pressione di valle senza essere soggetto ad interferenze causate, per esempio, dal sistema di valle.

La valvola dovrà garantire una risposta immediata, un controllo accurato ed una chiusura a tenuta senza pericolo di bruschi incrementi di pressione.

Non potranno essere ingenerate sovrappressioni superiori al 5% della pressione idrostatica a monte della valvola. La corsa dello stelo dell'otturatore dovrà essere vincolato da due punti e precisamente alle due estremità tramite una boccola nella sommità della valvola ed una guida nell'otturatore. Queste guide dovranno permettere un perfetto allineamento al fine di consentire una corretta velocità di azionamento, una perfetta tenuta ed una regolazione puntuale. Non dovranno quindi essere presenti delle ostruzioni nella luce di passaggio della valvola ne ricavate con guide a crociera ne con prolungamenti di alberi guida.

Tutte le necessarie operazioni di manutenzione e riparazione dovranno essere possibili senza rimuovere il corpo dalla linea.

Il corpo della valvola dovrà essere a globo e dovrà essere realizzato in ghisa sferoidale UNI EN 1563 – EN-GJS-500-7 (DIN1693 GGG50 - ASTM A536) ad alto profilo idrodinamico tale da garantire basse perdite di carico ed alta resistenza alla cavitazione.

Tutti i passaggi della valvola (flange di entrata ed uscita, corpo della valvola e sede di tenuta) dovranno avere dimensioni pari al diametro della valvola. L'attuatore dovrà essere a doppia camera di controllo e dovrà avere un diaframma in EPDM ad alta flessibilità e rinforzata con fibre di nylon.

La valvola dovrà essere resa completa di pilota a funzionamento idraulico per il controllo e la riduzione della pressione di valle. La circuiteria dovrà essere realizzata da semplici

elementi al fine di alleggerire le eventuali operazioni di manutenzione e quindi gli stessi non potranno essere inglobati in un'unica apparecchiatura di taratura realizzata da valvole a spillo, valvole di non ritorno, filtri od altro. La circuiteria dovrà essere in acciaio inox con tubazioni in nylon (tubo parker) ad alta pressione Pn 40.

Il pilota in classe Pn 40 dovrà essere a due o tre vie in accordo con le richieste della D.L. e vie dovrà avere una dimensione conforme alla grandezza della valvola, in particolar modo sia nella membrana che nelle parti interne, in modo da permettere un controllo preciso ed ottimale. Il pilota dovrà inoltre avere degli accorgimenti al fine di evitare le possibili manomissioni o variazioni di taratura da parte di personale non autorizzato.

Sulla sommità della valvola dovrà essere presente uno strumento per il degasaggio di adeguata capacità in grado quindi di eliminare tutta l'aria che si dovesse accumulare nella circuiteria o nella camera superiore. Questo accessorio dovrà poter essere attivato a mano e senza l'ausilio di chiavi e semplicemente allentando una ghiera.

La valvola dovrà inoltre essere corredata di un indicatore di posizione visivo in grado di rendere in modo immediato ed inequivocabile la posizione della valvola stessa.

11.2 **Normativa di riferimento**

Valvola realizzata secondo Norme EN1074-1 ed EN1074-5.

Flange secondo Norma EN1092-2.

Scartamento secondo Norma NF EN 558 parte 1 serie 1 ed ISO 5752 serie 1.

Collaudi idraulici secondo Norma EN12266-1.

Prodotto conforme al DM174 del 2004 per l'utilizzo con acque destinate al consumo umano.

Posizione visivo AISI 316 EN10088 – 1.4401 (X5 CrNiMo 17-12-2)

Boccola di guida superiore estraibile dall'alto, realizzata in acciaio inox EN1.4401 (AISI 304).

Sede di tenuta realizzata in acciaio inox EN1.4401 (AISI 304).

Disco di tenuta realizzato in acciaio inox EN 1.4301 (AISI 304).

Otturatore e V.port realizzato in acciaio inox EN1.4401 (AISI 304)

Doppio disco membrana realizzato in acciaio inox EN1.4401 (AISI 304)

Guarnizione di tenuta realizzata in gomma EPDM.

Membrana realizzata in gomma EPDM rinforzata in nylon.

Tenuta statica tra sede e corpo valvola a mezzo o-ring realizzato in gomma EPDM.

Dado del gruppo mobile tipo autobloccante realizzato in acciaio inox EN1.4401 (AISI 304).

Molla fuori dal flusso realizzata in acciaio inox EN1.4310 (AISI 302).

Viteria realizzata in acciaio inox A2-70.

Rivestimento esterno/interno in polvere epossidica applicata con metodo fusion bonded di colore blu RAL 5010 con spessore minimo 250 micron.

Temperatura d'esercizio $\leq 80^{\circ}\text{C}$.

12. CHIUSINI IN GHISA

Fornitura e posa di chiusino in ghisa sferoidale, classe di carrabilità e luce netta di accesso secondo quanto indicato nei disegni di progetto, conforme alla norma UNI EN 124 e s.m.i. (*"Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli"*), costituito da:

- telaio di forma quadrata o rettangolare sia alla base che alla sommità munito di adeguata aletta perimetrale esterna continua sui quattro lati, arrotondato agli angoli, di larghezza non inferiore a 35 mm per ottenere una miglior base di appoggio e consentire un miglior ancoraggio alla fondazione;
- battuta interna sagomata ad U;
- guarnizione in elastomero antirumore ed antibasculamento incassata in apposita gola semicircolare;
- vani cerniera a fondo chiuso con sistema di bloccaggio dei coperchi in posizione di apertura a 110°;
- sedi per l'alloggiamento dei sistemi di chiusura;
- coperchio di forma rispondente agli elaborati di progetto, munito di rilievi antisdrucchiolo, asole a fondo chiuso idonee per le chiavi di sollevamento, sistema di chiusura realizzato mediante chiavistello rotante bullonato, appendici idonee all'articolazione del coperchio al telaio nei vani cerniera senza impedirne l'estraibilità.

Inoltre tutti i coperchi ed i telai dovranno riportare:

- la sigla EN 124;
- la classe di resistenza;
- il marchio del produttore ed il luogo di fabbricazione in codice;
- il marchio di un ente di certificazione terzo.

Il chiusino dovrà essere solidamente appoggiato ed ancorato alle strutture in calcestruzzo, posizionato in quota e perfettamente complanare rispetto al piano stradale; la posa dei chiusini dovrà precedere le attività di ripristino dei manti bituminosi.

L'Impresa dovrà produrre alla Direzione dei lavori i certificati forniti dal produttore attestanti la conformità del materiale posato alle normative vigenti, nonché la rispondenza alla classe di carico prevista in progetto. Eventuali chiusini non conformi alle normativi vigenti, anche se già posti in opera, dovranno essere rimossi ed allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

13. OPERE IN CARPENTERIA METALLICA

13.1 Generalità

Sono incluse in questa categoria quelle opere metalliche di qualsiasi natura che non fanno esplicitamente parte delle opere elettromeccaniche o di altri dispositivi forniti compiuti in opera.

Per tutti i lavori od opere in acciaio od altro metallo (compresi piastre e profilati a C, L, I, T, doppio T, tipo IPE e HE) dovranno anzitutto osservarsi scrupolosamente, per quanto riguarda i materiali da impiegare, le norme precedentemente descritte (*“Caratteristiche dei vari materiali – Materiali ferrosi e metalli vari”*).

Le opere di carpenteria metallica vengono distinte in due categorie: grossa carpenteria e piccola carpenteria.

La prima categoria include impalcati, strutture portanti, capriate. Per tali opere l'impresa dovrà informare gli organi tecnici dell'Amministrazione allorché i materiali approvvigionati giungano all'officina affinché, prima che venga iniziata la lavorazione, gli organi tecnici suddetti possano disporre per un primo esame e verifica di detti materiali e per i prelievi di campioni per le prescritte prove di resistenza.

Gli organi tecnici dell'Amministrazione hanno la facoltà di far eseguire dette prove nel numero che riterranno opportuno e di rifiutare, in tutto o in parte, i materiali approvvigionati a seconda dell'esito di dette verifiche, senza che l'Impresa possa pretendere indennizzo alcuno o proroga ai termini di consegna.

Accettati regolarmente i materiali, si potrà procedere alla loro lavorazione e quindi, se gli organi tecnici dell'Amministrazione lo richiederanno, al montaggio provvisorio delle parti in officina. L'impresa dovrà successivamente informare gli organi tecnici dell'Amministrazione per le opportune verifiche dei materiali lavorati e per la loro pesatura, che saranno eseguite anch'esse in officina, il tutto a spese dell'impresa stessa. Tutte le prove ed accettazioni provvisorie da parte degli organi tecnici dell'Amministrazione non esonerano l'impresa dalle sue responsabilità circa la perfetta riuscita delle opere, né dall'obbligo di sostituire o riparare tutti i materiali che manifestino difetti o guasti di qualsiasi genere e ciò anche dopo il montaggio e sino al collaudo favorevole.

La seconda categoria comprende le opere di minore importanza e di maggiore lavorazione come scale in ferro esterne ed interne, inferriate, parapetti, impalcati e sopralzi con sovraccarichi inferiori a 500 kg/mq e con altezze dal piano di appoggio non superiore ai 3 metri; anche tutte le opere di sostegno di scale e pianerottoli, nonché

spezzoni di profilati e di tubo di ferro annegati nei getti di calcestruzzo sono inclusi in questa categoria.

Tutti i metalli dovranno essere lavorati, utilizzando utensili e tecnologie compatibili con le caratteristiche dei metalli stessi (compresi gli acciai inossidabili), con regolarità di forme e precisione di dimensioni; i fori dovranno essere sempre eseguiti interamente al trapano; sarà tollerato l'impiego del punzone per fori eseguiti con un diametro di almeno 4 mm inferiore al definitivo ed allargati poi mediante trapano o alesatore.

Le saldature autogene, eseguite in preferenza elettricamente, dovranno corrispondere alle prescrizioni del Registro Navale Italiano ed essere accuratamente ripulite e spianate a superficie piana se in vista, specie nelle opere rifinite; saranno ammesse con cordolo grezzo negli altri casi. Gli acciai inossidabili dovranno essere saldati utilizzando solo attrezzature idonee al fine di garantire l'inossidabilità dell'elemento ottenuto dall'unione saldata.

I tagli potranno eseguirsi normalmente con la cesoia; ma, se in vista, dovranno essere rifiniti nelle opere che lo richiedono, con una ripassata alla mola.

Fanno carico all'impresa per la posa in opera, gli oneri del trasporto, scarico, tiro in alto e qualsiasi opera provvisoria occorrente, ed inoltre gli scalpellamenti, la muratura di tasselli e grappe e di tutte le ferramenta accessorie a mura quali nottole, ganci, catenelle, braccialetti, piastrine, la rincoccatura, la ripresa dell'intonaco, la stuccatura e quanto altro occorre per dare l'opera pronta per l'opera del pittore.

La posa in opera suddetta è compresa e compensata con i prezzi previsti in elenco per le opere in acciaio od altro metallo.

Le varie parti dovranno essere progettate ed eseguite in base alle norme tecniche vigenti:

- D.M. 09.01.96 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture di cemento armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche;
- D.M. 16.01.96 - Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- Circ. Min.LL.PP. del 15.10.96 (n. 252 AA.GG/STC) - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche";
- Circ. Min. LL.PP. del 04.07.96 (n. 156AA.GG/STC) - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al D.M. 16.01.96";

- D.M. 04.05.90 - Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali;
- Circ.LL.PP.-Pres.Cons.Sup.Serv.Tecn.Centr. 25.02.91 (n. 34223) - Legge 02.02.74, n. 64 – Art. 1 D.M. 04.05.90 – Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali;
- C.N.R. 10011/85 - Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

Tutta la carpenteria metallica sarà fornita con trattamento anticorrosivo realizzato in officina mediante zincatura a caldo secondo norma UNI EN ISO 1461, ad eccezione di quella prevista in progetto in acciaio inox.

Lo zinco da usare nei bagni di zincatura avrà qualità compresa tra quelle dello zinco di prima fusione, con purezza non meno dello zinco.

La determinazione del peso del rivestimento sarà effettuata con le modalità riportate dalla UNI EN ISO 1460/97.

Il peso dello strato di zinco per mq di superficie zincata non dovrà essere inferiore a circa 550 g/cm².

Sono vietate in cantiere tutte quelle lavorazioni sulle strutture metalliche pronte per il montaggio che possano arrecare danni ai rivestimenti protettivi eseguiti in stabilimento.

13.2 **Materiali**

Nella costruzione dovranno essere impiegati profilati, tondi e larghi, piatti in Fe 37 B ed Fe 52 B UNI 5334/64, lamiere in Fe 37 C ed Fe 52 C UNI 5335/64 rispettivamente per i tipi 1 e 2 degli acciai al carbonio previsti dalle Norme CNR - UNI 10011 per spessori minori o uguali a 30 mm, laminati o scatolati in acciaio inox per piccola carpenteria del tipo adatto per immersione in acqua potabile.

Per spessori maggiori di 30 mm le classi degli acciai dovranno essere di tipo C per i profilati e di tipo D per le lamiere.

La bulloneria ed i tirafondi di fondazione come indicato nelle norme CNR - 10011; ma in ogni caso mai inferiori a Fe 42 B.

Nel caso di unioni ad attrito le caratteristiche meccaniche e dimensionati dei bulloni ad alta resistenza dovranno essere corrispondenti a quelle del progetto 2-11 delle norme CNR-UNI 5744/66.

I materiali impiegati dovranno essere conformi alle seguenti normative specifiche:

- UNI EN 10025 Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali.
- UNI EN 10210-1: Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura.
- UNI EN 10210-2: Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.
- UNI EN 10219-1: Profilati cavi saldati formati a freddo per impieghi strutturali di acciai non legati e a grano fine - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura.
- UNI EN ISO 4063: Saldatura e tecniche affini - Nomenclatura e codificazione numerica dei processi.
- UNI EN ISO 15614-1: Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Prove di qualificazione della procedura di saldatura - Parte 1: Saldatura ad arco e a gas degli acciai e saldatura ad arco del nichel e leghe di nichel.
- UNI EN 1011-1: Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici - Parte 1: Guida generale per la saldatura ad arco.
- UNI EN 1011-2: Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici - Parte 2: Saldatura ad arco di acciai ferritici
- UNI EN 1011-3: Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici - Parte 3: Saldatura ad arco degli acciai inossidabili.
- UNI EN ISO 9692-1: Saldatura e procedimenti connessi - Raccomandazioni per la preparazione dei giunti - Parte 1: Saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco con elettrodo fusibile sotto protezione di gas, saldatura a gas, saldatura TIG e saldatura mediante fascio degli acciai.
- UNI 5742 Rivestimenti metallici protettivi dei materiali ferrosi. Determinazione della massa dello strato di zincatura su materiali zincati a caldo. Metodo della doppia pesata.
- UNI 5743 Rivestimenti metallici protettivi dei materiali ferrosi. Prova di uniformità dello strato di zincatura su materiali zincati a caldo. Metodo secondo Preece
- UNI EN ISO 4016: Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato - Categoria C
- UNI 5592: Dadi esagonali normali. Filettatura metrica ISO a passo grosso e a passo fine. Categoria C.
- UNI EN ISO 898-1 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Parte 1: Viti e viti prigioniere con classi di resistenza specificate - Filettature a passo grosso e a passo fine

- UNI EN 20898-2; Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso.
- UNI EN 10083-2: Acciai da bonifica - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura per acciai non legati
- UNI EN 14399-1: Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 1: Requisiti generali
- UNI EN 14399-2: Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 2: Prova di idoneità all'impiego
- UNI EN 14399-3:2005 Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato Parte 3: Sistema HR - Assieme vite e dado esagonali
- UNI EN 14399-4:2005 Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 4: Sistema HV - Assieme vite e dado esagonali
- UNI EN 14399-5:2005 Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 5: Rondelle piane
- UNI EN 14399-6:2005 Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 6: Rondelle piane smussate
- UNI 5715 Piastrine per bulloni ad alta resistenza per carpenteria, per appoggio su ali di travi IPN
- UNI 5716 Piastrine per bulloni ad alta resistenza per carpenteria, per appoggio su ali di profilati UPN

13.3 Unioni saldate

Le saldature e gli acciai per strutture saldate devono essere conformi alle raccomandazioni contenute nelle UNI 5132. Le saldature devono essere fatte sotto la direzione di tecnici saldatori che abbiano qualifiche appropriate, e che abbiano certificazione di procedura secondo le UNI 4634.

13.3.1 Procedure di saldatura

Le procedure di saldatura devono essere conformi alle raccomandazioni delle UNI 5132. Per l'esecuzione dei giunti saldati in opera e/o a piè d'opera, dovrà essere garantito un avvicinamento delle parti all'interno delle tolleranze ammesse per ciascun tipo di saldatura. Dovranno essere quindi previsti i necessari supporti del materiale di apporto in accordo con la preparazione dei lembi.

Si dovranno adottare tutti gli accorgimenti necessari per un perfetto allineamento delle parti da saldare. In linea di massima le saldature non dovranno essere levigate salvo ove

esplicitamente indicato sui disegni. Le procedure di saldatura e le sequenze di fabbricazione devono essere tali da ridurre al minimo la distorsione.

13.3.2 Materiali di base d'apporto per saldatura

Lo stoccaggio il trattamento e l'utilizzo sarà in accordo con quanto previsto dal produttore.

13.3.3 Saldature provvisorie e connessioni temporanee

Le saldature provvisorie e quelle relative alle giunzioni temporanee, necessarie per fabbricazione e/o messa in opera, devono essere conformi ai regolamenti citati, e dovranno essere rimosse in modo da non danneggiare le opere permanenti. Il metodo di rimozione deve essere sottoposto all'approvazione della DL.

13.3.4 Saldature di testa

Dove possibile, saranno utilizzate piastre di sostegno per assicurare pieno spessore/riempimento della gola alle estremità. Tali piastre dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- Le caratteristiche meccaniche e fisiche per le piastre devono essere identiche a quelle del materiale che deve essere saldato.
- Le piastre devono essere preparate nello stesso modo delle parti da unire.
- Dopo il completamento della saldatura, le piastre devono essere rimosse tramite taglio. Le superfici alle quali erano attaccate devono essere smussate, smerigliate ed ispezionate per verificare l'assenza cricche.

13.3.5 Saldature di perni o connettori

Ove previsto, i perni di rotazione o scorrimento dovranno essere installati secondo quanto prescritto dal produttore sia per i materiali, che per le procedure e dispositivi accessori.

13.3.6 Test di saldatura

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà condurre una serie di prove di saldatura su perni/connettori per verificare l'adeguatezza del sistema di saldatura e dell'equipaggiamento proposto. Le prove devono essere effettuate utilizzando lo stesso materiale e le procedure previste per i lavori. Nelle prove devono essere testati almeno il dieci per cento dei connettori. Nell'ipotesi di saldatura in sito dei connettori, all'inizio di ciascun turno, devono essere fatte almeno due prove di saldatura per ciascun saldatore.

13.4 Unioni bullonate

Tutti i fori saranno punzonati ed alesati a meno che non sia diversamente concordato con la DL.

A meno che non sia indicato diversamente sui disegni, i fori per bulloni normali devono avere un diametro uguale a quello del bullone, maggiorato di 1,0 mm fino al diametro 20 mm, e di 1,5 mm per diametri maggiori di 20 mm, fatta eccezione per le piastre di fondazione dove una tolleranza leggermente maggiore è accettabile.

Nel caso si verifichi uno spostamento dei fori dal loro allineamento tra due flange, non è consentito allargare i fori stessi o distorcere il metallo per ottenere l'allineamento.

Per bulloni e i fori di ventilazione nelle sezioni cave i fori saranno sigillati per evitare l'ingresso di umidità. Qualora le metodologie da utilizzare non fossero specificate negli elaborati di progetto, esse saranno definite dall'Appaltatore che le illustrerà nella propria dichiarazione di metodo.

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni delle UNI EN 14399-3:2005 e UNI EN 14399-4:2005. Bulloni, dadi e rosette devono portare, in rilievo impresso, il marchio di fabbrica e la classificazione secondo la UNI 3740.

Per tutti gli assemblaggi con bulloni, il grado di resistenza della combinazione bullone-dado-rondella deve rispettare quanto previsto o raccomandato nei relativi Standard.

L'assemblaggio dei bulloni immediatamente prima l'installazione, deve essere in condizioni tali che il dado ruoti liberamente sul bullone.

Ciascuna unione bullonata deve contenere almeno una rondella posta sotto la parte che è ruotata.

Le rondelle a spessore variabile saranno utilizzate sotto le teste dei bulloni o dadi che poggino su superfici inclinate di 3 o più gradi dal piano ad angolo retto con l'asse del bullone.

I dadi utilizzati in giunzioni soggette a vibrazioni o sollecitazioni inverse saranno opportunamente bloccati. Qualora le metodologie da utilizzare non fossero specificate negli elaborati di progetto, esse saranno definite dall'Appaltatore che le illustrerà nella propria dichiarazione di metodo.

La lunghezza del bullone deve essere tale che sia visibile almeno un filetto sopra al dado dopo il tiraggio, ed almeno un filetto oltre a quello finale sia libero tra il dado e la parte non filettata del bullone.

Le coppie di serraggio saranno conformi alle raccomandazioni contenute nell'Eurocodice 3. Il serraggio non dovrà mai essere spinto oltre il limite nominale per non compromettere la capacità dell'unione. La tolleranza sulle coppie di serraggio è del 10%.

13.5 **Cancello carrabile e recinzione serbatoio**

Cancello carrabile a due ante, con colonne con profilo 100x100x3 mm completo di serratura manuale.

In acciaio S255 JR secondo UNI EN 10025, altezza 2.00 m, con specchiature in pannelli grigliati elettroforgiati, zincati a caldo secondo norma UNI EN ISO 1461/99.

La recinzione dell'impianto sarà realizzata con pali e saette profilati a T con profilo 35x35x4.5 mm di altezza 2.00 m fuori terra, infissi in terra o annegati nei getti, con rete elettrosaldata zincata e plastificata, maglia 50mmx50mm, filo ϕ 3.3mm ed altezza 2.00 m.

Recinzione e cancelli dovranno essere verniciati con tonalità di colore tale da renderli cromaticamente integrati nel contesto della zona di installazione, da concordarsi preventivamente con la DL.

13.6 **Botola in acciaio inox per l'accesso al serbatoio**

Per l'accesso ai serbatoi idrici si prevede l'installazione di chiusini in acciaio inox per passo d'uomo 80mmx80mm a perfetta tenuta stagna, con guarnizione di tenuta resistente agli agenti atmosferici ed al gelo, Dispositivo di bloccaggio interno per evitare la chiusura accidentale, pistone idraulico servoassistito e chiusura auto serrante.

Il telaio dovrà essere realizzato con profilo in acciaio inox e predisposto con zanche di fissaggio.

Le botole andranno installate come da disegni di progetto su elementi raggiungiquota di altezza minima di 0.1 m rispetto al piano circostante. Il manto impermeabilizzante della copertura dovrà estendersi fino alla sommità degli elementi raggiungiquota in modo da garantire la tenuta idraulica del passo d'uomo.

14. ELETTROPOMPE

14.1 Condizioni di funzionamento

Le elettropompe saranno progettate per servizio continuo a pieno carico.

Il punto di funzionamento di progetto, riferito alla girante montata, dovrà preferibilmente essere situato in prossimità ed a sinistra del punto di massimo rendimento.

Le curve caratteristiche prevalenza-portata dovranno risultare tali che la prevalenza sia sempre crescente al diminuire della portata, sino all'annullamento di questa.

Quando siano previste due o più pompe in parallelo, le curve caratteristiche dovranno essere perfettamente uguali, salvo diversamente consentito in casi specifici.

La pompa dovrà poter funzionare continuamente nel campo di portata $30 \div 100$ % di quella di progetto. Potrà essere fatta eccezione a quanto prescritto soltanto per pompe di portata esigua.

Le pompe non dovranno avere alcuna velocità critica nel campo di funzionamento. La velocità critica più vicina deve risultare superiore di almeno il 20 % della velocità massima di funzionamento.

14.2 Pressioni e temperatura di progetto

La pressione di progetto è normalmente basata sulla pressione massima raggiungibile nel funzionamento.

Valvole di sicurezza sono prescritte quando la pressione dell'apparecchiatura può eccedere quella di progetto per causa d'incendio o d'emergenza operativa; in tal caso, la pressione di scatto della valvola corrisponderà alla pressione di progetto.

La pressione di bollo si identifica con la pressione di progetto (per tutti i barilotti, scambiatori, apparecchiature in genere); la pressione di bollo va arrotondata in eccesso allo 0,5 kg/cm².

Qualora non fosse previsto il bollo dell'apparecchiatura, la pressione di progetto deve coincidere con quella di disegno meccanico.

Il valore minimo della temperatura di progetto deve essere almeno 15 °C superiore alla massima temperatura di esercizio prevedibile.

14.3 Fusioni

Le fusioni dei singoli componenti delle pompe dovranno essere prive di fessurazioni, di soffiature, di scorie o di altri difetti. Non saranno accettate riparazioni di fori o di altri difetti delle parti in pressione, eseguiti con tasselli, composti cementati o di altro tipo.

14.4 Tenute

Per le pompe sommergibili la tenuta idraulica sull'albero deve essere di tipo meccanico lubrificato da una camera d'olio e non richiedere alcuna lubrificazione di manutenzione.

Gli assi passanti attraverso le tenute a baderna devono essere incamiciati nella zona di attraversamento.

Le tenute meccaniche vanno dimensionate per la massima pressione di aspirazione e per la massima velocità di rotazione prevista in esercizio (velocità di scatto del motore primo). I fori delle flange delle tenute che non sono utilizzati devono essere tappati con tappi di acciaio di qualità adatta a resistere al fluido trattato.

14.5 Bilanciamento statico e dinamico

Tutti gli elementi rotanti devono essere separatamente sottoposti al bilanciamento statico.

Tutte le parti rotanti delle pompe centrifughe dovranno essere sottoposte a bilanciamento dinamico, quando le caratteristiche siano le seguenti:

- velocità di rotazione superiore a 1.500 giri/min, per portata nominale superiore a 100 l/s e diametro della girante superiore a 150 mm;
- velocità di rotazione superiore a 1.500 giri/min per pompe a più di due stadi;
- velocità di rotazione superiore a 3.000 giri/min.

14.6 Lubrificazione

La lubrificazione dei supporti interni ed il flussaggio delle tenute possono essere eseguiti con il liquido pompato, purché esso non contenga in sospensione solidi abrasivi.

14.7 Giunti d'accoppiamento

Tutti i giunti devono essere muniti di coprigiunto di protezione; quando richiesto, tali coprigiunti devono essere in esecuzione antiscintille.

14.8 Elettropompe

L'impianto di risollevario di Fenile prevede l'installazione di:

- **2 elettropompe sommerse di tipo radiale.** Il modello sarà costituito da una pompa radiale con le seguenti le caratteristiche:

Prestazioni* nel punto di lavoro offerto:

- Portata	5	l/s
- Prevalenza	112	m
- Rendimento pompa	62.8	%
- Rendimento gruppo	53.9	%
- Potenza assorbita nel punto di lavoro	1.9	kW
- Massima potenza assorbita	1.9	kW

*Riferite ad acqua pulita con tolleranze in accordo alla norma ISO 9906/annex A.2

Motore elettrico, asincrono trifase, 400 Volt - 50 Hz 2 poli

- Isolamento/protezione	IP 68	
- Potenza nominale	9.2	kW
- Corrente nominale	19.9	A
- Avviamento	Con Inverter	
- Raffreddamento	mediante liquido circostante	

Certificato per utilizzo con acqua potabile

Materiali

Pompa:

- Corpo valvola e aspirazione	Acciaio inox
- Girante e diffusore	Tecnopolimero
- Albero	Acciaio inox
- Cuscinetto albero	Gomma
- Mantello esterno, giunto di accoppiamento, tegolo di protezione cavi e succheruola	Acciaio inox
- Bulloneria	Acciaio inox

Motore:

- Albero	Acciaio inox
- Coperchio superiore	Ghisa grigia
- Rotore e statore	Lamierino magnetico
- Tenuta meccanica	Carburo di silicio
- Camicia statore	Acciaio inox

L'installazione delle pompe sarà in verticale, all'interno di un booster in acciaio inox AISI 304 dotato di piedi di appoggio e valvola di fondo collocata nella parte inferiore. Sulla parte superiore

è previsto un tronchetto flangiato per il collegamento alla tubazione di mandata, pressacavi per cavi elettrici e valvola di sfiato.

La stazione di rilancio intermedia prevede l'installazione di:

- **2 elettropompe multistadio verticali** Il modello sarà costituito da una pompa multistadio con le seguenti le caratteristiche:

Prestazioni* nel punto di lavoro offerto:

- Portata	2	l/s
- Prevalenza	61	m
- Rendimento pompa		
- Rendimento gruppo	74.2	%
- Potenza assorbita nel punto di lavoro	7.5	kW
- Massima potenza assorbita	7.7	kW

*Riferite ad acqua pulita con tolleranze in accordo alla norma ISO 9906/annex A.2

Motore elettrico, asincrono trifase, 400 Volt - 50 Hz 2 poli

- Isolamento/protezione	IP 68	
- Potenza nominale	2.2	kW
- Corrente nominale	4.35	A
- Avviamento	Con inverter	
- Raffreddamento	mediante liquido circostante	

Certificato per utilizzo con acqua potabile

Materiali

Pompa:

- Supporto di collegamento	Ghisa grigia
- Testata pompa	Acciaio inox
- Camicia esterna	Acciaio inox
- Albero	Acciaio inox
- Tenuta meccanica	Carburo di silicio
- Girante e diffusore	Acciaio inox
- Anello e sede girante	PTFE
- Corpo pompa	Acciaio inox
- Flange ingresso/uscita	Ghisa grigia
- Piastra base	Ghisa grigia
- Anello di tenuta	Gomma EPDM

14.9 Quadro elettrico

Ogni impianto di sollevamento sarà alimentato da un quadro elettrico standard per la gestione dei sollevamenti fognari equipaggiati con 2 pompe aventi potenza unitaria da 2.2 kW (per impianto S. Andrea) e da 9.2 kW (per impianto Fenile).

La carpenteria del quadro elettrico sarà in metallico con sportello, e zoccolo di basamento, con grado di protezione minimo IP 55.

La tipologia di avviamento delle pompe, sarà con inverter.

Sono inoltre integrate tutte le funzioni tipiche dei sollevamenti fognari quali ad esempio alternanza di avvio, limitazione numero massimo di pompe in marcia, pulizia vasca, calcolo portata, monitoraggio sfioro, ecc.

14.9.1 Caratteristiche tecniche

Tipo di custodia Armadio metallico

Fissaggio A pavimento

Avviamento con inverter comprensivo di filtro in ingresso e filtro sinusoidale in uscita

Alimentazione 400 V, 50 Hz, trifase + neutro

14.9.2 Apparecchiature di potenza

Il quadro elettrico conterrà montati e collegati i seguenti materiali:

- sezionatore generale di adeguata taratura;
- fusibili sezionabili per la protezione dei circuiti ausiliari;
- filtro e scaricatore di sovratensioni per la protezione dei circuiti ausiliari;
- strumento multifunzione per il controllo dei parametri elettrici 230Vac;
- avviamento con inverter, per cad. pompa, costituito da:
 - interruttore automatico magnetotermico differenziale con termica regolabile e contatti ausiliari;
 - contattore per avviamento pompa;
 - spie di marcia e disfunzione;
 - selettore test-O-aut (posizione manuale non stabile);
 - circuito di protezione pompa con relè minicas, spie di segnalazione e pulsante di reset (quando previsto in dotazione alla pompa);
- interfaccia con il controllore, e precisamente:
 - cablaggio segnalazione presenza tensione;

- cablaggio segnalazione intervento protezione termica pompe e protezione interna pompe;
- cablaggio segnalazione pompe in automatico;
- cablaggio comandi di marcia pompe da controllore;
- cablaggio misura di assorbimento pompe proveniente da appositi trasduttori amperometrici;
- Collegamento di n. 1 sensore di livello, avente la funzione di gestione “normale” del pompaggio.

15. IMPIANTI ELETTRICI

15.1 Parte generale

L'appalto ha per oggetto la fornitura in opera di tutti i materiali e gli apparecchi necessari per la realizzazione a regola d'arte degli impianti elettrici (Art. 6 DM 37/08) comprensivi di eventuali altre opere accessorie necessarie per la realizzazione degli stessi, secondo quanto previsto dal Progetto Esecutivo.

La forma, le dimensioni e gli elementi costruttivi degli ambienti e degli impianti risultano dalla documentazione allegata.

La presente relazione tecnico-illustrativa riguarda la realizzazione degli impianti elettrici a servizio degli impianti di sollevamento di S. Andrea e Fenile.

15.2 Contenuto del capitolato

Il presente capitolato speciale d'appalto contiene le principali prescrizioni tecniche, legislative e normative, per la posa in opera, la verifica ed il collaudo degli impianti elettrici previsti nelle strutture descritte successivamente.

Le disposizioni del capitolato generale (che devono esser espressamente richiamate nel contratto di appalto) devono essere di diritto sostituite a quelle del capitolato speciale qualora da esse difforni (laddove non esistano disposizioni legislative differenti).

15.3 Prescrizioni generali

Gli impianti e i componenti devono essere realizzati a regola d'arte, secondo quanto prescritto dal DM 37/08 del 22 Gennaio 2008.

Le caratteristiche degli impianti e dei loro componenti devono essere conformi alla normativa generale (disposizioni legislative italiane) e tecnica di settore vigente alla data di presentazione del presente capitolato, oltre che alle disposizioni impartite da enti e autorità locali (VV.FF; ENEL o in generale l'azienda distributrice dell'energia elettrica; TELECOM o altro ente che gestisce il servizio telefonico/dati).

L'appaltatore dichiara di conoscere perfettamente tutte le norme che disciplinano il presente appalto, e di non sollevare obiezioni di alcun genere alle prescrizioni contenute nel presente Capitolato speciale d'appalto.

I principali riferimenti normativi che disciplinano il presente Capitolato sono di seguito citati.

15.3.1 Normativa generale

- DM 37/08 del 22 Gennaio 2008: Norme per la sicurezza degli impianti;
- Legge 11 febbraio 1994, n. 109: Legge quadro in materia di lavori pubblici, modificata ed integrata dalla Legge 18 novembre 1998 n. 415 e dall'Art. 7 della Legge 1 agosto 2002, n. 166 e dalla Legge 18 aprile 2005, n. 62;
- Decreto Ministeriale del 19 aprile 2000, n. 145: Capitolato Generale d'Appalto dei Lavori Pubblici;
- D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554: Regolamento di attuazione della Legge quadro in materia di lavori pubblici 109/1994 e successive modifiche;
- D. Lgs. 14 agosto 1996, n. 493: Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro, integrato e modificato dal D. Lgs. n. 528/1999 e dal D.Lgs. n. 276/2003;
- D. Lgs. 14 agosto 1996, n. 494: Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili, integrato e modificato dal D. Lgs. n. 528/1999 e dal D.Lgs. n. 276/2003;
- DLgs 81/08: Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547: Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- Legge 791/77: attuazione della direttiva europea n°73/23/CEE - Direttiva Bassa Tensione;
- Decreto legislativo 81-2008 e decreto legislativo 31 luglio 1977 n. 277, rispettivamente: Attuazione e modifica della direttiva 93/68 CEE - Marcatura CE del materiale elettrico;
- Decreto legislativo 12 novembre 1996 n. 615: Attuazione della direttiva europea 89/536 CEE - Compatibilità elettromagnetica;
- DM del 15 ottobre 1993 n. 519: Regolamento recante autorizzazione dell'Istituto superiore di prevenzione e sicurezza del lavoro a esercitare attività omologative di primo o nuovo impianto per la messa a terra e la protezione delle scariche atmosferiche;

- D.P.R. n° 462 del 22/10/2001: Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;
- Legge 20 marzo 1865, n. 2248 (allegato F): Legge sulle opere pubbliche.

Poiché l'appalto riguarda interventi da eseguirsi sugli impianti di cui all'art. 1 del Decreto Ministeriale 22 Gennaio 2008 n. 37 una particolare attenzione dovrà essere riservata, dall'appaltatore, al pieno rispetto delle condizioni previste dal DM medesimo. Egli dovrà quindi:

- essere in possesso dei requisiti tecnico professionali previsti, riconosciuti ai sensi degli articoli 3, 4 del DM medesimo per quanto attiene all'installazione, trasformazione e manutenzione degli impianti da eseguirsi;
- rispettare le disposizioni di cui all'art. 5 per quanto concerne l'iter previsto per la progettazione degli impianti;
- garantire l'utilizzazione di materiali costruiti a regola d'arte e comunque il rispetto delle previsioni dell'art. 6;
- presentare la dichiarazione di conformità o di collaudo degli impianti così come prescritto dagli articoli 7 e 11 del DM 37/08.

15.3.2 Normativa tecnica di settore

NORME CEI

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- CEI 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.

Le Norme di riferimento relativamente agli impianti e ai prodotti sono citate nelle specifiche sezioni del presente capitolato speciale.

Per quanto concerne gli argomenti non trattati, o particolari non specificati, si prescrive che in conformità a quanto sopra descritto i materiali adottati e l'esecuzione dei lavori corrispondano alle norme CEI o europee di pari valore ed abbiano dimensioni unificate secondo le tabelle UNEL e DIN in vigore.

15.4 Impianti

15.4.1 Alimentazione impianto: Prelievo energia

Riferimenti normativi

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.

CEI 64-50: Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici - Criteri generali.

Classificazione e costituzione

Sono da considerare utilizzatori alimentati da alimentazione ordinaria:

- illuminazione di interni;
- illuminazione di esterni;
- centrali tecnologiche;
- tutti gli altri utilizzatori ordinari.

Le alimentazioni fornite dagli enti distributori sono generalmente suddivise nei modi seguenti:

- potenze $\leq 75\text{kW}$;
- potenze $75 \div 200\text{kW}$;
- potenze $> 200\text{kW}$.

15.4.2 Gruppi di misura

Riferimenti normativi

CEI 64-50+(V1): Edilizia residenziale Guida per l'esecuzione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri generali;

Provvedimento CIP 42/86: Norme in materia di contributi di allacciamento alle reti di distribuzione di energia elettrica.

Prescrizioni per l'impianto elettrico

I gruppi di misura sono generalmente installati in luogo liberamente accessibile al distributore di energia in uno dei seguenti luoghi:

- locale gruppo di misura o armadio dotato di chiave (condomini);
- all'esterno dell'edificio (in contenitori di materiale isolante).

Il locale gruppo di misura può ospitare:

- il collettore principale di terra;
- il quadro dei servizi comuni.

I nuovi gruppi di misura monofasi sono spesso dotati di interruttori magnetotermici differenziali ($I_{dn}=0,5A$).

15.4.3 Distribuzione

15.4.3.1 Cavi e conduttori

CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua". Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici

CEI 16-4 "Individuazione dei conduttori tramite colori o codici numerici",

CEI 11-17: "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo"

CEI 20-40: "Guida per l'uso di cavi a bassa tensione"

CEI 20-27: "Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione"

CEI-UNEL 35011: "Cavi per energia e segnalamento. Sigle di designazione"

CEI-UNEL 35012: "Contrassegni e classificazione dei cavi in relazione al fuoco"

CEI 20-22/2: "Prove d'incendio su cavi elettrici Parte 2: Prova di non propagazione dell'incendio"

CEI 20-22/3: "Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio"

CEI-UNEL 00722: "Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U_0/U non superiori a 0.6/1 kV"

CEI-UNEL 35024/1: "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria" (per pose fisse) (CEI 64-8 Art. 523.1.3)

CEI-UNEL 35024/2: "Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria"

CEI-UNEL 35026: "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata".

Generalità

Tutti i cavi impiegati nella realizzazione dell'impianto elettrico devono essere rispondenti alle norme UNEL e CEI.

I tipi di posa delle condutture in funzione del tipo di conduttore o di cavo utilizzato e delle varie situazioni, devono essere in accordo con quanto prescritto dalla CEI 64-8 Art. 521 (Tab. 52A e Tab. 52B).

E' consentita la posa di circuiti diversi in una sola conduttura a condizione che tutti i conduttori siano isolati

per la tensione nominale presente più elevata.

Le condutture relative ai circuiti di energia e dei circuiti ausiliari devono essere separati da quelli dei circuiti telefonici.

Non è permessa la posa diretta di cavi sotto intonaco.

Le dimensioni interne dei tubi protettivi e dei relativi accessori di percorso devono essere tali da permettere di tirare i cavi dopo la messa in opera di questi tubi protettivi e relativi accessori.

I cavi devono inoltre poter essere sfilati, per agevolare eventuali riparazioni o futuri ampliamenti dell'impianto.

I raggi di curvatura delle condutture devono essere tali che i conduttori ed i cavi non ne risultino danneggiati.

I supporti dei cavi e gli involucri non devono avere spigoli taglienti.

Il rapporto tra il diametro interno del tubo (in cui sono posati i cavi) e il diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti deve essere:

- almeno 1,3 volte (minimo 10mm) Negli ambienti ordinari;
- almeno 1,4 volte (minimo 16mm) Negli ambienti speciali.

Il rapporto tra la sezione interna del canale o della passerella e l'area della sezione occupata dai cavi, deve essere almeno il doppio.

I coperchi dei canali e degli accessori devono essere asportabili per mezzo di un attrezzo, quando sono a portata di mano (CEI 64-8).

Sigle di designazione

Le condutture elettriche devono essere disposte o contrassegnate in modo tale da poter essere identificate per le ispezioni, le prove, le riparazioni o le modifiche dell'impianto.

Per l'identificazione dei cavi senza guaina mediante simboli si applica la Norma CEI 16-1 "Individuazione dei conduttori isolati".

Per la siglatura dei cavi per energia, sul mercato italiano sono in vigore due norme:

- CEI 20-27 (derivata da CENELEC HD 361), relativa ai cavi di energia armonizzati, di tensione nominale fino a 450/750V o ai tipi nazionali riconosciuti (autorizzati da TC20). I cavi non più contemplati dalla Norma CEI, già in uso e normalizzati, trovano le proprie sigle di designazione nella V1 della CEI 20-27. Per le designazioni di nuovi tipi di cavi nazionali si dovrà fare riferimento alla Norma CEI-UNEL 35011;
- CEI-UNEL 35011.

Colori distintivi dei cavi

I conduttori devono essere distinguibili per tutta la loro lunghezza tramite il colore dell'isolante o per mezzo di marcatori colorati.

I cavi devono essere distinti tramite le seguenti colorazioni (CEI-UNEL 00722):

- giallo verde per il conduttore della terra;
- blu per il conduttore del neutro;
- marrone, nero, grigio, per le tre fasi di potenza;
- blu chiaro con marcature giallo-verde alle terminazioni oppure giallo-verde con marcature blu chiaro alle terminazioni per il conduttore PEN;
- rosso per i conduttori positivi e nero per i conduttori negativi in c.c. (ovviamente posati in canalizzazioni differenti da quelle contenenti circuiti in c.a.).

Il colore delle guaine dei cavi è normalizzato dalla norma CEI UNEL 00721.

I conduttori di equipaggiamento elettrico delle macchine possono essere identificati con mezzi alternativi alla colorazione (CEI EN 60204-1).

Cavi per energia

I cavi per energia, sono normati dal CT20 e le caratteristiche elettriche costruttive sono riportate nelle tabelle CEI UNEL sopra citate.

Sezione minima conduttore di fase

Tipi di conduttura		Uso del circuito	Conduttore	
			Materiale	Sezione [mm ²]
Condutture fisse	Cavi	Circuiti di potenza	Cu	1,5
			Al	16
		Circuiti di segnalazione e ausiliari di comando	Cu	0,5 (a)
	Conduttori nudi	Circuiti di potenza	Cu	10
			Al	16
		Circuiti di segnalazione e ausiliari di comando	Cu	4
Condutture mobili con cavi flessibili		Apparecchio utilizzatore specifico	Cu	Vedere Norma specifica dell'apparecchio
		Qualsiasi altra applicazione		0,75 (b)
		Circuiti a bassissima tensione per applicazioni speciali		0,75

(a) per circuiti di segnalazione e comando di apparecchiature elettroniche: sez. minima 0,1mm²

(b) la nota (a) si applica nel caso di cavi flessibili multipolari che contengano 7 o più anime.

Sezione minima conduttori di neutro

	Sezione fase (Sez F)	Sezione neutro (Sez N)
Circuito monofase	Sez F	Sez N = Sez F
Circuito polifase	Sez F ≤ 16 mm ² (Cu) o 25 mm ² (Al)	Sez N = Sez F
Circuito polifase	Sez F > 16 mm ² (Cu) o 25 mm ² (Al)	Sez N = (SEZ F)/2 (*)

(*) con il minimo di 16mm² (per conduttori in Cu) e 25 mm² (per conduttori in Al) purché siano soddisfatte le condizioni degli artt. 522, 524.1, 524.2, 524.3, 543.1.4. delle norme CEI 64-8.

Sezione minima conduttori di protezioni

Vedere parte del capitolato speciale riguardante l'impianto di terra.

Cadute di tensioni massime ammesse

La caduta di tensioni massima ammessa lungo l'impianto utilizzatore non deve mai superare il 4% della tensione nominale, a meno che diversamente concordato con il committente.

Prestazioni dei cavi nei confronti dell'incendio

A seconda delle esigenze di resistenza al fuoco posso utilizzare le seguenti tipologie di cavi:

- non propaganti la fiamma (CEI 20-35);
- non propaganti l'incendio (CEI 20-22/2, CEI 20-22/3);
- resistenti al fuoco (CEI 20-36);
- a ridotta emissione di gas tossici e nocivi (CEI 20-37, CEI 20-38).

Regolamento CPR

I cavi elettrici, anche quelli soggetti a marcatura CE per la Direttiva Bassa Tensione 2014/35/UE, dovranno essere marcati CE anche ai sensi del Regolamento CPR (UE) 305/2011, inerente i cavi destinati ad essere incorporati in modo permanente in opere di costruzione o in parte di esse e la cui prestazione incide sulla prestazione delle opere di costruzione rispetto ai requisiti di base delle opere stesse.

I cavi soggetti al CPR devono obbligatoriamente essere marcati con:

- identificazione di origine composta dal nome del produttore o del suo marchio di fabbrica o (se protetto legalmente) dal numero distintivo;
- descrizione del prodotto o sigla di designazione;
- la classe di reazione al fuoco.

Essi, inoltre, possono anche essere marcati con i seguenti elementi:

- informazione richiesta da altre norme relative al prodotto;
- anno di produzione;
- marchi di certificazione volontaria ad esempio il marchio di qualità IMQ EFP;
- informazioni aggiuntive a discrezione del produttore, sempre che non siano in conflitto né confondano le altre marcature obbligatorie.

La norma CEI EN 50575 specifica per i cavi soggetti a CPR:

- i requisiti di prestazione alla reazione al fuoco;
- le prove di comportamento al fuoco da effettuare;
- i metodi di valutazione e verifica della costanza delle prestazioni.

I cavi elettrici, ai fini del comportamento al fuoco, possono essere distinti nelle seguenti categorie:

- cavi conformi alla norma CEI 20-35 (EN 60332-1), che tratta la verifica della non propagazione della fiamma di un cavo singolo in posizione verticale;

- cavi non propaganti l'incendio conformi alla normativa CEI 20-22 (EN 60332-3), che tratta la verifica della non propagazione dell'incendio di più cavi montati a fascio;
- cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi, gas tossici e corrosivi, rispondenti alla norma CEI 20-35 (EN 60332) per la non propagazione dell'incendio e alle norme CEI 20-37 (EN 50267 e EN 61034) per quanto riguarda l'opacità dei fumi e le emissioni di gas tossici e corrosivi;
- cavi resistenti al fuoco conformi alle norme della serie CEI 20-36 (EN 50200- 50362), che tratta la verifica della capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di tempo durante l'incendio.

15.4.3.2 Montanti

Riferimenti normativi

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.

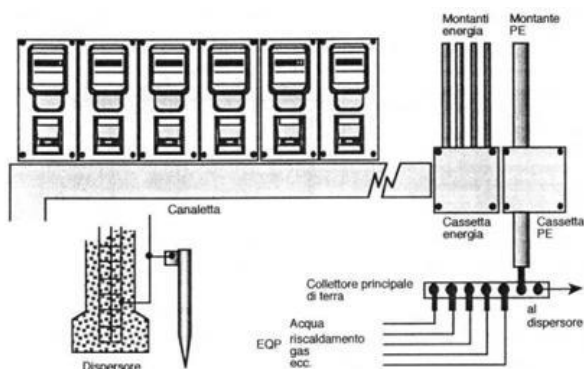
CEI 64-50+(V1): Edilizia residenziale

Guida per l'esecuzione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati - Criteri generali.

Classificazione

Il montante è la conduttura, a percorso generalmente verticale, che permette la posa dei cavi che collegano il punto di misura e consegna dell'energia all'impianto utilizzatore con il suo primo quadro (centralino).

I montanti per l'energia devono essere separati da quelli per i servizi (compatibilità elettromagnetica).



Prescrizioni per l'impianto elettrico

Ogni montante deve avere una propria canalizzazione e deve transitare solamente attraverso parti comuni (caso condominio) in sedi predisposte che, ad esempio, nel caso di un palazzo di 4 piani, sono dimensionate circa 0,50m (larghezza) x 0,15m (profondità).

Nel montante possono essere collocati:

- cavi multipolari con guaina senza giunzioni intermedie;
- cavi unipolari suddivisi in diversi tubi protettivi per ogni montante (a meno di casi specifici CEI 64-8 Sez. 520.1).

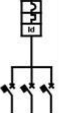
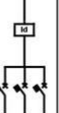
Il conduttore di neutro non può essere utilizzato in comune tra diversi montanti.

Il conduttore di protezione può essere unico per un gruppo di montanti, purché transiti in proprie scatole e proprie tubazioni e le derivazioni siano realizzate con morsetti di tipo passante.

Il montante può essere protetto contro le sovracorrenti tramite:

- limitatore del distributore di energia (contro ctocto), il quale serve anche per sezionare l'impianto, a condizione che siano rispettate le specifiche dettate nella Norma CEI 64-8 e relativa Variante 1. In questo caso si deve proteggere il montante dal sovraccarico installando un appropriato interruttore generale nel quadro di appartamento;
- interruttore automatico installato alla partenza del montante (ovviamente dovrà garantire anche una protezione dal sovraccarico se non prevista nel quadro di appartamento).

La protezione da contatti indiretti non è richiesta se il montante è isolato da masse esterne (in caso contrario disporre protezione differenziale alla base del montante).

Componenti	Schema 1	Situazione 1	Schema 2	Situazione 2	Schema 3	Situazione 3
Contatore		Presenza, accessibilità ed idoneità del limitatore		L'interruttore dell'ente distributore potrebbe anche non essere presente o non essere idoneo		L'interruttore dell'ente distributore potrebbe anche non essere presente o non essere idoneo
Interruttore dell'utente a meno di 3 metri		Non necessario		Idoneo alla protezione del montante IP4-45° Inclz		Idoneo alla protezione del montante IP4-45° Inclz Idoneo alla protezione dai contatti indiretti.
Montante		In classe di costruzione tale da rendere minimo il rischio di ctocto		In classe II Non è indispensabile che il rischio di ctocto sia minimo		In classe I non è indispensabile che il rischio di ctocto sia minimo.
Centralino		Interruttore (o gruppo di interruttori) idoneo alla protezione contro il sovraccarico Inclz		Deve solo proteggere l'impianto nell'unità immobiliare		Bastano gli interruttori divisionali per proteggere contro le sovracorrenti l'impianto della unità immobiliari

15.4.3.3 Distribuzione con posa a parete

Riferimenti normativi

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua

CEI EN 50086-1 (CEI 23-39): Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche

Parte 1: Prescrizioni generali

CEI EN 50086-2-1 (CEI 23-54): Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche

Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori

La distribuzione con tubi rigidi a parete dovrà essere realizzata utilizzando prodotti rispondenti alle normative CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-1 ed a marchio IMQ, completi di accessori quali collari, giunzioni, scatole di derivazione, raccordi ecc.

Il grado di protezione dovrà arrivare all'IP65 ed il sistema dovrà essere completo di giunzioni ad innesto rapido.

Il sistema di montaggio, la distanza di fissaggio dei supporti ed il corretto utilizzo degli accessori dovrà essere indicato dal costruttore.

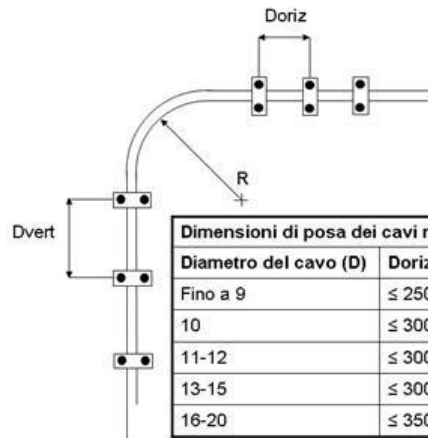
Distribuzione con canali e passerelle portacavi

La distribuzione con canali e passerelle portacavi dovrà essere realizzata utilizzando prodotti che abbiano una gamma completa entro la quale poter scegliere:

- passerelle in PVC;
- passerelle in filo d'acciaio saldato;
- passerelle in acciaio galvanizzato con nervature trasversali;
- passerelle a traversini;
- canali chiusi.

Completati di tutti gli accessori di montaggio, distribuzione e coperchi.

Il sistema di montaggio, la distanza di fissaggio dei supporti ed il corretto utilizzo degli accessori dovrà essere indicato dal costruttore.



The diagram illustrates the installation of rigid cables. It shows a horizontal section labeled 'Doriz' and a vertical section labeled 'Dvert'. A curved section is labeled 'R'. The table provides the required dimensions for different cable diameters.

Diametro del cavo (D)	Doriz	Dvert	⁽¹⁾ R	⁽²⁾
Fino a 9	≤ 250	≤ 400	≥ 4D	≥ 2D
10	≤ 300	≤ 400	≥ 4D	≥ 2D
11-12	≤ 300	≤ 400	≥ 6D	≥ 4D
13-15	≤ 300	≤ 400	≥ 6D	≥ 4D
16-20	≤ 350	≤ 450	≥ 6D	≥ 4D

FG16R16 – FG16OR16



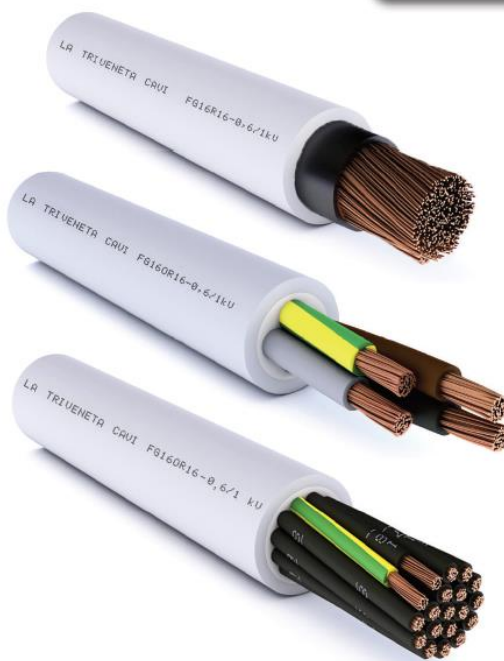
Bassa tensione - Energia, segnalamento e comando

FG16R16-0,6/1 kV FG16OR16-0,6/1 kV

Costruzione, requisiti elettrici, fisici e meccanici:	CEI 20-13
	IEC 60502-1
	CEI UNEL 35318 (energia)
	CEI UNEL 35322 (segnalamento)
Direttiva Bassa Tensione:	2014/35/UE
Direttiva RoHS:	2011/65/UE

REAZIONE AL FUOCO

CONFORME CPR REGOLAMENTO 305/2011/UE	
Norma:	EN 50575:2014+A1:2016
Classe:	C _{ca} -s3, d1, a3
Classificazione: (CEI UNEL 35016)	EN 13501-6
Emissione di calore e fumi e sviluppo della fiamma	EN 50399
Non propagazione della fiamma:	EN 60332-1-2
Gas corrosivi e alogenidrici:	EN 60754-2
Organismo Notificato:	0051 - IMQ
CE	2017



www.latrivenetacavi.com



revisione n° 008 data 21/05/18

Descrizione

- Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5
- Isolamento: gomma, qualità G16
- Riempitivo: termoplastico, penetrante tra le anime (solo nei cavi multipolari)
- Guaina: PVC, qualità R16
- Colore: grigio

Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale U_0/U : 600/1000 V c.a.
1500 V c.c.
- Tensione massima U_m : 1200 V c.a.
1800 V c.c. anche verso terra
- Tensione di prova industriale: 4000 V
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

Caratteristiche particolari

Buona resistenza agli oli e ai grassi industriali. Buon comportamento alle basse temperature. Resistente ai raggi UV.

Colori delle anime

UNIPOLARE 

BIPOLARE  

TRIPOLARE    oppure   

QUADRIPOLORE     oppure    

PENTAPOLARE      oppure     

Le anime nei cavi multipli per segnalamento e comando sono nere numerate con o senza conduttore G/V.

Marcatura

LA TRIVENETA CAVI FG16(O)R16 0,6/1 kV [form.] Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP [anno] [ordine] [metrica]

Condizioni di posa

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 4 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm² di sezione del rame

Impiego e tipo di posa

Riferimento Guida CEI 20-67 per quanto applicabile:

Il cavo è adatto per l'alimentazione di energia nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale. Per posa fissa all'interno e all'esterno, anche in ambienti bagnati; per posa interrata diretta e indiretta. Per all'installazione all'aria aperta, su murature e strutture metalliche, su passarelle, tubazioni, canalette e sistemi similari. Adatto per installazioni a fascio in ambienti a maggior rischio in caso d'incendio.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575:

Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e l'emissione di calore, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

Unipolari

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø esterno max	Resistenza elettrica max a 20°C	Peso indicativo cavo	Portata di corrente A					
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	Ω/km	kg/km	in aria a 30°C	in tubo in aria a 30°C	interrato a 20°C		tubo interrato a 20°C	
									K = 1	K = 1,5	K = 1	K = 1,5
1 x 1,5	1,5	0,7	1,4	8,2	13,3	55	24	20	26	24	23	21
1 x 2,5	2,0	0,7	1,4	8,7	7,98	66	33	28	34	31	29	27
1 x 4	2,5	0,7	1,4	9,3	4,95	84	45	37	43	40	38	35
1 x 6	3,0	0,7	1,4	9,9	3,30	110	58	48	55	51	48	44
1 x 10	4,0	0,7	1,4	10,9	1,91	150	80	66	73	68	64	59
1 x 16	5,0	0,7	1,4	11,4	1,21	220	107	88	96	89	83	77
1 x 25	6,2	0,9	1,4	13,2	0,780	310	141	117	124	115	108	100
1 x 35	7,4	0,9	1,4	14,6	0,554	410	176	144	150	139	131	121
1 x 50	8,9	1,0	1,4	16,4	0,386	560	216	175	186	173	162	150
1 x 70	10,5	1,1	1,4	18,3	0,272	760	279	222	229	212	199	184
1 x 95	12,2	1,1	1,5	20,4	0,206	960	342	269	270	250	234	217
1 x 120	13,8	1,2	1,5	22,4	0,161	1210	400	312	312	289	271	251
1 x 150	15,4	1,4	1,6	24,8	0,129	1480	464	355	356	330	310	287
1 x 185	16,9	1,6	1,6	27,2	0,106	1790	533	417	401	371	349	323
1 x 240	19,5	1,7	1,7	30,4	0,0801	2320	634	490	471	436	409	379
1 x 300	23,0	1,8	1,8	33,0	0,0641	2840	736	-	533	493	463	429
1 x 400	26,5	2,0	1,9	37,7	0,0486	3735	868	-	621	575	540	500
1 x 500 (*)	28,5	2,2	2,1	43,6	0,0384	4660	998	-	705	650	610	560

(*) = Questa formazione è senza certificato IMQ
N.B. I valori di portata di corrente sono riferiti a:
- n°3 conduttori attivi
- profondità di posa 0,8 m per i cavi interrati

N.B. K=1: resistività termica del terreno 1,0 K-m/W
K=1,5: resistività termica del terreno 1,5 K-m/W

Bipolari

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø esterno max	Resistenza elettrica max a 20°C	Peso indicativo cavo	Portata di corrente A					
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	Ω/km	kg/km	in aria a 30°C	in tubo in aria a 30°C	interrato a 20°C		tubo interrato a 20°C	
									K = 1	K = 1,5	K = 1	K = 1,5
2 x 1,5	1,5	0,7	1,8	12,0	13,3	130	26	22	28	26	25	23
2 x 2,5	2,0	0,7	1,8	13,0	7,98	165	36	30	37	35	32	30
2 x 4	2,5	0,7	1,8	14,2	4,95	210	49	40	48	45	41	39
2 x 6	3,0	0,7	1,8	15,4	3,30	270	63	51	60	56	52	49
2 x 10	4,0	0,7	1,8	17,3	1,91	390	86	69	80	76	70	66
2 x 16	5,0	0,7	1,8	19,4	1,21	520	115	91	105	99	91	86
2 x 25	6,2	0,9	1,8	23,0	0,780	765	149	119	135	128	118	111
2 x 35	7,4	0,9	1,8	25,7	0,554	1020	185	140	166	156	144	136
2 x 50	8,9	1,0	1,8	29,3	0,386	1400	225	175	205	193	178	168
2 x 70	10,5	1,1	1,8	33,1	0,272	2130	289	221	252	238	219	207
2 x 120	13,8	1,2	1,8	41,5	0,161	3420	410	305	346	327	301	284

N.B. I valori di portata di corrente sono riferiti a:
- n° 2 conduttori per i cavi bipolari
- profondità di posa 0,8 m per i cavi interrati

N.B. K=1: resistività termica del terreno 1,0 K-m/W
K=1,5: resistività termica del terreno 1,5 K-m/W
revisione n° 008 data 21/05/18

Tripolari

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø esterno max	Resistenza elettrica max a 20°C	Peso indicativo cavo	Portata di corrente A					
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	Ω/km	kg/km	in aria a 30°C	in tubo in aria a 30°C	interrato a 20°C		tubo interrato a 20°C	
									K = 1	K = 1,5	K = 1	K = 1,5
3 x 1,5	1,5	0,7	1,8	12,5	13,3	150	23	19	23	22	20	19
3 x 2,5	2,0	0,7	1,8	13,6	7,98	190	32	26	30	29	27	25
3 x 4	2,5	0,7	1,8	14,9	4,95	250	42	35	39	37	34	32
3 x 6	3,0	0,7	1,8	16,2	3,30	320	54	44	50	47	43	41
3 x 10	4,0	0,7	1,8	18,2	1,91	470	75	60	67	63	58	55
3 x 16	5,0	0,7	1,8	20,6	1,21	640	100	80	88	83	76	72
3 x 25	6,2	0,9	1,8	24,5	0,780	960	127	105	113	107	99	93
3 x 35	7,4	0,9	1,8	27,3	0,554	1290	158	128	139	131	121	114
3 x 50	8,9	1,0	1,8	31,2	0,386	1785	192	154	172	162	149	141
3 x 70	10,5	1,1	1,9	35,6	0,272	2700	246	194	212	200	184	174
3 x 95	12,2	1,1	2,0	40,0	0,206	3410	298	233	251	237	218	206
3 x 120	13,8	1,2	2,1	44,4	0,161	4340	346	268	290	274	252	238
3 x 150	15,4	1,4	2,3	49,5	0,129	5404	399	300	332	313	288	272
3 x 185	16,9	1,6	2,4	55,2	0,106	6550	456	340	373	352	324	306
3 x 240	19,5	1,7	2,6	61,9	0,0801	8475	538	398	439	414	382	360
3 x 300	23,0	1,8	2,8	68,0	0,0641	10440	621	-	-	-	-	-

N.B. I valori di portata di corrente sono riferiti a:
- n° 3 conduttori per i cavi tripolari
- profondità di posa 0,8 m per i cavi interrati

N.B. K=1: resistività termica del terreno 1,0 K-m/W
K=1,5: resistività termica del terreno 1,5 K-m/W

Quadripolari

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø esterno max	Resistenza elettrica max a 20°C	Peso indicativo cavo	Portata di corrente A					
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	Ω/km	kg/km	in aria a 30°C	in tubo in aria a 30°C	interrato a 20°C		tubo interrato a 20°C	
									K = 1	K = 1,5	K = 1	K = 1,5
4 x 1,5	1,5	0,7	1,8	13,4	13,3	170	23	19	23	22	20	19
4 x 2,5	2,0	0,7	1,8	14,6	7,98	220	32	26	30	29	27	25
4 x 4	2,5	0,7	1,8	16,0	4,95	295	42	35	39	37	34	32
4 x 6	3,0	0,7	1,8	17,5	3,30	385	54	44	50	47	43	41
4 x 10	4,0	0,7	1,8	19,8	1,91	575	75	60	67	63	58	55
4 x 16	5,0	0,7	1,8	22,4	1,21	795	100	80	88	83	76	72
4 x 25	6,2	0,9	1,8	26,8	0,780	1205	127	105	113	107	99	93
4 x 35 (*)	7,4	0,9	1,8	30,5	0,554	1750	158	128	139	131	121	114
4 x 50 (*)	8,9	1,0	1,8	34,1	0,386	2530	192	154	172	162	149	141
4 x 70 (*)	10,5	1,1	1,8	36,6	0,272	3600	246	194	212	200	184	174
4 x 95 (*)	12,2	1,1	2,1	41,5	0,206	4380	298	233	251	237	218	206
4 x 120 (*)	13,8	1,2	2,2	45,8	0,161	5585	346	268	290	274	252	238
4 x 150 (*)	15,4	1,4	2,4	52,1	0,129	6920	399	300	332	313	288	272
4 x 185 (*)	16,9	1,6	2,5	61,1	0,106	8364	456	340	373	352	324	306
4 x 240 (*)	19,5	1,7	2,7	68,8	0,0801	10830	538	398	439	414	382	360
3x35+25	7,4/6,2	0,9/0,9	1,8	29,2	0,554/0,780	1535	158	128	139	131	121	114
3x50+25	8,9/6,2	1,0/0,9	1,8	32,4	0,386/0,780	2020	192	154	172	162	149	141
3x70+35	10,5/7,4	1,1/0,9	1,8	37,0	0,272/0,554	3030	246	194	212	200	184	174
3x95+50	12,2/8,9	1,1/1,0	2,1	42,0	0,206/0,386	3915	298	233	251	237	218	206
3x120+70	13,8/10,5	1,2/1,1	2,2	46,9	0,161/0,272	5040	346	268	290	274	252	238
3x150+95	15,4/12,2	1,4/1,1	2,4	52,5	0,129/0,206	6300	399	300	332	313	288	272
3x185+95	16,9/12,2	1,6/1,1	2,5	57,3	0,106/0,206	8325	456	340	373	352	324	306
3x240+150	19,5/15,4	1,7/1,4	2,7	65,5	0,0801/0,129	9930	538	398	439	414	382	360

N.B. I valori di portata di corrente sono riferiti a:
- n° 3 conduttori attivi
- profondità di posa 0,8 m per i cavi interrati

N.B. K=1: resistività termica del terreno 1,0 K·m/W
K=1,5: resistività termica del terreno 1,5 K·m/W

Pentapolari

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø esterno max	Resistenza elettrica max a 20°C	Peso indicativo cavo	Portata di corrente A			
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	Ω/km	kg/km	in aria a 30°C	in tubo in aria a 30°C	interrato a 20°C	tubo interrato a 20°C
									K = 1	K = 1,5
5G1,5	1,5	0,7	1,8	14,4	13,3	195	23	19	23	22
5G2,5	2,0	0,7	1,8	15,6	7,98	260	32	26	30	29
5G4	2,5	0,7	1,8	17,3	4,95	345	42	35	39	37
5G6	3,0	0,7	1,8	18,9	3,30	455	54	44	50	47
5G10	4,0	0,7	1,8	21,5	1,91	680	75	60	67	63
5G16	5,0	0,7	1,8	24,4	1,21	970	100	80	88	86
5G25	6,2	0,9	1,8	29,3	0,780	1470	127	105	113	107
5G35	7,4	0,9	1,8	32,8	0,554	1990	158	128	139	131
5G50	8,9	1,0	2,0	38,2	0,386	3030	192	154	172	162

N.B. I valori di portata di corrente sono riferiti a:
- n° 3 conduttori attivi
- profondità di posa 0,8 m per i cavi interrati

N.B. K=1: resistività termica del terreno 1,0 K-m/W
K=1,5: resistività termica del terreno 1,5 K-m/W

Multipli / segnalamento e comando

Formazione (*)	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø esterno max	Resistenza elettrica max a 20°C	Peso indicativo cavo	Portata di corrente A			
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	Ω/km	kg/km	in aria a 30°C	in tubo in aria a 30°C	interrato a 20°C	
									K = 1	K = 1,5
7G1,5	1,5	0,7	1,8	15,4	13,3	260	13	11,5	18,5	16
10G1,5	1,5	0,7	1,8	18,7	13,4	340	13	11,5	18,5	16
12G1,5	1,5	0,7	1,8	19,3	13,4	380	11	9,5	14,5	12,5
16G1,5	1,5	0,7	1,8	21,1	13,4	480	11	9,5	14,5	12,5
19G1,5	1,5	0,7	1,8	22,1	13,4	535	9	8	13	11,5
24G1,5	1,5	0,7	1,8	25,4	13,5	640	9	8	13	11,5
7G2,5	2,0	0,7	1,8	16,8	7,98	381	17,5	15,5	24	21
10G2,5	2,0	0,7	1,8	20,6	8,06	462	17,5	15,5	24	21
12G2,5	2,0	0,7	1,8	21,3	8,06	530	13,5	12	20	17,5
16G2,5	2,0	0,7	1,8	23,3	8,06	670	13,5	12	20	17,5
19G2,5	2,0	0,7	1,8	24,5	8,06	755	12	10,5	16	14
24G2,5	2,0	0,7	1,8	28,3	8,10	915	12	10,5	16	14

N.B. I valori di portata di corrente sono riferiti a:
- tutti i conduttori attivi (eccetto il conduttore giallo/verde)
- profondità di posa 0,8 m per i cavi interrati

N.B. K=1: resistività termica del terreno 1,0 K-m/W
K=1,5: resistività termica del terreno 1,5 K-m/W

15.4.4 *Avanquadro*

Riferimenti normativi

CEI EN 61439-1 (CEI 17-113): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali;
CEI EN 61439-2 (CEI 17-114): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza;
CEI 23-51: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

Si consiglia di installare il quadro generale dei servizi comuni in prossimità:

- del punto di consegna dell'energia elettrica.

Possono essere installate le seguenti tipologie differenti di quadri:

- quadri dichiarati ASD dal costruttore;
- quadri ANS;
- centralini e quadri conformi alla norma CEI 23-51.

Quadri dichiarati ASD dal costruttore

Adatti ad essere installati in ambienti dove possono essere utilizzati da personale non addestrato.
Il grado di protezione dell'involucro deve essere $IP \geq 2XC$.

Quadri non dichiarati ASD dal costruttore (ANS o conformi alla Norma CEI 23-51)

Il quadro deve:

- essere installato in apposito locale ove non possa aver accesso personale non addestrato, oppure avere sportello con chiusura a chiave.

15.4.5 *Quadro di Comando*

CEI EN 61439-1 (CEI 17-113): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali;
CEI EN 61439-2 (CEI 17-114): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza;
CEI 23-51: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

Possono essere installate le seguenti tipologie differenti di quadri:

- quadri dichiarati ASD dal costruttore;
- quadri ANS;
- centralini e quadri conformi alla norma CEI 23-51.

Quadri dichiarati ASD dal costruttore

Adatti ad essere installati in ambienti dove possono essere utilizzati da personale non addestrato.

Il grado di protezione dell'involucro deve essere $IP \geq 2XC$.

Quadri non dichiarati ASD dal costruttore

Il quadro deve:

- essere installato in apposito locale ove non possa aver accesso personale non addestrato, oppure
- avere sportello con chiusura a chiave.

15.4.6 Protezioni

15.4.6.1 Impianto di terra

Riferimenti normativi

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua

DM 37/08 22 Gennaio 2008, n° 37 Art. 7 (Dichiarazione di conformità)

CEI 64-12 - Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario

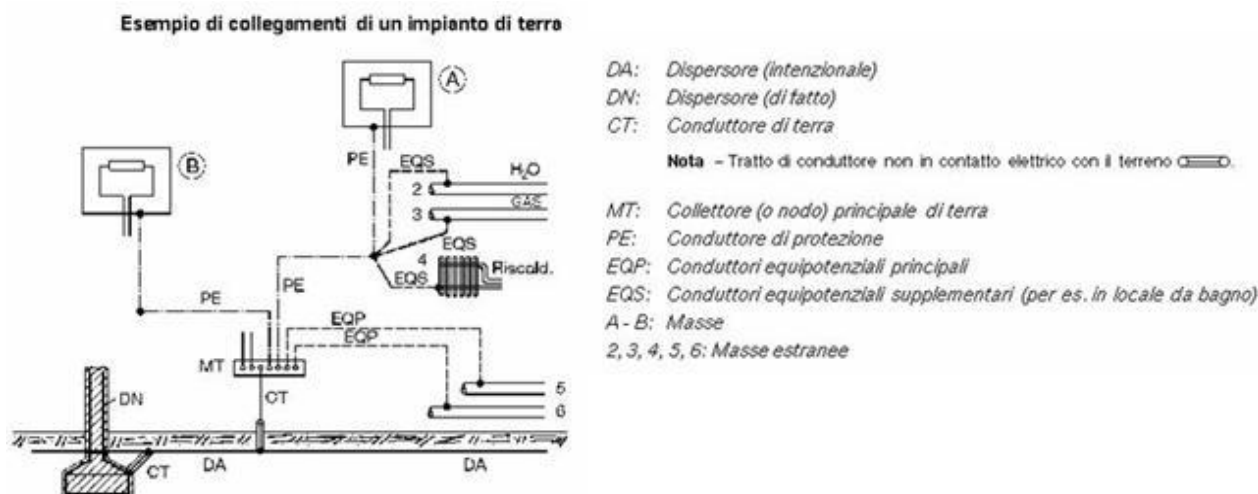
CEI 11-37 - Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1kV

CEI 11-1 - Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata

DPR 462/01: Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi

Costituzione e prescrizioni impianto elettrico

L'impianto di terra è definito come l'insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori (o nodi) principali di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali, destinato a realizzare la messa a terra di protezione e/o di funzionamento.



Le caratteristiche dell'impianto di terra devono soddisfare le prescrizioni di sicurezza e funzionali dell'impianto elettrico, in particolare deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche previste.

Dispersori

Possono essere costituiti da vari elementi metallici (ad es.: tondi, piastre, ferri delle armature nel calcestruzzo incorporato nel terreno, tubi dell'acqua).

Nel caso vengano utilizzati i tubi dell'acqua, è necessario il consenso dell'esercente dell'acquedotto e un accordo che preveda che il responsabile dell'impianto elettrico venga informato sulle modifiche dell'acquedotto stesso. Tali condizioni valgono anche nel caso in cui vengano utilizzati i rivestimenti metallici di cavi non soggetti a danneggiamento per corrosione.

Le tubazioni per liquido gas infiammabile non devono essere usate come dispersori.

Qualora risultasse necessario una posa in acqua del dispersore (comunque sconsigliabile), è raccomandabile di installarlo a non meno di 5m di profondità sotto il livello dell'acqua o di vietare l'accesso alla zona che risultasse pericolosa.

Conduttori di terra

Il collegamento di un conduttore di terra al dispersore deve essere effettuato in modo accurato ed elettricamente soddisfacente.

La parte interrata del conduttore di terra priva di isolamento e a contatto col terreno è considerata come dispersore.

Il conduttore di terra deve avere le seguenti sezioni minime:

Caratteristiche di posa del conduttore	Protetti meccanicamente	Non protetti meccanicamente
Protetto contro la corrosione	In accordo con sez. minime utilizzate per conduttori di protezione	16 mm ² (rame) 16 mm ² (ferro zincato)
Non protetto contro la corrosione	25 mm ² (rame)	
	50 mm ² (ferro zincato o rivestimento equivalente)	

Collettori o nodi principali di terra

Sono costituiti da una sbarra o da un terminale al quale si devono collegare tutti i conduttori di terra, di protezione, equipotenziali principali e, se richiesti, i conduttori funzionali.

Sul conduttore di terra, in posizione accessibile, deve essere previsto un dispositivo di apertura che permetta di misurare la resistenza di terra: tale dispositivo può essere convenientemente combinato con il collettore principale di terra. Questo dispositivo deve essere apribile solo mediante attrezzo, deve essere meccanicamente robusto e deve assicurare il mantenimento della continuità elettrica.

I conduttori di protezione o PEN possono essere collegati a terra in più punti.

Si raccomanda che il dispositivo di apertura sia combinato con il collettore principale di terra.

Conduttori di protezione

Le sezioni dei conduttori di protezione non devono essere inferiori ai seguenti valori:

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto S [mm ²]	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione Sp [mm ²]
S ≤ 16	Sp = S
16 < S ≤ 35	Sp = 16
S > 35	Sp = S/2

Tali valori sono utilizzabili solo in caso in cui il materiale dei conduttori di fase e di protezione sia lo stesso (in caso contrario, riferirsi alla norma CEI 64-8 Art. 543).

La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione, non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm² se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm² se non è prevista una protezione meccanica.

Possono essere utilizzati come conduttori di protezione, gli involucri o strutture metalliche dei quadri, i rivestimenti metallici (comprese le guaine di alcune condutture), i tubi protettivi, i canali metallici, le masse estranee, se rispondenti alle specifiche indicate nella norma CEI 64-8 Art. 543.2.

Le connessioni dei conduttori di protezione devono essere accessibili per ispezioni e per prove, ad eccezione delle giunzioni di tipo miscelato o incapsulato.

Sui conduttori di protezione non devono essere inseriti apparecchi di interruzione, ma possono esserlo dispositivi apribili mediante attrezzo ai fini delle prove.

Conduttori equipotenziali

Collegamenti elettrici che mettono diverse masse e masse estranee al medesimo potenziale.

Quando le tubazioni metalliche dell'acqua sono utilizzate come conduttori di terra o di protezione, i contatori dell'acqua devono essere cortocircuitati per con un conduttore di sezione adeguata secondo la sua funzione nell'impianto di terra.

Le connessioni dei conduttori di protezione devono essere accessibili per ispezioni e per prove, ad eccezione delle giunzioni di tipo miscelato o incapsulato.

Sui conduttori di protezione non devono essere inseriti apparecchi di interruzione, ma possono esserlo dispositivi apribili mediante attrezzo ai fini delle prove.

Verifiche e manutenzione

Per gli ambienti di lavoro, il datore di lavoro ha l'obbligo di richiedere e far eseguire le verifiche periodiche e straordinarie (a proprie spese) per gli impianti elettrici di messa a terra (DPR 462/01).

La periodicità delle verifiche è di:

- due anni nei locali ad uso medico (ospedali, case di cura, ambulatori, studi medici, ...), cantieri, luoghi a maggior rischio in caso d'incendio (attività soggette al Certificato di Prevenzione Incendi, ...);
- cinque anni negli altri casi.

Si ricorda che ai fini del DPR 462/01 le verifiche possono essere effettuate dall'Asl/Arpa o da un Organismo Abilitato dal Ministero delle Attività Produttive, per cui non sono valide, a tale fine, le verifiche effettuate da professionisti o da imprese installatrici.

15.4.6.2 Protezioni dalle sovracorrenti

Riferimenti normativi

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.

Protezione delle condutture contro le sovracorrenti

I conduttori attivi devono essere protetti tramite una delle modalità seguenti:

- installazione di dispositivi di protezione da sovraccarichi e cortocircuiti (CEI 64-8 Sez. 434 e Sez. 433) aventi caratteristiche tempo/corrente in accordo con quelle specificate nelle Norme CEI relative ad interruttori automatici e da fusibili di potenza, oppure
- utilizzo di un'alimentazione non in grado di fornire una corrente superiore a quella sopportabile dal conduttore.

I dispositivi che assicurano la protezione sia contro i sovraccarichi sia contro i cortocircuiti sono:

- interruttori automatici provvisti di sganciatori di sovracorrente;
- interruttori combinati con fusibili;
- fusibili.

Sovraccarico

I dispositivi che permettono protezione unicamente dai sovraccarichi hanno la caratteristica di intervento a tempo inverso e possono avere potere di interruzione inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto in cui essi sono installati (interruttori automatici con sganciatori di sovracorrente o fusibili gG/aM).

Le condizioni che devono rispettare sono le seguenti:

$$\begin{array}{ll} 1) & I_B \leq I_n \leq I_z \\ 2) & I_f \leq 1,45 I_z \end{array}$$

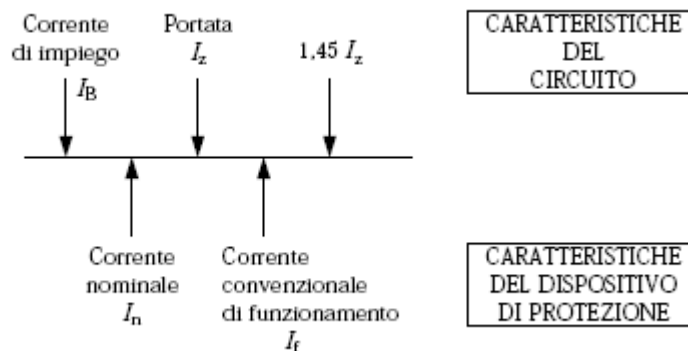
dove:

I_B = corrente di impiego del circuito;

I_z = portata in regime permanente della conduttura (Sezione 523);

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione (Per i dispositivi di protezione regolabili la corrente nominale I_n è la corrente di regolazione scelta);

I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.



Si consiglia di non installare protezioni contro i sovraccarichi nei circuiti che alimentano apparecchi utilizzatori in cui l'apertura intempestiva del circuito potrebbe essere causa di pericolo.

Cortocircuito

I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti devono avere i seguenti requisiti:

potere di interruzione maggiore o uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di back up);

- tempo di intervento inferiore a quello necessario affinché le correnti di cortocircuito provochino un innalzamento di temperatura superiore a quello ammesso dai conduttori, ovvero deve essere rispettata la relazione:

$$I^2 t \leq K^2 S^2$$

dove:

- t = durata in secondi;
- S = sezione in mm^2 ;
- I = corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace;
- $K = 115$ per i conduttori in rame isolati con PVC;
- 143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato;
- 74 per i conduttori in alluminio isolati con PVC;
- 87 per i conduttori in alluminio isolati con gomma etilenpropilenica o propilene reticolato;
- 115 corrispondente ad una temperatura di 160°C , per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in rame;
- $I^2 t$ = integrale di Joule per la durata del cortocircuito (espresso in A^2s).
- La formula appena descritta è valida per i cortocircuiti di durata $\leq 5\text{s}$ e deve essere verificata per un cortocircuito che si produca in un punto qualsiasi della condotta protetta.

I dispositivi di protezione contro il ctocto devono essere installati nei punti del circuito ove avviene una variazione delle caratteristiche del cavo (S, K) tali da non soddisfare la disequazione suddetta eccetto nel caso in cui il tratto di conduttura tra il punto di variazione appena citato e il dispositivo soddisfi contemporaneamente le seguenti condizioni:

- lunghezza tratto $\leq 3\text{m}$;
- realizzato in modo che la probabilità che avvenga un ctocto sia bassissima;
- non sia disposto nelle vicinanze di materiale combustibile o in luoghi a maggior rischio in caso di incendio o di esplosione.

Il coordinamento tra la protezione contro i sovraccarichi e la protezione contro i cortocircuiti può essere ottenuta tramite:

- un dispositivo di protezione contro i sovraccarichi (se rispetta le prescrizioni contenute nella Norma CEI 64-8 Sez. 433 ed ha un potere di interruzione maggiore o uguale al valore della corrente di cortocircuito presunta nel suo punto di installazione);
- dispositivi distinti, coordinati in modo che l'energia lasciata passare dal dispositivo di protezione dal ctocto sia inferiore o uguale a quella massima sopportabile dal dispositivo di protezione dal sovraccarico.

Protezione dei conduttori di fase

La rilevazione ed interruzione delle sovracorrenti deve essere effettuata per tutti i conduttori di fase a meno delle eccezioni specificate dalla Norma CEI 64-8 Sez. 473.3.2.

Protezione del conduttore di neutro

SISTEMI TT O TN

E' necessario prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro e conseguente interruzione dei conduttori di fase nel caso in cui il neutro abbia sezione minore dei conduttori di fase eccetto il caso in cui vengano soddisfatte contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- il conduttore di neutro è protetto contro i cortocircuiti dal dispositivo di protezione dei conduttori di fase del circuito;
- la massima corrente che può attraversare il conduttore di neutro in servizio ordinario è inferiore al valore della portata di questo conduttore.

Sistema IT

Si raccomanda di non distribuire il conduttore di neutro.

Nel caso di conduttore di neutro distribuito, a meno di specifiche descritte dalla norma CEI 64-8 Sez. 473.3.2.2, si devono effettuare:

- rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro di ogni circuito;
- interruzione di tutti i conduttori attivi e del conduttore di neutro (il conduttore di neutro deve essere interrotto dopo il conduttore di fase ed aperto prima).

15.4.6.1 Protezioni contro i contatti diretti e indiretti

Riferimenti normativi

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua

DM 37/08 (Articolo 6): Norme per la sicurezza degli impianti

Protezione mediante bassissima tensione di sicurezza e di protezione (sistemi SELV e PELV)

Tensione a vuoto: ≤ 50 V in c.a. (valore efficace) ≤ 120 V in c.c.

Alimentazioni:

- trasformatore di sicurezza o altra sorgente con caratteristiche di isolamento simili;
- batteria;
- gruppo elettrogeno.

Circuiti:

Le parti attive devono essere elettricamente separate dagli altri circuiti (ovviamente anche circuiti SELV devono essere separati da quelli PELV) mediante i metodi specificati dalla Norma CEI 64-8 art. 411.1.3.2.

Prese a spina:

non devono poter permettere la connessione con sistemi elettrici differenti, inoltre le prese dei sistemi SELV non devono avere un contatto per il collegamento del PE.

Prescrizioni particolari per i circuiti PELV

Il circuito presenta un punto collegato a terra.

La protezione dai contatti diretti deve essere ottenuta con uno dei seguenti metodi:

- utilizzando involucri o barriere aventi $IP \geq 2X$ (oppure $IP \geq XXB$);
- isolamento capace di sopportare 500V per un minuto.

Prescrizioni particolari per i circuiti SELV

Non è permesso il collegamento a terra né delle parti attive, né delle masse (generalmente nemmeno delle masse estranee).

La protezione dai contatti diretti è generalmente assicurata se non vengono superati i seguenti limiti di tensione nominale: 25V in c.a., oppure 60V in c.c.

Se vengono superati suddetti i limiti devono essere rispettate le condizioni dettate dalla norma CEI 64-8.

Protezione mediante bassissima tensione di protezione funzionale (sistema FELV)

Sono definiti FELV quei sistemi aventi $V_n \leq 50V$ in c.a. (oppure $V_n \leq 120V$ (c.c.)) non rispettanti, per ragioni di funzionalità, tutte le prescrizioni richieste per sistemi SELV o PELV.

La protezione dai contatti diretti ed indiretti è garantita soddisfacendo i requisiti richiesti dagli art. 471.3.2 e 471.3.3 della norma CEI 64-8.

Le prese a spina e le prese non devono essere compatibili con altri sistemi di tensione

Protezione contro i contatti diretti

Protezione totale

Protezione per mezzo di isolamento delle parti attive

Questa protezione è ottenuta tramite isolamento completo e irremovibile (tranne che per mezzo di distruzione) delle parti attive del sistema.

Protezione dalle parti attive per mezzo di involucri o barriere

Caratteristiche:

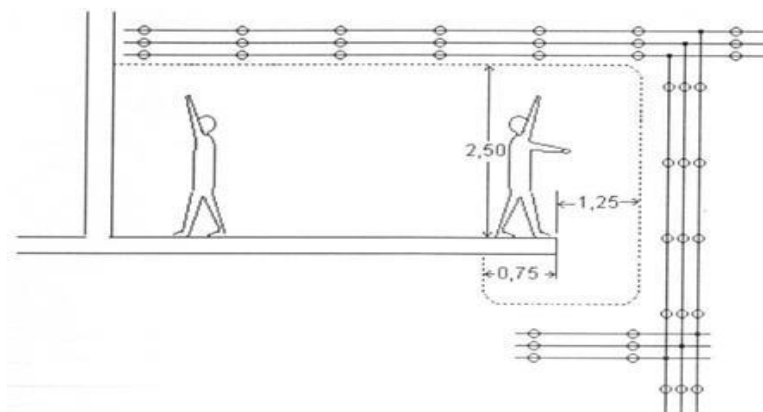
- $IP \geq 2X$ o $IP \geq IPXXB$ ($IP \geq 4X$ o $IP \geq XXD$ per quanto riguarda le superfici orizzontali superiori a portata di mano);
- nel caso debbano essere rimossi involucri o barriere si deve provvedere a rispettare i requisiti minimi forniti dalla norma (ad esempio rendendo possibile l'operazione solamente tramite chiave o attrezzo).

Protezione parzialeProtezione mediante ostacoli

Si devono fissare gli ostacoli in modo da impedire contatti involontari con parti attive e impedirne la rimozione accidentale.

Protezione mediante distanziamento

Si deve operare affinché non possano essere a portata di mano parti attive a tensione diversa.

**Protezione contro i contatti indiretti**Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione

Questa metodologia di protezione è richiesta se sulle masse può essere superato (in caso di guasto) il seguente valore della tensione di contatto limite:

$$UL > 50V \text{ in c.a. (120V in c.c.)}$$

Si devono coordinare:

- tipologia di collegamento a terra del sistema;
- tipo di PE utilizzato;
- tipo di dispositivi di protezione.

Si devono collegare allo stesso impianto di terra tutte le masse a cui si possa accedere simultaneamente.

Devono essere connessi al collegamento equipotenziale principale:

- il conduttore di protezione;
- il conduttore di terra;
- il collettore principale di terra;
- le masse estranee specificate all'art. 413.1.2.1.

In casi particolari definiti dalla norma può essere richiesto un collegamento equipotenziale supplementare.

15.4.6.3 Coordinamento apparecchi di protezione

Riferimenti normativi

CEI EN 60898-1(CEI 23-3/1): Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata

CEI EN 60947-2 (CEI 17- 5): Apparecchiature a bassa tensione.

Parte 2: Interruttori automatici

CEI EN 61008-1 (CEI 23-42) Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari

CEI EN 61009-1 (CEI 23-44) Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua

Il coordinamento dei dispositivi di protezione può essere di due tipi:

- selettivo;

- di sostegno (back-up).

Coordinamento selettivo

L'esigenza di ottenere selettività di intervento tra i dispositivi di protezione installati in un impianto è definita dal committente o dal progettista dell'impianto.

La mancanza di energia elettrica, anche per un breve tempo può causare danni economici e, in alcuni casi, compromettere la sicurezza delle persone. Ad esempio in alcuni impianti ove è richiesta la massima continuità di esercizio, quale:

- impianti industriali a ciclo continuo;
- impianti ausiliari di centrali;
- reti di distribuzione civili (ospedali, banche, ecc.);
- impianti di bordo,

predomina sulle altre esigenze quella di garantire il più possibile la continuità di funzionamento.

Coordinamento selettivo tra dispositivi di protezione da sovracorrenti

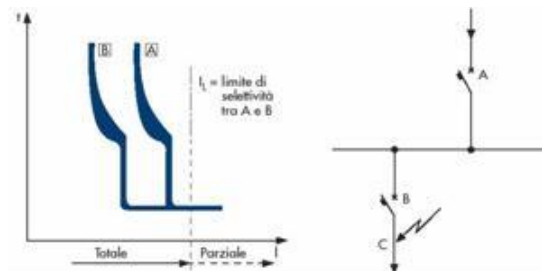
La soluzione normalmente adottata è quella del coordinamento selettivo delle protezioni di massima corrente che consente di isolare dal sistema la parte di impianto interessata dal guasto, facendo intervenire il solo interruttore situato immediatamente a monte di esso.

Al fine di realizzare un corretto coordinamento selettivo, si devono tener presente le seguenti regole fondamentali:

- 1) allo scopo di ridurre gli effetti di tipo termico ed elettrodinamico e contenere i tempi di ritardo entro valori ragionevoli, il coordinamento selettivo non dovrebbe avvenire tra più di quattro interruttori in cascata;
- 2) ciascun interruttore deve essere in grado di stabilire, supportare ed interrompere la massima corrente di cortocircuito nel punto dove è installato;
- 3) per assicurarsi che gli interruttori di livello superiore non intervengano, mettendo fuori servizio anche parti di impianto non guaste, si devono adottare soglie di corrente di intervento (ed eventualmente di tempo di intervento) di valore crescente partendo dagli utilizzatori andando verso la sorgente di alimentazione;
- 4) per assicurare la selettività, l'intervallo dei tempi di intervento dovrebbe essere approssimativamente di 0,1-0,2 s. Il tempo massimo di intervento non dovrebbe superare i

0,5 s.

La selettività tra due interruttori in cascata, può essere totale o parziale.



Selettività totale

- La selettività è totale se si apre solo l'interruttore B, per tutti i valori di corrente inferiori o uguali alla massima corrente di cortocircuito presunta nel punto in cui è installato B.

Selettività parziale

- La selettività è parziale se si apre solo l'interruttore B per valori di corrente di cortocircuito in C inferiori al valore I_L oltre il quale si ha l'intervento simultaneo di A e B.

Le tipologie di selettività ottenibili sono:

- cronometrica;
- amperometrica;
- di zona.

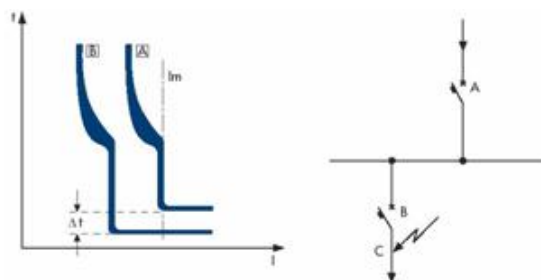
Selettività cronometrica

Può essere ottenuta con l'impiego di sganciatori o relé muniti di dispositivi di ritardo intenzionale dell'intervento.

I ritardi vengono scelti con valori crescenti risalendo lungo l'impianto per garantire che l'intervento sia effettuato dall'interruttore immediatamente a monte del punto in cui si è verificato.

L'interruttore A interviene con ritardo Δt rispetto all'interruttore B, nel caso che entrambi gli interruttori siano interessati a una corrente di guasto di valore superiore a I_m .

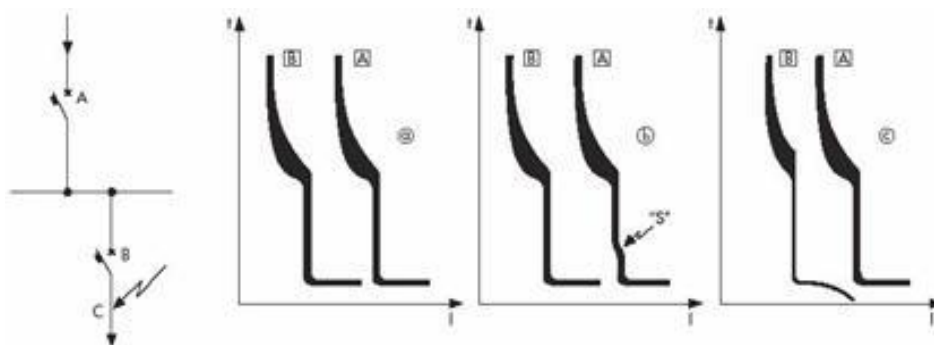
L'interruttore A, ovviamente, dovrà essere in grado di sopportare le sollecitazioni dinamiche e termiche durante il tempo di ritardo.



Selettività amperometrica

Può essere ottenuta regolando la soglia di intervento istantaneo a valori di corrente diversi fra gli interruttori A e B e sfruttando la condizione favorevole del diverso valore assunto dalla corrente di cortocircuito in funzione della posizione in cui si manifesta il guasto a causa dell'impedenza dei cavi.

Per effetto della limitazione dovuta a questa impedenza in certi casi è possibile regolare l'intervento istantaneo dell'interruttore a monte del cavo ad un valore dell'intensità di corrente superiore a quello del massimo valore raggiungibile dalla corrente di guasto che percorre l'interruttore a valle, pur assicurando quasi completamente la protezione della parte di impianto compresa tra i due interruttori.



A seconda degli interruttori impiegati la selettività amperometrica può assumere condizioni diverse:

- con interruttori tradizionali con breve ritardo a monte e a valle: la selettività è tanto più efficace e sicura quanto più grande è la differenza tra la corrente nominale dell'interruttore posto a monte e quella dell'interruttore posto a valle.
- Inoltre la selettività amperometrica generalmente risulta totale se la corrente di ctocto in C è inferiore alla corrente magnetica dell'intervento dell'interruttore A;

- b) con interruttori tradizionali con breve ritardo a monte e interruttori tradizionali a valle: selettività amperometrica, per valori di corrente di ctocto elevati, può essere migliorata utilizzando interruttori a monte provvisti di relé muniti di breve ritardo (curva "S").

La selettività è totale se l'interruttore A non si apre.

La possibilità di avere interventi selettivi senza l'introduzione di ritardi intenzionali riduce le sollecitazioni termiche e dinamiche all'impianto in caso di guasto e frequentemente permette di sotto-dimensionare alcuni suoi componenti.

- c) con interruttori tradizionali a monte e interruttori limitatori a valle: usando interruttori limitatori a valle e, a monte di essi, interruttori tradizionali (dotati di potere d'interruzione adeguato con sganciatori di tipo istantaneo) è possibile ottenere selettività totale.

In questo caso la selettività dell'intervento si realizza grazie ai tempi di intervento estremamente ridotti dell'interruttore limitatore che riducono l'impulso di energia dovuto alla corrente di guasto a valori tanto bassi da non causare l'intervento dell'interruttore a monte.

Con questo principio è possibile realizzare la selettività totale anche tra interruttori limitatori di diverso calibro fino a quei valori di corrente che non provocano l'apertura transitoria dei contatti del limitatore a monte.

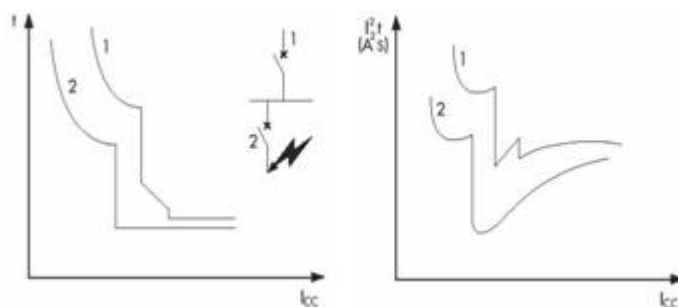
Selettività energetica

È un tipo di selettività alla quale si ricorre quando fra due interruttori non è possibile impostare un tempo di ritardo nell'intervento.

Questo sistema può consentire di ottenere un livello di selettività che va oltre il valore della soglia magnetica dell'interruttore a monte, impiegando un interruttore limitatore a valle.

Nel caso si abbia a monte un interruttore del tipo B ma con $I_{cw} \leq I_{cu}$, in funzione della limitazione effettuata dall'interruttore a valle possiamo ottenere un limite di selettività superiore al valore della soglia istantanea dell'interruttore a monte.

Per lo studio della selettività energetica non si confrontano le curve di intervento corrente/tempo dei componenti installati in serie ma le curve dell'energia specifica (I^2t) lasciata passare dall'interruttore a valle e la curva dell'energia dell'interruttore a monte. Si ottiene la selettività energetica se le due curve non hanno punti di intersezione. L'effetto di limitazione dell'energia specifica passante è funzione del tipo di interruttore (meccanismo di apertura, contatti ecc.) mentre il livello energetico di non sgancio è legato alle caratteristiche di intervento dello sganciatore (soglia istantanea, tempo di intervento), nonché dalla soglia di repulsione dei contatti (apertura incondizionata).



Per poter realizzare in maniera ottimale una selettività energetica occorre pertanto impiegare:

- sganciatori istantanei con tempo di risposta legato alla corrente di cortocircuito e di taglia diversa;
- interruttori con una forte limitazione di corrente ed i contatti differenziati per taglia.

L'impiego di interruttori limitatori a valle permette inoltre una sensibile riduzione delle sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche alle quali è soggetto l'impianto e di contenere i ritardi intenzionali imposti agli interruttori installati a livello primario.

Selettività di zona o "accelerata"

L'adozione del coordinamento selettivo delle protezioni comporta per sua natura l'allungamento dei tempi di eliminazione dei guasti man mano che ci si avvicina alla sorgente dell'energia e quindi dove il valore della corrente di guasto è maggiore.

In impianti importanti, nei quali i livelli di distribuzione possono diventare molti, questi tempi potrebbero diventare inaccettabili sia per il valore elevato dell'energia specifica passante I^2t , sia per l'incompatibilità con i tempi di estinzione prescritti dall'Ente fornitore di energia.

In questi casi può essere necessario adottare un sistema di selettività di zona o "accelerata".

Questa tecnica, più sofisticata, consente di accorciare i tempi determinati dalla selettività cronometrica tradizionale pur mantenendo la selettività degli interventi.

Questo tipo di coordinamento si basa sulle seguenti operazioni:

- immediata individuazione dell'interruttore a cui compete l'eliminazione selettiva del guasto;
- abbreviazione del tempo di intervento di tale interruttore;
- mantenimento del coordinamento selettivo degli interruttori a monte.

Il principio su cui basarsi per determinare quale sia l'interruttore più vicino al guasto consiste nell'utilizzare la corrente di guasto come unico elemento di riferimento comune per i vari

interruttori e creare un interscambio di informazioni in base alle quali determinare in modo praticamente istantaneo quale parte dell'impianto deve essere tempestivamente staccata dal sistema.

Coordinamento selettivo tra dispositivi differenziali

Questo coordinamento è ottenuto tra due dispositivi differenziali in serie se vengono soddisfatte entrambe le seguenti condizioni:

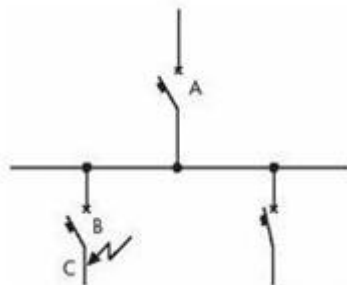
- l'apparecchio a monte deve aver caratteristica di funzionamento ritardata (tipo S);
- il rapporto tra la corrente differenziale nominale del dispositivo a monte e la corrente differenziale nominale del dispositivo a valle deve essere:

$$I_{dnmonte} \geq 3 I_{dnvalle}.$$

Protezione di sostegno (back-up)

Si deve utilizzare una protezione di sostegno quando è richiesta l'apertura contemporanea dell'interruttore a monte e dell'interruttore a valle, oppure quella del solo interruttore a monte per valori della corrente di cortocircuito superiori ad un certo valore limite.

Tale tipo di protezione è ammesso dalle norme CEI 64-8 e CEI EN 60947-2 A1.



Gli interruttori A e B, disposti in serie in un circuito, sono coordinati in modo tale da intervenire simultaneamente in caso di guasto in C per un valore di corrente superiore ad una prefissata soglia, detta corrente di scambio.

In tal modo i due interruttori interagiscono tra loro comportandosi come fossero una sola unità con due interruzioni poste in serie che interrompono il cortocircuito.

Tutto ciò conferisce all'insieme e quindi anche all'interruttore B un potere di interruzione superiore a quello che l'interruttore B stesso potrebbe fronteggiare da solo.

L'impiego di interruttori limitatori a monte consente maggiori margini di sicurezza.

La protezione di sostegno viene utilizzata in impianti elettrici in cui la continuità di esercizio della parte non guasta non è requisito fondamentale, ma esistono altre esigenze prioritarie quali:

- 1) la necessità di limitare gli ingombri delle apparecchiature elettriche;
- 2) la necessità di non modificare impianti esistenti anche se non più idonei alle nuove correnti di guasto;
- 3) il problema tecnico-economico di contenere il dimensionamento dei componenti dell'impianto elettrico.

La protezione di sostegno, pertanto, è applicabile quando non vi sono esigenze di selettività e consente, in particolare, di proteggere impianti sottodimensionati rispetto alla corrente di guasto presunta (ossia consente sensibili risparmi nel dimensionamento degli interruttori a valle).

Le condizioni indispensabili per la realizzazione della protezione di sostegno sono le seguenti:

- 1) l'interruttore a monte deve avere un potere di interruzione almeno pari alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione dell'interruttore a valle;
- 2) la corrente di cortocircuito e l'energia specifica, lasciata passare di fatto nell'impianto dall'interruttore a monte non devono danneggiare l'interruttore a valle;
- 3) i due interruttori devono essere realmente in serie in modo da essere percorsi dalla stessa corrente in caso di guasto.

È comunque necessario, in caso di adozione della protezione di sostegno, scegliere combinazioni di apparecchi delle quali siano state verificate dal costruttore attraverso prove pratiche, l'efficienza e le caratteristiche del complesso. Si deve infatti precisare che il valore del potere di interruzione della serie non può essere ricavato teoricamente, ma può essere definito solo con prove dirette, fatte in laboratorio.

15.4.6.4 Protezione da sovratensioni per fulminazione indiretta e di manovra

A) Protezione d'impianto

Al fine di proteggere l'impianto e le apparecchiature elettriche ed elettroniche ad esso collegate, contro le sovratensioni di origine atmosferica (fulminazione indiretta) e le sovratensioni transitorie di manovra e limitare scatti intempestivi degli interruttori differenziali, all'inizio dell'impianto deve essere installato un limitatore di sovratensioni. Detto limitatore deve essere modulare e componibile ed avere il dispositivo di fissaggio a scatto incorporato per profilato unificato.

Deve essere composto da varistori e scaricatore verso terra per garantire la separazione galvanica tra i conduttori attivi e la terra di protezione ed avere una lampada di segnalazione di inefficienza.

I morsetti di collegamento devono consentire un sicuro collegamento dei conduttori con sezione non inferiore a 25 mm² e garantire un sicuro serraggio (per esempio del tipo a piastrina).

B) Protezione d'utenza

Per la protezione di particolari utenze molto sensibili alle sovratensioni, quali ad esempio computer video terminali, registratori di cassa, centraline elettroniche in genere e dispositivi elettronici a memoria programmabile, le prese di corrente dedicate alla loro inserzione nell'impianto devono essere alimentate attraverso un dispositivo limitatore di sovratensione in aggiunta al dispositivo di cui al punto A).

Detto dispositivo deve essere componibile con le prese ed essere montabile a scatto sulla stessa armatura e per poter essere installato nelle normali scatole di incasso.

15.4.7 Comandi

15.4.7.1 Sezionamento e comando

Riferimenti normativi

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.

Sezionamento

Deve essere previsto il sezionamento dell'impianto elettrico, o parte di esso, tramite l'utilizzo di apposito dispositivo in modo da permettere operazioni di manutenzione, rilevazione guasti, riparazione, ecc.

Il sezionamento deve essere generalmente effettuato su tutti i conduttori attivi.

La posizione di aperto dei contatti deve essere visibile direttamente oppure tramite un indicatore meccanicamente vincolato ai contatti.

Il dispositivo di chiusura deve essere tale da impedire manovre non intenzionali in seguito a urti, vibrazioni, falsi contatti elettrici, guasti, ecc.

Per evitare alimentazioni intempestive possono essere adottate le seguenti precauzioni:

- blocchi meccanici;
- scritta o altra opportuna segnaletica;

- sistemazione in involucro o in locale chiuso a chiave.

L'interruttore differenziale non deve mai essere installato a monte di un conduttore PEN.

Il conduttore di terra non deve mai essere sezionato o interrotto in nessun sistema.

Non devono mai essere installati dispositivi di sezionamento e comando sul conduttore PEN in:

- sistemi TN-C;
- nella parte TN-C dei sistemi TN-C-S;

Nei sistemi TN-C e nella parte TN-C dei sistemi TN-C-S, sul conduttore PEN e PE il sezionamento deve essere effettuato solo mediante dispositivo apribile con attrezzo per effettuare misure.

Comando funzionale

Il comando funzionale ha la funzione, in condizioni ordinarie, di aprire, chiudere o variare la tensione di un circuito.

Possono essere utilizzate come comandi funzionali le prese aventi $I_n \leq 16A$.

Interruzione per manutenzione non elettrica

Devono essere installati apparecchi di interruzione dell'alimentazione negli impianti in cui la manutenzione non elettrica possa comportare rischi per le persone.

Tali apparecchi devono essere installati in luogo permanentemente sotto controllo degli addetti alla manutenzione (quando ciò non è possibile si devono adottare provvedimenti contro la chiusura intempestiva da parte di terzi, simili a quelli prescritti per il sezionamento).

16. INVERTER POMPA

L'inverter sarà costituito da custodia IP 55 minimo, quadro di comando con display, tempo di accelerazione e decelerazione programmabile, frequenza minima e massima programmabile, 4 velocità preregolabili, dispositivi di sicurezza per sottotensione, sovratensione, sovracorrente, sovratemperatura, set di frequenza con potenziometro locale, capacità di sovraccarico del 150%, segnali a distanza di marcia, guasto, in velocità, frequenza d'uscita, comando a distanza di marcia/arresto, regolazione della velocità a distanza con segnale 0 - 10 V o 4 - 20 mA, filtro in ingresso e filtro sinusoidale in uscita. L'inverter dovrà essere interfacciabile con il sistema di telecontrollo.

17. MISURATORE DI LIVELLO A ULTRASUONI

Il sensore di livello ad ultrasuoni è composto da un trasduttore di misura con campo scala 0-15 m e cono di misura 3° da installare in vasca, completo di 12 m di cavo e da un'unità elettronica di elaborazione del segnale completa di display, alimentazione 230Vca e 24Vcc, uscita 4-20 mA attiva e 2 relè elettromeccanici.

Il sensore verrà installato all'interno della vasca e invierà il segnale di livello al sistema di telecontrollo per la gestione del funzionamento del sistema.

Caratteristiche del sensore:

Temperatura di funzionamento:	-20°C - 60 °C
Compensazione di Temperatura:	-20°C - +60 °C
Cono Ultrasonico ampiezza:	3°
Protezione:	IP 68 / NEMA 6P

Caratteristiche del convertitore:

Precisione:	Migliore del $\pm 0,2\%$
Ingresso:	da sensore ad ultrasuoni
Uscita analogica:	4-20 mA attiva, con separazione galvanica
Uscite digitali:	due relè elettromeccanici SPDT (max 50 VDC / 1 A)
Configurazione:	per mezzo di tastiera frontale protetta da apposito coperchio
Visualizzazione:	LCD extra large
Alimentazione:	115/230 VAC 50 / 60 Hz ($\pm 10\%$) e 10-30 VDC
Assorbimento max:	2 Watt
Custodia:	Polycarbonato rinforzato in fibra di vetro
Protezione:	IP 67 – NEMA 4X

18. MISURATORE DI PORTATA

18.1.1 Caratteristiche tecniche del misuratore

I misuratori di portata installati sono del tipo standard a impulsi elettromagnetici, per tubazioni con DN 50-100. Nel principio di misura elettromagnetica, il fluido che defluisce è il conduttore in movimento. La tensione indotta (U_e) è proporzionale alla velocità di deflusso (v) ed è fornita all'amplificatore tramite due elettrodi di misura. La portata volumetrica (Q) è calcolata mediante la sezione del tubo (A). Il campo magnetico in corrente continua è generato da due bobine alimentate in corrente continua, a polarità alternata.

Dati tecnici:

Versione: Flangia scorrevole a collare

Alimentazione: 100-240VAC/24VAC/DC

Uscita; ingresso: 4-20mA HART, impulso/frequenza uscita switch

Custodia: Compatta, rivestita alu

Cavo per versione separata: Non previsto

Connessione elettrica: Pressacavo M20

Rivestimento: PTFE 90°C

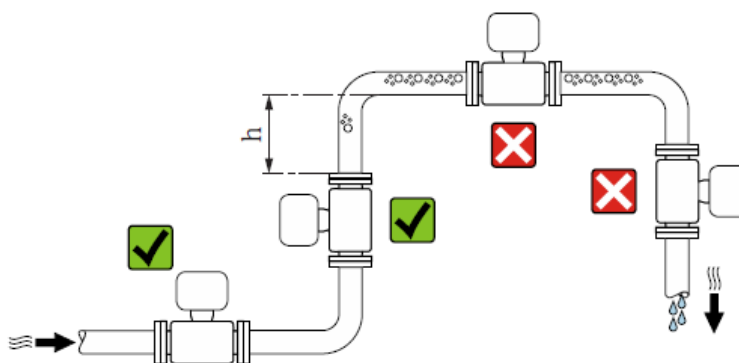
Attacco al processo: PN10, acciaio INOX, flangia scorrevole a collare – lamiera stampata EN1092-1 (DIN2501)

Elettrodi: 1.4435/316L

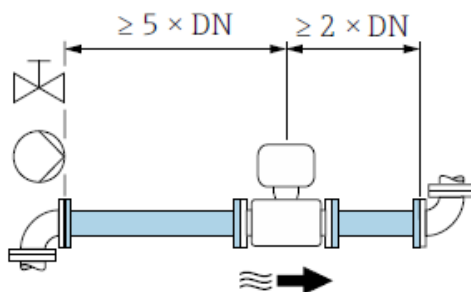
Taratura portata: 0.5%

18.1.2 Installazione

Non sono necessarie misure speciali come l'uso di supporti, ecc. Le forze esterne sono assorbite dalla costruzione del dispositivo. Se possibile, installare il sensore in un tubo ascendente e garantire una distanza sufficiente dal successivo gomito del tubo: $h \geq 2 \times DN$.



È opportuno che il piano degli elettrodi di misura sia orizzontale. In questo modo si previene il breve isolamento degli elettrodi di misura dovuto alla presenza di bolle d'aria. Il rilevamento di tubo vuoto funziona solo se la custodia del trasmettitore è rivolta in alto; in caso contrario non vi è alcuna garanzia che la funzione di rilevamento tubo vuoto risponda correttamente in caso di tubo di misura parzialmente pieno o vuoto. Se possibile, installare il sensore a monte di elementi quali valvole, elementi a T o gomiti.



19. FONDAZIONI SPECIALI: PALI

19.1 Preparazione del piano di lavoro

L'Impresa dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

Per la realizzazione dei pali in alveo, in presenza di un battente di acqua fluente, l'Impresa predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

19.2 Prove tecnologiche preliminari

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e gli associati dettagli esecutivi e di posa in opera del palo, dovranno essere comunicati preliminarmente all'esecuzione dei pali dall'Impresa alla D.L.

Nell'eventualità di particolare complessità della situazione geotecnica e/o stratigrafica, o in relazione dell'importanza dell'opera, l'idoneità delle attrezzature sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

Tali verifiche dovranno essere condotte in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata in progetto e comunque tali da essere rappresentative dal punto di vista geotecnico ed idrogeologico.

I pali di prova, eventualmente strumentati (per la determinazione del carico limite), a cura dell'Impresa, saranno eseguiti in numero del 1% del numero totale dei pali con un minimo di 2 pali per opera, e comunque secondo le prescrizioni della DL; le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali di prova dovranno essere realizzati in corrispondenza dell'opera, e predisposti al di fuori della palificata ad una distanza dalla stessa non inferiore ai 10 m presa ortogonalmente dal bordo più vicino del plinto di raccordo, in maniera tale da ricadere nella medesima situazione geotecnica e/o stratigrafica della palificata in progetto.

Tali pali dovranno essere eseguiti o posti in opera alla presenza della DL, cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali in progetto.

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo non distruttive, ed a ogni altra prova di controllo, che saranno richieste dalla DL, tali da eliminare gli eventuali dubbi sulla accettabilità delle modalità esecutive.

Nel caso in cui l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva, sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso, sempre a sua cura, alle prove tecnologiche precedentemente descritte.

Di tutte le prove e controlli eseguiti, l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

19.3 **Rivestimenti metallici**

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso dei pali trivellati, con tubazioni di rivestimento, questa dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi 2,0 – 2,5 m connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza (essenzialmente in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi).

In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2,50 m o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purchè non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

19.4 **Materiali**

Le prescrizioni che seguono sono da considerarsi integrative di quelle riguardanti le Opere in Conglomerato Cementizio, e che si intendono integralmente applicabili.

19.4.1 *Armature metalliche*

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

Le armature saranno preassemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con punti di saldatura elettrica.

I pali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza poggiarla sul fondo del foro.

Non si ammette di norma la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm con aggregati di diametro minimo non superiore ai 2 cm, e 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5.

Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro; ove fosse necessario è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri.

La posa della gabbia all'interno del tubo forma, per i pali battuti, potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza di acqua e/o terreno all'interno dello stesso.

Qualora all'interno del tubo forma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazione di acqua la costruzione del palo dovrà essere interrotta, previo riempimento con conglomerato cementizio magro.

Tale palo sarà successivamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa, da uno o due pali supplementari, sentito il progettista.

L'Impresa esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto.

A getto terminato, si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri d'armatura.

Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre d'armatura.

Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre lisce verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali; orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà prevedersi un cerchiante ogni 2.5 – 3 m.

19.4.2 Conglomerato cementizio

Sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nelle sezioni “calcestruzzi” del presente Capitolato.

Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

Le classi di aggregato da impiegare dovranno essere tali da soddisfare il criterio della massima densità (curva di Fuller) per la loro granulometria.

La dimensione massima degli inerti deve essere tale che $D_{\max}/2,5 \geq i_{\min}$ dove $i_{\min}$ è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 40 mm.

Il cemento da impiegato dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno.

Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica (R_{bk}) così come indicato in progetto, e comunque non inferiore a $R_{bk} \geq 25$.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il limite di 0.5, nella condizione di aggregato saturo e superficie asciutta.

La lavorabilità in fase di getto, il calcestruzzo dovrà essere tale da dare uno “slump” al cono di Abrams compreso fra 16 e 20 cm.

Per soddisfare entrambi questi requisiti, potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della DL.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a 15 m³/ora per pali di diametro $d < 800$ mm e di 20 m³/ora per pali di diametro $d \geq 800$ mm.

L'Impresa dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

19.5 Pali trivellati con rivestimento provvisorio

Per quanto riguarda le attrezzature di perforazione, queste dovranno soddisfare i requisiti di cui sopra..

La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento.

In presenza di falda il foro dovrà essere tenuto costantemente pieno di acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

L'infissione sottoscarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti da fondo foro.

La tubazione è costituita da tubi di acciaio di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio-femmina.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante opportuna attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non-coesivi, applicando in sommità un vibratore di idonea potenza.

In quest'ultimo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni, ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purchè non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

20. OPERE PROVVISORIALI

20.1 Micropali

20.1.1 Generalità

I micropali sono pali trivellati di piccolo diametro, costituiti da elementi tubolari, sigillati nel terreno per mezzo di malte cementizie. L'iniezione della malta cementizia avviene ad alta pressione attraverso le valvole di non ritorno posizionate nella parte più profonda dell'armatura tubolare in modo da realizzare un bulbo idoneo a trasmettere i carichi in profondità.

20.1.2 Caratteristiche dei materiali

Le caratteristiche dei materiali impiegati dovranno essere conformi alle "Nuove norme tecniche per la esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 9.01.1996.

La malta cementizia da iniettare sarà dosata a 6 kN (q.li 6) di cemento R325, con rapporto acqua/cemento pari a 0.5. Potrà risultare necessario prevedere l'aggiunta di additivi fluidificanti in ragione di 5-10 N per 1 kN di cemento dosato (0.5-1 kgf per quintale di cemento).

Preferibilmente, i tubi valvolati d'armatura, dovranno avere le dimensioni riportate nella tabella sottostante, in funzione del diametro di perforazione.

<i>Diametro perforazione</i>	<i>Diametro esterno armatura</i>
mm	mm
85-90	51.0
104-115	60.3
115-140	76.1
140-152	88.9
152-160	101.6
190-200	127.0

20.1.3 Modalità esecutive

Prima di iniziare il lavoro di trivellazione, l'Impresa dovrà presentare:

- la pianta della palificata, con indicata la posizione planimetrica di tutti i pali inclusi quelli di prova, contrassegnati con un numero progressivo;

b) un programma cronologico di trivellazione dei pali, elaborato in modo tale da eliminare o quanto meno minimizzare gli effetti negativi della trivellazione sulle opere vicine o sui pali già realizzati.

Lo spostamento planimetrico dei pali rispetto alla posizione teorica non dovrà superare i 5 cm sulle coordinate del centro del palo, mentre l'inclinazione rispetto all'asse teorico non dovrà superare il 3%. Per valori di scostamento superiori ai suddetti, la D.L. deciderà se scartare i pali che dovranno eventualmente essere rimossi e sostituiti.

La perforazione andrà eseguita con il sistema e l'attrezzatura più idonei al tipo di terreno da attraversare; in linea generale verrà eseguita con sonda a rotazione e circolazione d'acqua, utilizzando carotieri semplici; in casi particolari si dovrà usare la rotopercussione con martello al fondo e spurgo ad aria.

Qualora se ne presenti la necessità, il foro andrà rivestito mediante una camicia metallica in modo da assicurare la stabilità delle pareti prima di eseguire il getto.

Al termine della perforazione il foro dovrà essere pulito dai detriti mediante il fluido di circolazione o l'utensile asportatore.

Raggiunta la quota prevista si introdurrà nel foro il tubo di armatura in acciaio, dotato nella parte inferiore delle valvole di non ritorno per l'iniezione della miscela, disposte generalmente ad interasse di 50 cm.

Dapprima verrà formata la "guaina", iniettando dalla valvola più profonda, a bassa pressione, la miscela cementizia, che impedirà il refluito verticale della miscela iniettata successivamente ad alta pressione.

Una volta che la guaina avrà iniziato la presa, si procederà alla iniezione ad alta pressione, utilizzando in successione tutte le valvole a partire dalla più profonda.

20.1.4 Prove di accettazione e controllo

Dovranno essere eseguite delle prove di carico su pali pilota per la determinazione del carico limite del palo singolo e delle prove di collaudo sui pali realizzati, a norma della legge n° 64/1974.

Per le prove di carico, prima dell'inizio della costruzione della palificata devono essere eseguiti pali pilota, in numero adeguato; l'ubicazione di tali pali deve essere stabilita dalla D.L. e risultare esattamente dai verbali che verranno redatti sulle prove eseguite.

Le prove di carico per la determinazione del carico limite del palo singolo devono essere spinte fino a valori del carico assiale tali da portare a rottura il complesso palo-terreno, o comunque tali da consentire di ricavare significativi diagrammi abbassamenti-carichi e abbassamenti-tempi.

Per le prove di collaudo statico i pali di prova verranno prescelti fra quelli costituenti l'intera palificata e indicati dalla D.L.: il loro numero deve essere pari ad almeno l'uno per cento del numero totale dei pali, con un minimo di due.

Le prove di collaudo devono essere spinte fino a 1.5 volte il carico di esercizio del palo singolo, con applicazione graduale del carico sul palo. Gli abbassamenti sotto il carico di prova non dovranno superare 1.2 mm.

L'onere delle prove di carico e/o di collaudo statico, ad esclusione della realizzazione dei pali pilota, sarà a carico dell'Impresa.

Nel caso che le prove eseguite sulla palificata definitiva non dessero risultati soddisfacenti l'Impresa sarà obbligata ad eseguire, a sue spese, ogni altra prova di carico che la Direzione Lavori riterrà necessaria.

20.2 **Palancole metalliche**

Le palancole dovranno essere poste in opera con precisione lungo le linee indicate in progetto ed alle quote prefissate; l'Appaltatore dovrà provvedere a predisporre le dime, le guide o i riscontri necessari per la perfetta esecuzione dell'opera.

L'apparecchiatura di infissione delle palancole dovrà essere tale da garantire, durante la battitura, la verticalità e l'accurato allineamento delle stesse.

Per una buona esecuzione della palancolata metallica è condizione necessaria che la scelta del metodo d'infissione e della tecnica di battitura siano adatti al particolare lavoro da eseguire.

L'Appaltatore prima di dare inizio ai lavori dovrà:

- effettuare la scelta del numero e dell'ubicazione delle prove d'infissione al fine di determinare i punti di presumibile difficoltà;
- riconoscere la stratigrafia dei terreni interessati correlando le indicazioni geotecniche fornite con i dati reali di prova d'infissione;
- effettuare un piano di infissione con l'indicazione di tutti i punti particolari e del metodo previsto d'infissione (a palanca singola o doppia, oppure "autoguidata", a pannelli continui o alternati ecc.) per i diversi tratti di terreno interessati;
- effettuare la scelta della tecnica d'infissione e di conseguenza il tipo o i tipi di martelli o vibratori per le varie tratte ed i relativi caschi di battitura;
- prevedere, nel caso se ne ravvisi la possibilità d'intervento, l'approntamento dell'apparecchiatura per la "lancia ad acqua", in unione agli altri mezzi di infissione;
- effettuare prove di estrazione delle palancole infisse nel terreno alle quote di progetto.

Tutte le scelte di cui sopra dovranno essere sottoposte all'approvazione dell'Ufficio di Direzione Lavori.

Durante l'esecuzione dei lavori dovranno essere effettuate frequenti verifiche del posizionamento planoaltimetrico della palancolata; le palancole che manifestino deviazioni eccessive rispetto alla linea teorica di infissione dovranno essere estratte e reinfisse oppure sostituite nel caso presentino danneggiamenti.

Per correggere difetti di verticalità non possono essere usate palancole rastremate senza la preventiva approvazione dell'Ufficio di Direzione Lavori.

I profili che raggiungono il rifiuto ad una quota inferiore a quella di progetto non possono essere tagliati senza il benestare dell'Ufficio di Direzione Lavori che decide inoltre l'inserimento di eventuali tiranti.

Le palancole tagliate devono essere registrate indicando la lunghezza della parte asportata.